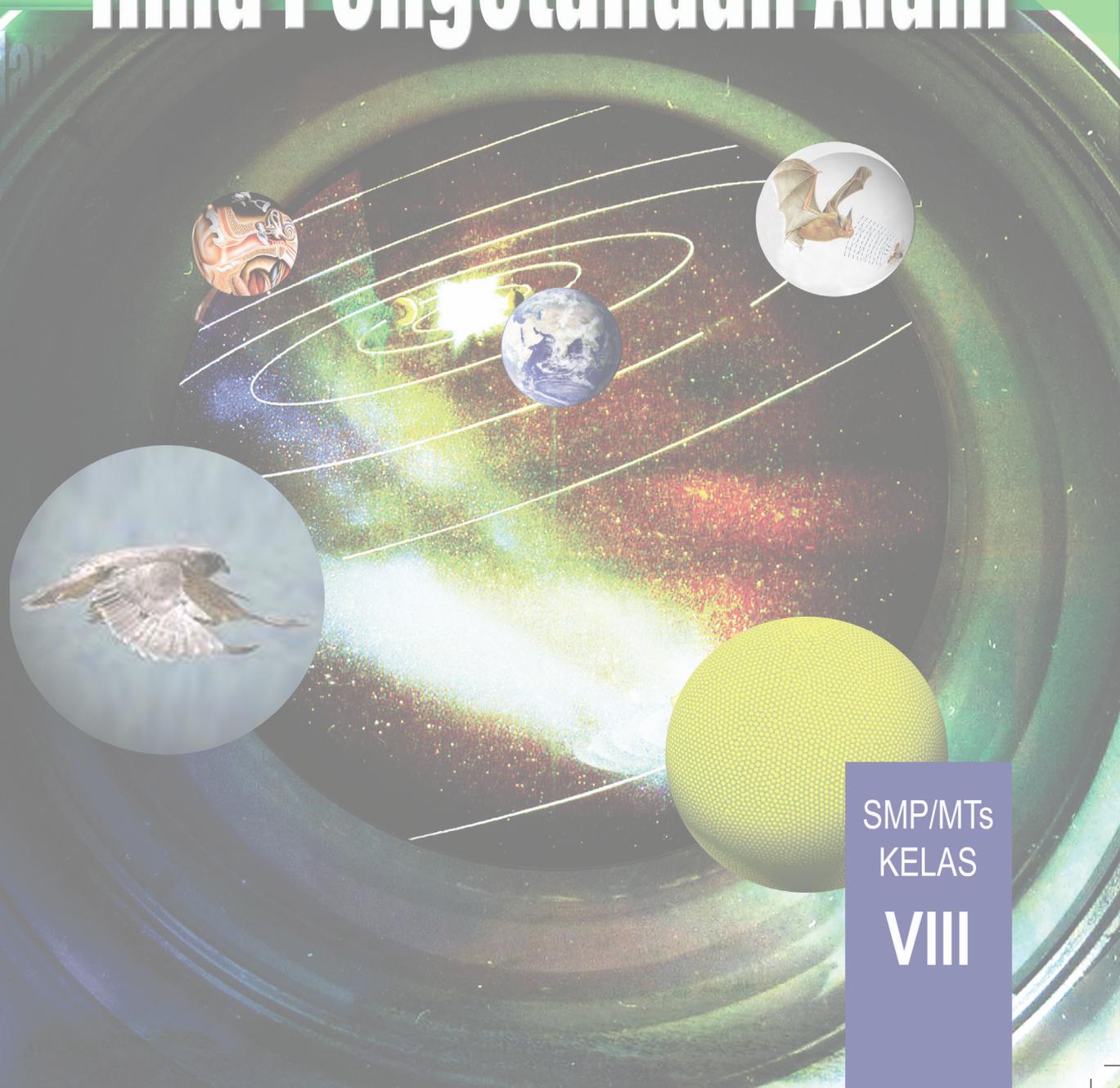




# Buku Guru

# Ilmu Pengetahuan Alam



SMP/MTs  
KELAS  
VIII

Hak Cipta © 2014 pada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan  
Dilindungi Undang-Undang

MILIK NEGARA  
TIDAK DIPERDAGANGKAN

*Disklaimer: Buku ini merupakan buku siswa yang dipersiapkan Pemerintah dalam rangka implementasi Kurikulum 2013. Buku siswa ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dan dipergunakan dalam tahap awal penerapan Kurikulum 2013. Buku ini merupakan “dokumen hidup” yang senantiasa diperbaiki, diperbaharui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.*

### Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Indonesia. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Ilmu Pengetahuan Alam / Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.--

Jakarta : Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2014.

X, 490. : illus. ; 25 cm.

Untuk SMP/MTs Kelas VIII

ISBN 978-602-282-079-6 (jilid lengkap)

ISBN 978-602-282-081-9 (jilid 2)

1. Sains -- Studi dan Pengajaran

I. Judul

II. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

507

Kontributor Naskah : Siti Zubaidah, Susriyati Mahanal, Lia Yuliati, dan Darsono Sigit.

Penelaah : Ismunandar, I Nyoman Marsih, I Made Padri, dan Ana Ratna Wulan.

Penyelia Penerbitan : Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemdikbud.

Cetakan Ke-1, 2014

Disusun dengan huruf Arial, 11 pt

# Kata Pengantar

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi pengetahuan, keterampilan, dan sikap secara utuh. Proses pencapaiannya melalui pembelajaran sejumlah mata pelajaran yang dirangkai sebagai suatu kesatuan yang saling mendukung pencapaian kompetensi tersebut. Bila pada jenjang SD/MI, semua mata pelajaran digabung menjadi satu dan disajikan dalam bentuk tema-tema, maka pada jenjang SMP/MTs pembelajaran sudah mulai dipisah-pisah menjadi mata pelajaran.

Sebagai transisi menuju ke pendidikan menengah, pemisahan ini masih belum dilakukan sepenuhnya bagi siswa SMP/MTs. Materi-materi dari bidang-bidang ilmu Fisika, Kimia, Biologi, serta Ilmu Bumi dan Antariksa masih perlu disajikan sebagai suatu kesatuan dalam mata pelajaran IPA (Ilmu Pengetahuan Alam). Hal ini dimaksudkan untuk memberikan wawasan yang utuh bagi siswa SMP/MTs tentang prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam semesta beserta segenap isinya.

Buku IPA Kelas VIII SMP/MTs ini disusun dengan pemikiran di atas. Bidang ilmu Biologi dipakai sebagai landasan (*platform*) pembahasan bidang ilmu yang lain. Makhluk hidup digunakan sebagai objek untuk menjelaskan prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam seperti objek alam dan interaksinya, energi dan keseimbangannya, dan lain-lain. Melalui pembahasan menggunakan bermacam bidang ilmu dalam rumpun ilmu pengetahuan alam, pemahaman utuh tentang alam yang dihuninya beserta benda-benda alam yang dijumpai di sekitarnya dapat dikuasai oleh siswa SMP/MTs.

Sebagai salah satu rumpun ilmu yang digunakan untuk mengukur kemajuan pendidikan suatu negara, pemahaman peserta didik suatu negara terhadap IPA dibandingkan secara rutin sebagaimana dilakukan melalui TIMSS (*the Trends in International Mathematics and Science Study*) dan PISA (*Program for International Student Assessment*). Melalui penilaian internasional seperti ini kita bisa mengetahui kualitas pembelajaran IPA dibandingkan dengan negara lain. Materi IPA pada Kurikulum 2013 ini telah disesuaikan dengan tuntutan penguasaan materi IPA menurut TIMSS dan PISA.

Sesuai dengan konsep Kurikulum 2013, buku ini disusun mengacu pada pembelajaran IPA secara terpadu dan utuh, sehingga setiap pengetahuan yang diajarkan, pembelajarannya harus dilanjutkan sampai membuat siswa terampil dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasainya secara konkret dan abstrak, dan bersikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggungjawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam Kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serap siswa dengan ketersediaan kegiatan pada buku ini.

Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Implementasi terbatas pada tahun ajaran 2013/2014 telah mendapat tanggapan yang sangat positif dan masukan yang sangat berharga. Pengalaman tersebut dipergunakan semaksimal mungkin dalam menyiapkan buku untuk implementasi menyeluruh pada tahun ajaran 2014/2014 dan seterusnya. Walaupun demikian, sebagai edisi pertama, buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2014

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan

Mohammad Nuh

# Daftar Isi

Kata Pengantar .....	iii
Daftar isi .....	v
<b>Bagian I: Petunjuk Umum</b> .....	<b>1</b>
<b>Bab I IPA dan Pembelajaran IPA</b> .....	<b>1</b>
A. Mengetahui IPA .....	1
B. Bagaimana Belajar IPA .....	2
C. Proses Pembelajaran IPA .....	9
<b>Bab II Penilaian Pembelajaran IPA, Tindak Lanjut Penilaian, dan Interaksi dengan Orang Tua</b> .....	<b>17</b>
A. Penilaian Sikap Kompetensi .....	20
B. Penilaian Kompetensi Pengetahuan .....	29
C. Penilaian Kompetensi Keterampilan .....	36
D. Tindak Lanjut Penilaian .....	48
E. Interaksi dengan Orang Tua .....	56
<b>Bab III Model Pembelajaran untuk IPA</b> .....	<b>58</b>
A. Pembelajaran Berbasis Inkuiri (Inquiry) .....	59
B. Pembelajaran Berbasis Masalah (Problem Based Learning) .....	73
C. Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning) .....	84
D. Siklus Belajar (Learning Cycle) .....	94
<b>Bab IV Karakteristik Peserta Didik dan Pembelajaran IPA Kelas VIII SMP/ MTS</b> .....	<b>103</b>
A. Karakteristik Peserta Didik dan Pembelajaran IPA di SMP/ MTs .....	103
B. Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Laboratorium IPA SMP/ MTs .....	105
C. Standar Kompetensi Lulusan, Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar IPA Kelas VIII SMP/ MTS .....	113

D. Pemetaan Kompetensi Dasar dan Materi Kelas VIII SMP/ MTS .....	118
E. Alokasi Waktu .....	128
<b>Bagian II: Bagian Khusus .....</b>	<b>129</b>
<b>Bab I Gerak Pada Makhluk Hidup dan Benda .....</b>	<b>129</b>
A. Pengantar .....	129
B. KI dan KD pada Materi Gerak pada Makhluk Hidup dan Benda .....	130
C. Tujuan Pembelajaran .....	130
D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu .....	130
E. Materi Esensial .....	131
F. Kegiatan Pembelajaran .....	132
G. Penilaian .....	152
H. Program Remedial dan Pengayaan .....	153
I. Interaksi dengan Orang Tua .....	154
J. Kunci Uji Kompetensi .....	154
K. Proyek .....	155
<b>Bab II Rangka, Otot, dan Pesawat Sederhana .....</b>	<b>158</b>
A. Pengantar .....	158
B. KI dan KD pada Materi Rangka, Otot, dan Pesawat Sederhana .....	159
C. Tujuan Pembelajaran .....	160
D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu .....	161
E. Materi Esensial .....	164
F. Kegiatan Pembelajaran .....	188
G. Penilaian .....	189
H. Program Remedial dan Pengayaan .....	192
I. Interaksi dengan Orang Tua .....	192
J. Kunci Uji Kompetensi .....	192
K. Proyek .....	196

<b>Bab III Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan Serta Pemanfaatannya dalam Teknologi .....</b>	<b>197</b>
A. Pengantar .....	197
B. KI dan KD pada Materi Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan serta Pemanfaatannya dalam Teknologi .....	197
C. Tujuan Pembelajaran .....	198
D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu .....	199
E. Materi Esensial .....	199
F. Kegiatan Pembelajaran .....	201
G. Penilaian .....	225
H. Program Remedial dan Pengayaan .....	226
I. Interaksi dengan Orang Tua .....	229
J. Kunci Uji Kompetensi .....	230
K. Proyek .....	232
<b>Bab IV Sifat Bahan dan Pemanfaatannya dalam Kehidupan .....</b>	<b>234</b>
A. Pengantar .....	234
B. KI dan KD pada Materi Sifat Bahan dan Pemanfaatannya dalam Kehidupan .....	234
C. Tujuan Pembelajaran .....	235
D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu .....	235
E. Materi Esensial .....	236
F. Kegiatan Pembelajaran .....	238
G. Penilaian .....	251
H. Program Remedial dan Pengayaan .....	252
I. Interaksi dengan Orang Tua .....	255
J. Kunci Uji Kompetensi .....	255
K. Proyek .....	257
<b>Bab V Sistem Pencernaan Makanan .....</b>	<b>258</b>
A. Pengantar .....	258
B. KI dan KD pada Materi Sistem Pencernaan Makanan .....	258
C. Tujuan Pembelajaran .....	259
D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu .....	259
E. Materi Esensial .....	260
F. Kegiatan Pembelajaran .....	262

G. Penilaian .....	275
H. Program Remedial dan Pengayaan .....	276
I. Interaksi dengan Orang Tua .....	280
J. Kunci Uji Kompetensi .....	280
K. Proyek .....	282
<b>Bab VI Zat Aditif dan Adiktif .....</b>	<b>284</b>
A. Pengantar .....	284
B. KI dan KD pada Materi Zat Aditif dan Adiktif .....	284
C. Tujuan Pembelajaran .....	285
D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu .....	285
E. Materi Esensial .....	286
F. Kegiatan Pembelajaran .....	288
G. Penilaian .....	294
H. Kunci Uji Kompetensi .....	295
I. Program Remedial dan Pengayaan .....	298
J. Interaksi dengan Orang Tua .....	305
K. Proyek .....	305
<b>Bab VII Sistem Transportasi .....</b>	<b>308</b>
A. Pengantar .....	308
B. KI dan KD pada Materi Sistem Transportasi .....	308
C. Tujuan Pembelajaran .....	309
D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu .....	310
E. Materi Esensial .....	310
F. Kegiatan Pembelajaran .....	318
G. Penilaian .....	338
H. Program Remedial dan Pengayaan .....	339
I. Interaksi dengan Orang Tua .....	343
J. Kunci Uji Kompetensi .....	343
K. Proyek .....	346
<b>Bab VIII Sistem Ekskresi .....</b>	<b>348</b>
A. Pengantar .....	348
B. KI dan KD pada Materi Sistem Ekskresi .....	348
C. Tujuan Pembelajaran .....	349

D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu .....	349
E. Materi Esensial .....	350
F. Kegiatan Pembelajaran .....	352
G. Penilaian .....	367
H. Program Remedial dan Pengayaan .....	368
I. Interaksi dengan Orang Tua .....	371
J. Kunci Uji Kompetensi .....	371
K. Proyek .....	375

## Bab IX Materi Indera Pendengaran dan Sistem Sonar pada

<b>Makhluk Hidup .....</b>	<b>377</b>
A. Pengantar .....	377
B. KI dan KD pada Materi Indera Pendengaran dan Sistem Sonar pada Makhluk Hidup .....	378
C. Tujuan Pembelajaran .....	379
D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu .....	379
E. Materi Esensial .....	379
F. Kegiatan Pembelajaran .....	381
G. Penilaian .....	406
H. Program Remedial dan Pengayaan .....	407
I. Interaksi dengan Orang Tua .....	412
J. Kunci Uji Kompetensi .....	412
K. Proyek .....	415

## Bab X Indera Penglihatan dan Alat Optik .....

A. Pengantar .....	416
B. KI dan KD pada Materi Indera Penglihatan dan Alat Optik .....	416
C. Tujuan Pembelajaran .....	417
D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu .....	418
E. Materi Esensial .....	419
F. Kegiatan Pembelajaran .....	422
G. Penilaian .....	438
H. Program Remedial dan Pengayaan .....	439
I. Interaksi dengan Orang Tua .....	442
J. Kunci Uji Kompetensi .....	442
K. Proyek .....	446

Bab XI Sistem Tata Surya dan Kehidupan di Bumi .....	499
A. Pengantar .....	499
B. KI dan KD pada Materi Sistem Tata Surya dan Kehidupan di Bumi .....	499
C. Tujuan Pembelajaran .....	450
D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu .....	451
E. Materi Esensial .....	452
F. Kegiatan Pembelajaran .....	452
G. Penilaian .....	461
H. Program Remedial dan Pengayaan .....	463
I. Interaksi dengan Orang Tua .....	468
J. Kunci Uji Kompetensi .....	468
Glosarium .....	471
Indeks .....	479
Daftar pustaka .....	487



# Bab I

## Pembelajaran IPA

### A. Mengenal IPA

IPA (ilmu pengetahuan alam) dikenal juga dengan istilah sains. Kata sains berasal dari bahasa Latin yaitu *scientia* yang berarti "saya tahu". Dalam bahasa Inggris, kata sains berasal dari kata *science* yang berarti "pengetahuan". Secara umum, *science* meliputi *natural science* yang selanjutnya dikenal dengan IPA, dan *social science* yang selanjutnya dikenal dengan IPS.

IPA merupakan cabang ilmu pengetahuan yang berawal dari fenomena alam. IPA didefinisikan dengan pengetahuan yang sistematis dan disusun dengan menghubungkan gejala-gejala alam yang bersifat kebendaan dan didasarkan pada hasil **pengamatan** dan **induksi**. IPA juga didefinisikan sebagai sekumpulan pengetahuan tentang objek dan fenomena alam yang diperoleh dari hasil pemikiran dan penyelidikan ilmuwan yang dilakukan dengan **keterampilan bereksperimen** dengan menggunakan **metode ilmiah (Pudjadi, 1999)**. Definisi tersebut memberi pengertian bahwa IPA merupakan cabang ilmu pengetahuan yang dibangun berdasarkan pengamatan dan klasifikasi data, dan biasanya disusun dan diverifikasi dalam hukum-hukum yang bersifat kuantitatif, yang melibatkan aplikasi penalaran matematis dan analisis data terhadap gejala-gejala alam.

IPA juga dijelaskan sebagai kumpulan pengetahuan dan cara-cara untuk mendapatkan dan mempergunakan pengetahuan itu. IPA merupakan kombinasi dua unsur utama, yaitu proses dan produk yang tidak terpisahkan. IPA sebagai proses meliputi keterampilan proses dan sikap ilmiah yang diperlukan untuk memperoleh dan mengembangkan pengetahuan; sedangkan sains sebagai produk berupa kumpulan pengetahuan yang meliputi fakta, konsep, generalisasi, prinsip, teori dan hukum. Keterampilan proses sains adalah keterampilan yang digunakan peserta didik untuk menyelidiki dunia di sekitar mereka dan untuk membangun konsep ilmu pengetahuan, sedangkan sikap ilmiah adalah bagaimana para ilmuwan bersikap ketika melakukan proses dalam mendapatkan ilmu pengetahuan tersebut. Dengan

demikian, pada hakikatnya IPA merupakan ilmu pengetahuan tentang gejala alam berupa fakta, konsep, prinsip dan hukum yang teruji kebenarannya dan melalui suatu rangkaian kegiatan dalam metode ilmiah.

Setiap disiplin ilmu memiliki ciri-ciri khusus. Berikut ini adalah ciri-ciri khusus yang dimiliki oleh IPA, disarikan dari berbagai sumber oleh Zubaidah, dkk (2013a).

1. IPA mempunyai nilai ilmiah, yaitu memiliki kebenaran yang dapat dibuktikan oleh semua orang dengan menggunakan metode ilmiah dan prosedur seperti yang dilakukan terdahulu oleh penemunya.
2. IPA merupakan suatu kumpulan pengetahuan yang tersusun secara sistematis, dan dalam penggunaannya secara umum terbatas pada gejala-gejala alam.
3. IPA merupakan pengetahuan yang diperoleh dengan cara khusus. IPA diperoleh dengan melakukan observasi, eksperimentasi, penyimpulan data, dan penyusunan teori. Kegiatan tersebut kemudian bisa dilanjutkan lagi dengan kegiatan observasi lagi, eksperimentasi lagi, dan demikian seterusnya kait mengkait antara cara yang satu dengan cara yang lain. Cara yang demikian ini dikenal dengan metode ilmiah (**scientific method**).
4. IPA meliputi empat unsur, yaitu produk, proses, aplikasi dan sikap. Produk dapat berupa fakta, prinsip, teori, dan hukum. Proses merupakan prosedur pemecahan masalah melalui metode ilmiah. Aplikasi merupakan penerapan metode atau kerja ilmiah dan konsep IPA dalam kehidupan sehari-hari. Sikap merupakan rasa ingin tahu tentang obyek, fenomena alam, makhluk hidup, serta hubungan sebab akibat yang menimbulkan masalah baru yang dapat dipecahkan melalui prosedur yang benar.

Produk IPA diperoleh melalui suatu proses berpikir dan bertindak dalam menghadapi atau merespons masalah-masalah yang ada di lingkungan, yang kemudian dikenal sebagai **proses ilmiah**. Sejumlah proses IPA yang dikembangkan para ilmuwan dalam mencari pengetahuan dan kebenaran ilmiah itulah yang kemudian disebut sebagai **keterampilan proses IPA**. Berbagai sumber yang dirujuk Zubaidah, dkk (2013a, 2013b), menyatakan bahwa keterampilan proses IPA dapat digolongkan menjadi keterampilan proses dasar (*basic skills*) dan keterampilan proses terintegrasi (*integrated skills*), sekalipun komponennya ada yang sama dan ada yang berbeda. Keterampilan proses, baik keterampilan proses dasar maupun keterampilan proses terintegrasi, harus dilatihkan kepada peserta didik agar peserta didik tidak hanya menjadi penerima informasi, tetapi juga dapat melakukan pencarian informasi terkait dengan hal-hal yang dipelajari. Terkait dengan sistem penilaian, keterampilan proses yang dilatihkan kepada peserta didik juga harus diukur melalui penilaian yang berkesinambungan, yang dikenal dengan penilaian autentik. Tentang penilaian, akan dijelaskan lebih

lanjut pada bagian lain di buku guru ini. Berikut dijelaskan macam-macam keterampilan proses dasar dan keterampilan proses terintegrasi.

## 1. Keterampilan Proses Dasar

### a. Mengamati

Mengamati adalah kegiatan yang melibatkan alat indera, seperti melihat, mendengar, meraba, merasakan, dan mencium. Pada tahap pengamatan orang hanya mengatakan kejadian yang mereka lihat, dengar, raba, rasa, dan cium. Pada tahap ini seseorang belajar mengumpulkan petunjuk. *Contoh: merasakan air gula dengan lidah, meraba permukaan daun dengan ujung jari, mendengarkan bunyi gitar yang dipetik dengan telinga, dan sebagainya.*

### b. Menggolongkan/mengklasifikasi

Menggolongkan adalah memilah berbagai obyek atau peristiwa berdasarkan **persamaan sifat** khususnya, sehingga diperoleh kelompok sejenis dari objek atau peristiwa yang dimaksud. Pada kegiatan menggolongkan, dikembangkan kemampuan menghimpun hasil pengamatan dan menyajikan dalam bentuk tabel hasil pengamatan, kemudian memilah hasil pengamatan sesuai sifat khusus yang dimiliki oleh obyek atau peristiwa serta menyajikannya dalam tabel klasifikasi atau pengelompokan.

### c. Mengukur

Mengukur adalah kegiatan membandingkan benda yang diukur dengan satuan ukuran tertentu yang telah ditetapkan sebelumnya. Kegiatan mengukur memerlukan bantuan alat-alat ukur yang sesuai dengan benda yang diukur. *Contoh: mengukur diameter kelereng dengan menggunakan mikrometer sekrup, dan mengukur panjang baju dengan meteran gulung.*

### d. Mengomunikasikan

Mengomunikasikan adalah kegiatan **menyampaikan** perolehan fakta, konsep dan prinsip ilmu pengetahuan dalam berbagai bentuk seperti laporan tertulis (tabel, grafik, gambar, atau lainnya), maupun audio, visual, atau audio visual. *Contoh: membuat laporan penyelidikan dan mempresentasikan hasil pengamatan.*

### e. Menginterpretasi data

Menginterpretasi adalah **memberi makna** pada data yang diperoleh dari pengamatan karena data tidak berarti apa-apa sebelum diartikan. *Contoh: Pada Tabel 1.1. ditunjukkan data pengukuran suhu pada pemanasan 500 cc air selama 15 menit dengan frekuensi pengukuran setiap 3 menit.*

**Tabel 1.1** Data Hasil Pengukuran Suhu

No	Frekuensi pengukuran	Suhu
1	0 menit	28°C
2	3 menit ke 1	42,5°C
3	3 menit ke-2	57°C
4	3 menit ke-3	73°C
5	3 menit ke-4	85,5°C
6	3 menit ke-5	97,5°C mendidih

Hasil interpretasi terhadap terjadinya kenaikan suhu selama pemanasan:

Sampai pada 3 menit ke-2, kenaikan suhu tiap 3 menit konstan, yaitu 14,5°C. Kenaikan suhu sesudah 3 menit ke-2 tidak teratur lagi. Kemungkinan penyebab tidak konstannya kenaikan suhu adalah faktor pemanasan yang berubah-ubah, sehingga kalor yang diserap air juga tidak konstan. Banyaknya kalor dalam suatu zat menentukan suhu zat itu.

#### **f. Memprediksi**

Memprediksi ialah menduga sesuatu yang akan terjadi berdasarkan pola-pola peristiwa atau fakta yang sudah terjadi. Prediksi dilakukan dengan cara mengenal kesamaan berdasarkan pengetahuan yang sudah ada, mengenal kebiasaan terjadinya suatu peristiwa **berdasarkan pola kecenderungan**. Prediksi didasarkan pada observasi dan penarikan kesimpulan mengenai hubungan antara peristiwa-peristiwa yang diobservasi.

#### **g. Menggunakan alat**

Menggunakan alat adalah kegiatan merangkai dan memanfaatkan alat untuk kegiatan percobaan.

#### **h. Melakukan percobaan**

Melakukan percobaan adalah keterampilan untuk melakukan **pengujian** terhadap ide-ide yang bersumber dari fakta, konsep, dan prinsip ilmu pengetahuan sehingga dapat diperoleh informasi yang menerima atau menolak ide-ide itu.

#### **i. Menyimpulkan**

Menyimpulkan adalah keterampilan **memutuskan** keadaan suatu objek berdasarkan fakta, konsep, prinsip yang diketahui. *Contoh: Data peranan air terhadap pertumbuhan pada lima pot tanaman kacang tanah memberikan informasi bahwa tanaman kacang tanah pada pot kelima (yang tidak diberi air) ternyata tidak dapat tumbuh baik seperti pada keempat pot lainnya yang*

*diberi air. Diprediksikan tanaman pada pot kelima akan mati karena tanda-tanda pertumbuhan tidak berlanjut seperti pada empat tanaman lainnya. Dari fakta tersebut menunjukkan tanaman yang diberi air terus tumbuh, sementara yang tidak diberi air akan mati. Jadi dapat disimpulkan tanaman memerlukan air untuk pertumbuhannya.*

## **2. Keterampilan Proses Terintegrasi**

### **a. Merumuskan masalah**

Merumuskan masalah merupakan proses memfokuskan masalah yang diteliti yang dirumuskan dalam bentuk kalimat pertanyaan. Masalah tersebut dirumuskan sedemikian rupa sehingga dapat dijawab dengan pengamatan dan percobaan.

### **b. Mengidentifikasi variabel**

Mengidentifikasi variabel merupakan suatu kegiatan menentukan jenis variabel dalam suatu penelitian. Variabel adalah obyek penelitian, atau apa yang menjadi titik perhatian suatu penelitian.

### **c. Mendeskripsikan hubungan antar variabel**

Mendeskripsikan hubungan antar variabel merupakan proses menjelaskan cara penelitian dilaksanakan, dan jenis data apa yang harus dikumpulkan.

### **d. Mengendalikan variabel**

Mengendalikan variabel merupakan kegiatan mengatur variasi atau macam-macam suatu variabel percobaan.

### **e. Merumuskan hipotesis**

Hipotesis merupakan dugaan atau jawaban sementara dari peneliti terhadap permasalahan penelitian yang telah dirumuskan. Hipotesis dirumuskan berdasarkan hasil kajian teori yang relevan. Jawaban sementara tersebut kemudian diuji kebenarannya melalui percobaan atau penyelidikan.

### **f. Merancang penelitian**

Merancang penelitian merupakan kegiatan ilmiah yang mencakup beberapa keterampilan proses. Secara berurutan kegiatan merancang penelitian minimal terdiri atas proses-proses IPA: (1) membuat pertanyaan-pertanyaan (merumuskan masalah), (2) merumuskan hipotesis, (3) memilih alat, bahan dan merancang cara kerja percobaan untuk menguji hipotesis, (4) mengumpulkan data, (5) menganalisis data, (6) membuat kesimpulan.

### g. Melakukan percobaan

Keterampilan proses melakukan percobaan dilakukan untuk membangun konsep-konsep, prinsip-prinsip IPA, membangun teori baru, atau menerapkan teori.

### h. Memeroleh dan menyajikan data

Data yang diperoleh dari percobaan dicatat, disusun secara sistematis, dan disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan/atau gambar sesuai dengan jenis datanya.

### i. Menganalisis data

Data percobaan yang telah disusun, selanjutnya dianalisis sebelum ditarik kesimpulannya. Kegiatan menganalisis data diartikan sebagai menginterpretasi data. Hasil interpretasi data dibandingkan dan diintegrasikan dengan teori yang relevan dengan masalah penyelidikan, dan/atau dibandingkan dan diintegrasikan dengan temuan penelitian lain yang relevan.

## B. Bagaimana Belajar IPA

Belajar merupakan proses pencapaian kompetensi, keterampilan dan sikap. IPA berhubungan dengan **cara mencari tahu tentang alam secara sistematis**, sehingga belajar IPA bukan hanya belajar tentang kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan suatu **proses penemuan**.

Belajar IPA memiliki karakteristik berikut ini (disarikan dari berbagai sumber oleh Zubaidah, dkk, 2013a).

1. Proses belajar IPA melibatkan semua alat indera, seluruh proses berpikir, dan berbagai macam gerakan otot. *Contoh: untuk mempelajari pemuatan pada benda, diperlukan serangkaian kegiatan yang melibatkan indera penglihat untuk mengamati perubahan ukuran benda (panjang, luas, atau volume), melibatkan gerakan otot untuk melakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur yang sesuai dengan benda yang diukur dan cara pengukuran yang benar, agar diperoleh data pengukuran kuantitatif yang akurat.*
2. Belajar IPA dilakukan dengan menggunakan berbagai macam cara, *misalnya, observasi, eksplorasi, dan eksperimentasi.*
3. Belajar IPA memerlukan berbagai macam alat dan bahan, terutama untuk membantu pengamatan. Hal ini dilakukan karena kemampuan alat indera manusia itu sangat terbatas. Selain itu, ada keterbatasan hasil dan proses bila data yang kita peroleh hanya berdasarkan pengamatan dengan indera. Hal ini akan memberikan hasil yang kurang obyektif, sementara

itu IPA mengutamakan obyektivitas. *Contoh: proses untuk mengukur suhu benda diperlukan alat bantu pengukur suhu yaitu termometer.*

4. Belajar IPA seringkali melibatkan kegiatan-kegiatan temu ilmiah, studi kepustakaan, mengunjungi suatu objek, dan yang lainnya.
5. Belajar IPA merupakan proses aktif. Belajar IPA merupakan sesuatu yang harus **dilakukan peserta didik**, bukan sesuatu yang **dilakukan untuk peserta didik**. Dalam belajar IPA, peserta didik mengamati obyek dan peristiwa, mengajukan pertanyaan, memperoleh pengetahuan, menyusun penjelasan tentang gejala alam, menguji penjelasan tersebut dengan cara-cara yang berbeda, dan mengomunikasikan gagasannya pada pihak lain. Keaktifan secara fisik saja tidak cukup untuk belajar IPA, peserta didik juga harus memperoleh pengalaman berpikir melalui kebiasaan berpikir. Keaktifan dalam belajar IPA terletak pada dua segi, yaitu aktif bertindak secara fisik atau *hands-on* dan aktif berpikir atau *minds-on* (National Research Council, 1996). Keaktifan secara fisik saja tidak cukup, tetapi peserta didik juga harus memperoleh pengalaman berpikir melalui kebiasaan berpikir dalam belajar. Kebiasaan berpikir menurut Marzano, *dkk.* (1993) merupakan aspek tertinggi dalam dimensi belajar, yang meliputi 1) sikap dan persepsi tentang belajar (*attitudes and perceptions about learning*), 2) perolehan dan pengintegrasian pengetahuan (*acquiring and integrating knowledge*), 3) pengembangan dan seleksi pengetahuan (*extending and refining knowledge*), 4) penggunaan pengetahuan secara bermakna (*using knowledge meaningfully*), dan 5) kebiasaan berpikir (*habits of mind*). Berdasarkan hal tersebut, para ahli pembelajaran IPA menyatakan bahwa pembelajaran IPA seyogianya melibatkan peserta didik dalam berbagai ranah, yaitu ranah kognitif, psikomotorik, dan afektif.

Berdasarkan karakteristik IPA, pembelajaran IPA diarahkan untuk mengajak peserta didik mencari tahu dan berbuat sehingga membantu peserta didik untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang alam sekitar. Pembelajaran IPA melibatkan peserta didik dalam penyelidikan dengan bimbingan guru. Pembelajaran IPA berorientasi inkuiri, dengan interaksi antara peserta didik dengan guru dan peserta didik lainnya. Peserta didik mengaitkan pengetahuan yang dipelajari dengan pengetahuan yang dimilikinya, menerapkan konsep IPA yang dipelajari dengan mengajukan pertanyaan, peserta didik memecahkan permasalahan dengan menggunakan pengetahuan yang dimilikinya, merencanakan dan membuat keputusan, melakukan kegiatan diskusi kelompok, dan memperoleh penilaian yang transparan. Pembelajaran IPA yang berpusat pada peserta didik dan menekankan pentingnya belajar aktif berarti mengubah persepsi tentang guru yang selalu memberikan informasi dan menjadi sumber pengetahuan bagi peserta didik (National Research Council, 1996).

Pembelajaran IPA di sekolah hendaknya menekankan pada pemberian pengalaman belajar secara langsung melalui penggunaan dan pengembangan keterampilan proses serta sikap ilmiah, untuk mengembangkan kompetensi. Pembelajaran IPA sebaiknya dilaksanakan metode ilmiah untuk menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja dan bersikap ilmiah serta mengomunikasikannya sebagai aspek penting kecakapan hidup. Di antara sikap ilmiah yang dapat dikembangkan melalui pembelajaran IPA adalah berikut ini.

- a. Obyektif terhadap fakta. Obyektif artinya menyatakan segala sesuatu sesuai fakta tidak dicampuri oleh perasaan senang atau tidak senang.
- b. Tidak tergesa-gesa mengambil kesimpulan bila belum cukup data yang mendukung kesimpulan itu.
- c. Berhati terbuka artinya bersedia menerima pandangan atau gagasan orang lain, walaupun gagasan tersebut bertentangan dengan penemuannya sendiri. Sementara itu, jika gagasan orang lain memiliki cukup data yang mendukung gagasan tersebut maka ilmuwan tersebut tidak ragu menolak temuannya sendiri.
- d. Tidak mencampur-adukkan fakta dengan pendapat tanpa landasan kuat.
- e. Bersikap hati-hati. Sikap hati-hati ini ditunjukkan oleh ilmuwan dalam bentuk cara kerja yang didasarkan pada sikap penuh pertimbangan, tidak ceroboh, selalu bekerja sesuai prosedur yang telah ditetapkan, termasuk di dalamnya sikap tidak cepat mengambil kesimpulan. Pengambilan kesimpulan dilakukan dengan penuh kehati-hatian berdasarkan fakta-fakta pendukung yang benar-benar akurat.
- f. Sikap ingin menyelidiki atau keingintahuan (*curiosity*) yang tinggi. Bagi seorang ilmuwan hal yang dianggap biasa oleh orang pada umumnya, hal itu merupakan hal penting dan layak untuk diselidiki. Sebagai contoh, orang menganggap hal yang biasa ketika melihat benda-benda jatuh, tetapi tidak biasa bagi seorang Isaac Newton pada waktu itu. Newton berpikir keras mengapa buah apel jatuh ketika dia sedang duduk istirahat di bawah pohon tersebut. Pemikiran ini ditindaklanjuti dengan menyelidiki selama bertahun-tahun sehingga ditemukan hukum Gravitasi.

Berdasarkan karakteristik belajar dan pembelajaran IPA seperti telah dijelaskan, pembelajaran IPA di sekolah diharapkan dapat menjadi wahana bagi peserta didik untuk mempelajari diri sendiri dan alam sekitar, dan prospek pengembangan lebih lanjut dalam menerapkannya di dalam kehidupan sehari-hari. Cakupan IPA yang dipelajari di sekolah tidak hanya berupa kumpulan fakta tetapi juga proses perolehan fakta yang didasarkan pada kemampuan menggunakan pengetahuan dasar IPA untuk memprediksi atau menjelaskan berbagai fenomena yang berbeda dalam kehidupan sehari-hari.

Keterkaitan IPA dengan permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari, akan mempermudah peserta didik untuk mempelajari konsep-konsep atau prinsip-prinsip IPA, dan berdampak positif karena peserta didik semakin memahami permasalahan IPA dalam kehidupan sehari-hari. Pada saatnya kelak, hal demikian akan sangat membantu peserta didik untuk mempermudah mempelajari konsep-konsep atau prinsip-prinsip IPA yang lebih tinggi. Pemahaman IPA yang memadai akan membantu peserta didik mampu memecahkan permasalahannya yang berkaitan dengan IPA dalam kehidupan sehari-hari serta mampu melakukan langkah-langkah pengembangan lebih lanjut untuk kepentingan hidupnya. Dengan kata lain, kerangka belajar IPA, dapat dijadikan landasan berpikir bagi peserta didik dalam mengatasi permasalahan yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari.

### C. Proses Pembelajaran IPA

Pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran IPA diharapkan dapat menjadi wahana bagi peserta didik untuk mempelajari diri sendiri dan alam sekitar, serta prospek pengembangan lebih lanjut dalam menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Proses pembelajaran IPA sebaiknya dilaksanakan secara inkuiri ilmiah (*scientific inquiry*) untuk menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja dan bersikap ilmiah serta mengkomunikasikannya sebagai aspek penting kecakapan hidup. Oleh karena itu pembelajaran IPA di sekolah sebaiknya ditekankan pada pemberian pengalaman belajar secara langsung melalui penggunaan dan pengembangan keterampilan proses dan sikap ilmiah.

Proses pembelajaran IPA di sekolah hendaknya mengacu pada Pedoman Umum Pembelajaran (Lampiran IV) dari Permendikbud RI Nomor 81A Tahun 2013 sebagai berikut. Secara prinsip, kegiatan pembelajaran merupakan proses yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan potensi mereka dalam sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang diperlukan dirinya untuk hidup dan untuk bermasyarakat, berbangsa, serta berkontribusi pada kesejahteraan hidup umat manusia. Oleh karena itu, kegiatan pembelajaran diarahkan untuk memberdayakan semua potensi peserta didik menjadi kompetensi yang diharapkan.

Lebih lanjut, pembelajaran harus diarahkan untuk memfasilitasi pencapaian kompetensi yang telah dirancang dalam dokumen kurikulum agar setiap individu mampu menjadi pembelajar mandiri sepanjang hayat, dan pada gilirannya mereka menjadi komponen penting untuk mewujudkan masyarakat belajar. Kualitas lain yang dikembangkan kurikulum dan harus

terrealisasikan dalam proses pembelajaran antara lain kreativitas, kemandirian, kerja sama, solidaritas, kepemimpinan, empati, toleransi dan kecakapan hidup peserta didik guna membentuk watak.

Untuk mencapai kualitas yang telah dirancang dalam dokumen kurikulum, kegiatan pembelajaran perlu menggunakan prinsip yang: (1) berpusat pada peserta didik, (2) mengembangkan kreativitas peserta didik, (3) menciptakan kondisi menyenangkan dan menantang, (4) bermuatan nilai, etika, estetika, logika, dan kinestetika, dan (5) menyediakan pengalaman belajar yang beragam melalui penerapan berbagai strategi dan metode pembelajaran yang menyenangkan, kontekstual, efektif, efisien, dan bermakna. Di dalam pembelajaran, peserta didik didorong untuk menemukan informasi, mengecek informasi baru, mengaitkan informasi baru dengan pengetahuan dengan yang sudah ada dalam ingatannya, dan melakukan pengembangan menjadi informasi atau kemampuan yang sesuai dengan lingkungan, tempat dan waktu ia hidup.

Kurikulum 2013 menganut pandangan dasar bahwa pengetahuan tidak dapat dipindahkan begitu saja dari guru ke peserta didik. Peserta didik adalah subyek yang memiliki kemampuan untuk aktif mencari, mengolah, mengkonstruksi, dan menggunakan pengetahuan. Hal ini menyebabkan pembelajaran harus berkenaan dengan pemberian kesempatan kepada peserta didik untuk mengkonstruksi pengetahuan dalam proses kognitifnya. Agar benar-benar memahami dan dapat menerapkan pengetahuan, peserta didik perlu didorong untuk bekerja memecahkan masalah, menemukan segala sesuatu untuk dirinya, dan berupaya keras mewujudkan ide-idenya. Guru memberikan kemudahan untuk proses tersebut, dengan mengembangkan suasana belajar yang memberi kesempatan peserta didik untuk menemukan, menerapkan ide-ide mereka sendiri, menjadi sadar dan secara sadar menggunakan strategi mereka sendiri untuk belajar. Guru mengembangkan kesempatan belajar kepada peserta didik untuk meniti anak tangga yang membawa peserta didik ke pemahaman yang lebih tinggi, yang semula dilakukan dengan bantuan guru tetapi semakin lama semakin mandiri. Pemahaman pembelajaran bergeser dari “diberi tahu” menjadi “aktif mencari tahu”.

Kurikulum 2013 mengembangkan dua proses pembelajaran yaitu proses pembelajaran langsung dan proses pembelajaran tidak langsung. **Pembelajaran langsung** adalah proses pendidikan di mana peserta didik mengembangkan pengetahuan, kemampuan berpikir dan keterampilan psikomotorik melalui interaksi langsung dengan sumber belajar yang dirancang dalam silabus dan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) berupa kegiatan-kegiatan pembelajaran. Dalam pembelajaran langsung tersebut peserta didik melakukan kegiatan belajar mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi atau menganalisis, dan mengkomunikasikan apa

yang sudah ditemukannya dalam kegiatan analisis. Proses pembelajaran langsung **menghasilkan pengetahuan dan keterampilan langsung**, yang disebut dengan *instructional effect*.

Pada pedoman Umum Pembelajaran (Lampiran IV) dari Permendikbud RI Nomor 81A Tahun 2013 dinyatakan bahwa **pembelajaran tidak langsung** adalah proses pendidikan yang terjadi selama proses pembelajaran langsung tetapi tidak dirancang dalam kegiatan khusus. Pembelajaran tidak langsung berkenaan dengan **pengembangan nilai dan sikap**. Berbeda dengan pengetahuan tentang nilai dan sikap yang dilakukan dalam proses pembelajaran langsung oleh mata pelajaran tertentu, pengembangan sikap sebagai proses pengembangan moral dan perilaku dilakukan oleh seluruh mata pelajaran dan dalam setiap kegiatan yang terjadi di kelas, sekolah, dan masyarakat. Oleh karena itu, dalam proses pembelajaran Kurikulum 2013, semua kegiatan yang terjadi selama belajar di sekolah, baik dalam kegiatan kurikuler, kokurikuler, maupun ekstrakurikuler terjadi proses pembelajaran untuk mengembangkan moral dan perilaku yang terkait dengan sikap.

Pembelajaran langsung dan pembelajaran tidak langsung terjadi secara terintegrasi dan tidak terpisah. Pembelajaran langsung berkenaan dengan pembelajaran yang menyangkut KD yang dikembangkan dari KI-3 dan KI-4. Keduanya, dikembangkan secara bersamaan dalam suatu proses pembelajaran dan menjadi wahana untuk mengembangkan KD pada KI-1 dan KI-2. Pembelajaran tidak langsung berkenaan dengan pembelajaran yang menyangkut KD yang dikembangkan dari KI-1 dan KI-2.

Proses pembelajaran terdiri atas lima pengalaman belajar pokok berikut ini.

1. Mengamati
2. Menanya
3. Mengumpulkan informasi
4. Mengasosiasi
5. Mengomunikasikan

Kelima pembelajaran pokok tersebut dapat dirinci dalam berbagai kegiatan belajar sebagaimana tercantum dalam Tabel 1.1.1.

**Tabel 1.1.1.** Keterkaitan antara Langkah Pembelajaran dengan Kegiatan Belajar dan Maknanya (Lampiran 4 Permendikbud 81A Tahun 2013)

LANGKAH PEMBELAJARAN	KEGIATAN BELAJAR	KOMPETENSI YANG DIKEMBANGKAN
Mengamati	Melihat (tanpa atau dengan alat), membaca, mendengar, menyimak, mengidentifikasi	Melatih kesungguhan, ketelitian, mencari informasi

LANGKAH PEMBELAJARAN	KEGIATAN BELAJAR	KOMPETENSI YANG DIKEMBANGKAN
Menanya	Mengajukan pertanyaan tentang informasi yang tidak dipahami dari apa yang diamati atau pertanyaan untuk	Mengembangkan kreativitas, rasa ingin tahu, kemampuan merumuskan pertanyaan Mengembangkan kreativitas, rasa ingin tahu,
	dari apa yang diamati atau pertanyaan untuk mendapatkan informasi tambahan tentang apa yang diamati (dimulai dari pertanyaan faktual sampai ke pertanyaan yang bersifat hipotetik)	Mengembangkan kreativitas, rasa ingin tahu, kemampuan merumuskan pertanyaan untuk berpikir kritis untuk hidup cerdas dan belajar sepanjang hayat
Mengumpulkan informasi/ eksperimen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan eksperimen</li> <li>- Membaca sumber lain selain buku teks</li> <li>- Mengamati objek/kejadian/aktivitas</li> <li>- Mewawancarai dengan nara sumber</li> </ul>	Mengembangkan sikap teliti, jujur, sopan, menghargai pendapat orang lain, kemampuan berkomunikasi, menerapkan kemampuan mengumpulkan informasi melalui berbagai cara, mengembangkan kebiasaan belajar dan belajar sepanjang hayat.
Mengasosiasikan/ mengolah informasi	Mengolah informasi yang sudah dikumpulkan, baik dari hasil kegiatan eksperimen maupun kegiatan mengamati dan mengumpulkan informasi. Pengolahan informasi yang dikumpulkan dari yang bersifat menambah keluasan dan kedalaman sampai kepada pengolahan informasi yang bersifat mencari solusi dari berbagai sumber yang memiliki pendapat yang berbeda sampai kepada yang bertentangan	Mengembangkan sikap jujur, teliti, disiplin, taat aturan, kerja keras, kemampuan menerapkan prosedur, kemampuan berpikir induktif dan deduktif dalam menyimpulkan

LANGKAH PEMBELAJARAN	KEGIATAN BELAJAR	KOMPETENSI YANG DIKEMBANGKAN
Mengomunikasikan	Menyampaikan hasil pengamatan, kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya	Mengembangkan sikap jujur, teliti, toleransi, kemampuan berpikir sistematis, mengungkapkan pendapat dengan singkat dan jelas, dan mengembangkan kemampuan berbahasa yang baik dan benar.

Berikut ini adalah contoh aplikasi dari kelima kegiatan belajar (*learning event*) yang diuraikan dalam Tabel 1.1.1., yang diambil dari pedoman Umum Pembelajaran (Lampiran IV) dari Permendikbud RI Nomor 81A Tahun 2013.

### 1. Mengamati

Dalam kegiatan mengamati, guru membuka kesempatan secara luas peserta didik untuk melakukan pengamatan melalui kegiatan: melihat, menyimak, mendengar, dan membaca. Guru memfasilitasi peserta didik untuk melakukan pengamatan, melatih mereka untuk memperhatikan (melihat, membaca, mendengar) hal yang penting dari suatu benda atau objek.

### 2. Menanya

Selama kegiatan mengamati dan dalam kegiatan menanya, guru membuka kesempatan secara luas kepada peserta didik untuk bertanya mengenai apa yang dilihat, disimak, dibaca atau dilihat. **Guru perlu membimbing peserta didik untuk dapat mengajukan pertanyaan:** pertanyaan tentang yang hasil pengamatan objek yang konkrit sampai kepada yang abstrak berkenaan dengan fakta, konsep, prosedur, atau hal lain yang lebih abstrak. Pertanyaan yang bersifat faktual sampai kepada pertanyaan yang bersifat hipotetik. Dari situasi di mana peserta didik dilatih menggunakan pertanyaan dari guru (masih memerlukan bantuan guru untuk mengajukan pertanyaan) sampai ke tingkat di mana peserta didik mampu mengajukan pertanyaan secara mandiri. Melalui kegiatan bertanya dikembangkan rasa ingin tahu peserta didik. Semakin terlatih dalam bertanya maka rasa ingin tahu semakin dapat dikembangkan. Pertanyaan tersebut menjadi dasar untuk mencari informasi yang lebih lanjut dan beragam dari sumber yang ditentukan guru sampai yang ditentukan peserta didik, dari sumber yang tunggal sampai sumber yang beragam.

### 3. Mengumpulkan dan mengasosiasikan informasi

Tindak lanjut dari bertanya adalah menggali dan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber melalui berbagai cara. Untuk itu peserta didik dapat membaca buku yang lebih banyak, memperhatikan fenomena atau objek yang lebih teliti, atau bahkan melakukan eksperimen. Dari kegiatan tersebut terkumpul sejumlah informasi. Informasi tersebut menjadi dasar bagi kegiatan berikutnya yaitu memroses informasi untuk menemukan keterkaitan satu informasi dengan informasi lainnya, menemukan pola dari keterkaitan informasi dan bahkan mengambil berbagai kesimpulan dari pola yang ditemukan.

### 4. Mengomunikasikan hasil

Kegiatan berikutnya adalah menuliskan atau menceritakan apa yang ditemukan dalam kegiatan mencari informasi, mengasosiasikan dan menemukan pola. Hasil tersebut dikemukakan di kelas dan dinilai oleh guru sebagai hasil belajar peserta didik atau kelompok peserta didik tersebut.

Tahapan proses pembelajaran di kelas hendaknya mempedomani Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah (Permendikbud RI Nomor 65 Tahun 2013) dan Pedoman Umum Pembelajaran (Lampiran IV) pada Permendikbud RI Nomor 81A Tahun 2013 sebagai berikut.

#### 1. Kegiatan Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan, guru melakukan kegiatan berikut ini.

- a. Menyiapkan peserta didik secara psikis dan fisik untuk mengikuti proses pembelajaran.
- b. Mengajukan pertanyaan-pertanyaan tentang materi yang sudah dipelajari dan mengaitkannya dengan materi yang akan dipelajari.
- c. Mengantarkan peserta didik kepada suatu permasalahan atau tugas yang akan dilakukan untuk mempelajari suatu materi dan menjelaskan tujuan pembelajaran atau kompetensi dasar yang akan dicapai.
- d. Menyampaikan garis besar cakupan materi dan penjelasan tentang kegiatan yang akan dilakukan peserta didik untuk menyelesaikan permasalahan atau tugas.
- e. Menyampaikan keselamatan laboratorium atau keselamatan kerja, jika kegiatan peserta didik berhubungan dengan alat dan bahan yang berpotensi membahayakan.

#### 2. Kegiatan Inti

Kegiatan inti merupakan proses pembelajaran untuk mencapai tujuan. Kegiatan inti dilakukan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan,

menantang, memotivasi peserta didik untuk secara aktif menjadi pencari informasi, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. Kegiatan inti menggunakan model pembelajaran, metode pembelajaran, media pembelajaran, dan sumber belajar yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik dan mata pelajaran. Pemilihan pendekatan saintifik dan/atau inkuiri (*inquiry*) dan penemuan (*discovery*) dan/atau pembelajaran yang menghasilkan karya berbasis pemecahan masalah (*project based learning*) disesuaikan dengan karakteristik kompetensi.

Kegiatan inti meliputi **proses** mengamati, menanya, mengumpulkan informasi atau eksperimen, mengolah informasi atau mengasosiasikan, dan mengomunikasikan (lihat kembali Tabel 1.1.1 dan penjelasannya). Untuk pembelajaran yang berkenaan dengan KD yang bersifat prosedur untuk melakukan sesuatu, guru memfasilitasi agar peserta didik dapat melakukan pengamatan terhadap pemodelan/demonstrasi oleh guru atau ahli, peserta didik menirukan, selanjutnya guru melakukan pengecekan dan pemberian umpan balik, dan latihan lanjutan kepada peserta didik.

Dalam setiap kegiatan, guru harus memperhatikan kompetensi yang terkait dengan sikap seperti jujur, teliti, kerja sama, toleransi, disiplin, taat aturan, menghargai pendapat orang lain yang tercantum dalam silabus dan RPP. Cara pengumpulan data sedapat mungkin relevan dengan jenis data yang dieksplorasi, misalnya di laboratorium, studio, lapangan, perpustakaan, dan sebagainya. Sebelum menggunakannya peserta didik harus tahu dan terlatih dilanjutkan dengan menerapkannya. Pada kegiatan-kegiatan di laboratorium, guru hendaknya memantau dan memastikan keselamatan kerja peserta didik. Guru perlu memastikan agar peserta didik menerapkan keselamatan kerja yang telah dijelaskan pada kegiatan pendahuluan.

### 3. Kegiatan Penutup

Dalam kegiatan penutup, guru bersama-sama dengan peserta didik dan/atau peserta didik sendiri membuat rangkuman/simpulan pelajaran, melakukan penilaian dan/atau refleksi terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan secara konsisten dan terprogram, memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran, merencanakan kegiatan tindak lanjut dalam bentuk pembelajaran remedi, program pengayaan, layanan konseling dan/atau memberikan tugas baik tugas individual maupun kelompok sesuai dengan hasil belajar peserta didik, dan menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya.

Perlu diingat kembali, bahwa KD-KD diorganisasikan ke dalam empat KI. KI-1 berkaitan dengan sikap diri terhadap Tuhan Yang Maha Esa. KI-2 berkaitan dengan karakter diri dan sikap sosial. KI-3 berisi KD tentang pengetahuan terhadap materi ajar, sedangkan KI-4 berisi KD tentang penyajian pengetahuan. KI-1, KI-2, dan KI-4 harus dikembangkan dan ditumbuhkan melalui proses pembelajaran setiap materi pokok yang tercantum dalam KI-3, untuk semua matapelajaran. KI-1 dan KI-2 tidak diajarkan langsung, tetapi dilaksanakan secara tidak langsung dalam kegiatan pembelajaran.



## Bab

# II

## Penilaian Pembelajaran IPA, Tindak Lanjut Penilaian, dan Interaksi Dengan Orang Tua

Penilaian merupakan serangkaian kegiatan untuk memperoleh, menganalisis, dan menafsirkan data tentang proses dan hasil belajar peserta didik yang dilakukan secara sistematis dan berkesinambungan, sehingga menjadi informasi yang bermakna dalam pengambilan keputusan. Penilaian dilakukan guru selama dan diakhir pembelajaran dengan menggunakan berbagai cara. Penjelasan tentang pada bagian berikut, diperoleh dari Permendikbud No. 66 tahun 2013 tentang Standar Penilaian dan Permendikbud No. 81A tahun 2013 tentang Pedoman Implementasi Kurikulum terutama Lampiran IV tentang Pedoman Umum Pembelajaran.

Penilaian proses pembelajaran IPA menggunakan pendekatan penilaian otentik (*authentic assesment*). Penilaian ini menilai kesiapan peserta didik, proses, dan hasil belajar secara utuh. Keterpaduan penilaian ketiga komponen tersebut akan menggambarkan kapasitas, gaya, dan perolehan belajar peserta didik atau bahkan mampu menghasilkan dampak instruksional (*instructional effect*) dan dampak pengiring (*nurturant effect*) dari pembelajaran. Penilaian otentik tidak hanya mengukur apa yang diketahui oleh peserta didik, tetapi mengukur apa yang dapat dilakukan oleh peserta didik. Sistem penilaian diupayakan berkelanjutan, dalam arti semua indikator ditagih, kemudian hasilnya dianalisis untuk menentukan pencapaian kompetensi dan untuk mengetahui kesulitan peserta didik. Hasil penilaian dianalisis untuk menentukan tindak lanjut. Tindak lanjut berupa perbaikan proses pembelajaran berikutnya, program remedial bagi peserta didik yang pencapaian kompetensinya di bawah ketuntasan, program pengayaan bagi peserta didik yang telah memenuhi ketuntasan, atau pelayanan konseling.

Berbagai metode dan instrumen, baik formal maupun informal, digunakan dalam penilaian untuk mengumpulkan informasi yang menyangkut semua perubahan belajar peserta didik. Penilaian dilakukan selama pembelajaran berlangsung (penilaian proses) dan setelah pembelajaran usai dilaksanakan (penilaian hasil/produk). Penilaian informal bisa berupa komentar-komentar guru yang diberikan/diucapkan selama proses pembelajaran. Saat peserta didik menjawab pertanyaan guru, saat peserta didik mengajukan pertanyaan kepada guru atau temannya, atau saat peserta didik memberikan komentar terhadap jawaban guru atau peserta didik lain. Berdasarkan kegiatan tersebut,

guru melakukan penilaian informal terhadap performansi peserta didik. Penilaian proses formal dan informal merupakan suatu teknik pengumpulan informasi yang dirancang untuk mengidentifikasi dan merekam pengetahuan dan keterampilan peserta didik. Berbeda dengan penilaian proses informal, penilaian proses formal merupakan kegiatan yang disusun dan dilakukan secara sistematis dengan tujuan untuk membuat suatu simpulan tentang kemajuan peserta didik.

Penilaian hasil belajar dilakukan dengan menggunakan metode tes maupun nontes. Metode tes dipilih bila respons yang dikumpulkan dapat dikategorikan benar atau salah (KD-KD pada KI-3 dan KI-4). Bila respons yang dikumpulkan tidak dapat dikategorikan benar atau salah digunakan metode nontes (KD-KD pada KI-1 dan KI-2). Metode tes dapat berupa tes tulis atau tes kinerja. Metode nontes digunakan untuk menilai sikap, minat, atau motivasi. Metode nontes umumnya digunakan untuk mengukur ranah afektif (KD-KD pada KI-1 dan KI-2), lazimnya menggunakan instrumen angket, kuisioner, penilaian diri, penilaian rekan sejawat, dan lain-lain. Hasil penilaian nontes tersebut tidak dapat diinterpretasi ke dalam kategori benar atau salah, namun untuk mendapatkan deskripsi tentang profil sikap peserta didik.

Informasi tentang kemajuan peserta didik dapat dilakukan berbagai teknik, baik berhubungan dengan proses maupun hasil belajar. Teknik mengumpulkan informasi tersebut pada prinsipnya adalah cara penilaian kemajuan belajar peserta didik terhadap pencapaian kompetensi. Penilaian disesuaikan dengan pengalaman belajar yang ditempuh, berdasarkan indikator-indikator pencapaian hasil belajar, baik pada domain sikap, pengetahuan, maupun keterampilan. Berikut ini adalah teknik dan instrumen penilaian berdasarkan Permendikbud No. 66 Tahun 2013 tentang Standar Penilaian Pendidikan.

#### **a. Penilaian kompetensi sikap**

Pendidik melakukan penilaian kompetensi sikap melalui observasi, penilaian diri, penilaian “teman sejawat” (*peer evaluation*) oleh peserta didik dan jurnal. Instrumen yang digunakan untuk observasi, penilaian diri, dan penilaian antarpeserta didik adalah daftar cek atau skala penilaian (*rating scale*) yang disertai rubrik, sedangkan pada jurnal berupa catatan pendidik.

- 1). Observasi merupakan teknik penilaian yang dilakukan secara berkesinambungan dengan menggunakan indera, baik secara langsung maupun tidak langsung dengan menggunakan pedoman observasi yang berisi sejumlah indikator perilaku yang diamati.

- 2). Penilaian diri merupakan teknik penilaian dengan cara meminta peserta didik untuk mengemukakan kelebihan dan kekurangan dirinya dalam konteks pencapaian kompetensi. Instrumen yang digunakan berupa lembar penilaian diri.
- 3). Penilaian antar peserta didik merupakan teknik penilaian dengan cara meminta peserta didik untuk saling menilai terkait dengan pencapaian kompetensi. Instrumen yang digunakan berupa lembar penilaian antarpeserta didik.
- 4). Jurnal merupakan catatan pendidik di dalam dan di luar kelas yang berisi informasi hasil pengamatan tentang kekuatan dan kelemahan peserta didik yang berkaitan dengan sikap dan perilaku.

#### **b. Penilaian Kompetensi Pengetahuan**

Pendidik menilai kompetensi pengetahuan melalui tes tulis, tes lisan, dan penugasan.

- 1). Instrumen tes tulis berupa soal pilihan ganda, isian, jawaban singkat, benar-salah, menjodohkan, dan uraian. Instrumen uraian dilengkapi pedoman penskoran.
- 2). Instrumen tes lisan berupa daftar pertanyaan.
- 3). Instrumen penugasan berupa pekerjaan rumah dan/atau proyek yang dikerjakan secara individu atau kelompok sesuai dengan karakteristik tugas.

#### **c. Penilaian Kompetensi Keterampilan**

Pendidik menilai kompetensi keterampilan melalui penilaian kinerja, yaitu penilaian yang menuntut peserta didik mendemonstrasikan suatu kompetensi tertentu dengan menggunakan tes praktik, proyek, dan penilaian portofolio. Instrumen yang digunakan berupa daftar cek atau skala penilaian (*rating scale*) yang dilengkapi rubrik.

- 1). Tes praktik adalah penilaian yang menuntut respon berupa keterampilan melakukan suatu aktivitas atau perilaku sesuai dengan tuntutan kompetensi.
- 2). Proyek adalah tugas-tugas belajar (*learning tasks*) yang meliputi kegiatan perancangan, pelaksanaan, dan pelaporan secara tertulis maupun lisan dalam waktu tertentu.
- 3). Penilaian portofolio adalah penilaian yang dilakukan dengan cara menilai kumpulan seluruh karya peserta didik dalam bidang tertentu yang bersifat reflektif-integratif untuk mengetahui minat, perkembangan, prestasi, dan/atau kreativitas peserta didik dalam kurun waktu tertentu. Karya tersebut dapat berbentuk tindakan nyata yang mencerminkan kepedulian peserta didik terhadap lingkungannya.

## A. Penilaian Kompetensi Sikap

Sikap merupakan kecenderungan untuk membuat pilihan atau keputusan dalam bertindak (Mueller, 1992). Sikap bermula dari perasaan yang terkait dengan kecenderungan seseorang dalam merespon sesuatu/objek. Sikap juga sebagai ekspresi dari nilai-nilai atau pandangan hidup yang dimiliki oleh seseorang. Sikap dapat dibentuk sehingga terjadi perilaku atau tindakan yang diinginkan (Kemdikbud, 2013). Sikap diekspresikan sebagai tindakan misalnya, (1) mau menerima atau tidak, (2) mempengaruhi atau melawan, (3) perasaan suka atau tidak suka, atau (4) pandangan positif atau negatif, (5) tindakan yang diterima oleh umum atau tidak.

Penilaian kompetensi sikap dalam pembelajaran merupakan serangkaian kegiatan yang dirancang untuk mengukur sikap peserta didik sebagai hasil dari suatu program pembelajaran. Penilaian kompetensi sikap juga merupakan aplikasi suatu sistem pengambilan keputusan terhadap sikap. Kegunaan utama penilaian sikap sebagai bagian dari pembelajaran adalah refleksi (cerminan) pemahaman dan kemajuan sikap peserta didik secara individual (Kemdikbud, 2013).

Berdasarkan Permendikbud Nomor 54 tahun 2013 tentang Standar Kompetensi Lulusan, Kompetensi Inti yang harus dimiliki oleh peserta didik SMP/MTs pada ranah sikap adalah memiliki perilaku yang mencerminkan sikap orang beriman, berakhlak mulia, berilmu, percaya diri, dan bertanggung jawab dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam dalam jangkauan pergaulan dan keberadaannya. Kompetensi sikap dalam kurikulum 2013 dibagi menjadi dua, yaitu *sikap spiritual* yang terkait dengan pembentukan peserta didik yang beriman dan bertakwa, dan *sikap sosial* yang terkait dengan pembentukan peserta didik yang berakhlak mulia, mandiri, demokratis, dan bertanggung jawab. Pada jenjang SMP/MTs, kompetensi sikap spiritual mengacu pada KI-1: *Menghargai dan menghayati ajaran agama yang dianutnya*, sedangkan kompetensi sikap sosial mengacu pada KI-2: *Menghargai dan menghayati perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (toleransi, gotong royong), santun, percaya diri, dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam dalam jangkauan pergaulan dan keberadaannya*.

Berdasarkan Standar Penilaian Pendidikan (Permendiknas No 66 tahun 2013), penilaian kompetensi sikap dapat dilakukan guru melalui (1) observasi, (2) penilaian diri, (3) penilaian antarpeserta didik, dan (4) jurnal. Instrumen yang digunakan untuk observasi, penilaian diri, dan penilaian antarpeserta didik adalah daftar cek atau skala penilaian (*rating scale*) yang disertai rubrik, sedangkan pada jurnal berupa catatan pendidik.

Rubrik adalah daftar kriteria yang menunjukkan kinerja dan aspek-aspek atau konsep-konsep yang akan dinilai, dan gradasi mutu, mulai dari tingkat yang paling sempurna sampai yang paling rendah. Kriteria rubrik sebagai berikut.

- Sederhana/mencakup aspek paling esensial untuk dinilai
- Praktis/mudah digunakan
- Menilai dengan efektif aspek yang akan diukur
- Dapat digunakan untuk penilaian proses dan tugas sehari-hari
- Peserta didik dapat mempelajari rubrik dan mengecek hasil penilaiannya

## 1. Observasi

Observasi merupakan teknik penilaian yang dilakukan secara berkesinambungan dengan menggunakan indera, baik secara langsung maupun tidak langsung dengan menggunakan pedoman observasi yang berisi sejumlah indikator perilaku yang diamati. Bentuk instrumen yang digunakan untuk observasi adalah pedoman observasi yang berupa daftar cek atau skala penilaian (*rating scale*) yang disertai rubrik. Daftar cek digunakan untuk mengamati ada tidaknya suatu sikap atau perilaku. Skala penilaian menentukan posisi sikap atau perilaku peserta didik dalam suatu rentangan sikap.

Kriteria instrumen observasi:

- Mengukur aspek sikap yang dituntut pada Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar
- Sesuai dengan kompetensi yang akan diukur
- Memuat indikator sikap yang dapat diobservasi
- Mudah atau *feasible* untuk digunakan
- Dapat merekam sikap peserta didik

Berikut adalah contoh pedoman observasi untuk penilaian kompetensi sikap, khususnya sikap spiritual.

### Pedoman Observasi Sikap Spiritual

Petunjuk:

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap spiritual peserta didik. Berilah tanda cek (✓) pada kolom skor sesuai sikap spiritual yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut:

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Peserta Didik : . . . . .  
 Kelas : . . . . .  
 Tanggal Pengamatan : . . . . .  
 Materi Pokok : . . . . .

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan sesuatu				
2	Mengucapkan rasa syukur atas karunia Tuhan				
3	Memberi salam sebelum dan sesudah menyampaikan pendapat/presentasi				
4	Mengungkapkan kekaguman secara lisan maupun tulisan terhadap Tuhan saat melihat kebesaran Tuhan				
5	Merasakan keberadaan dan kebesaran Tuhan saat mempelajari ilmu pengetahuan				
Jumlah Skor					

Petunjuk Penskoran :  
 Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4  
 Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Skor}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 4 = \text{skor akhir}$$

Contoh :  
 Skor diperoleh 14, skor tertinggi 4 x 5 pernyataan = 20, maka skor akhir:

$$\frac{14}{20} \times 4 = 2,8$$

Peserta didik memperoleh nilai :  
 Sangat Baik : apabila memperoleh skor 3,20 – 4,00 (80 – 100)  
 Baik : apabila memperoleh skor 2,80 – 3,19 (70 – 79)  
 Cukup : apabila memperoleh skor 2,40 – 2,79 (60 – 69)  
 Kurang : apabila memperoleh skor kurang 2.40 (kurang dari 60%)

## 2. Penilaian diri

Penilaian diri merupakan teknik penilaian dengan cara meminta peserta didik untuk mengemukakan kelebihan dan kekurangan dirinya dalam konteks pencapaian kompetensi. Instrumen yang digunakan berupa lembar penilaian diri menggunakan daftar cek atau skala penilaian (*rating scale*) yang disertai rubrik. Penggunaan teknik ini dapat memberi dampak positif terhadap perkembangan kepribadian seseorang. Keuntungan penggunaan teknik penilaian diri dalam penilaian di kelas sebagai berikut:

- dapat menumbuhkan rasa percaya diri peserta didik, karena mereka diberi kepercayaan untuk menilai dirinya sendiri.
- peserta didik menyadari kekuatan dan kelemahan dirinya, karena ketika mereka melakukan penilaian, harus melakukan introspeksi terhadap kekuatan dan kelemahan yang dimilikinya.
- dapat mendorong, membiasakan, dan melatih peserta didik untuk berbuat jujur, karena mereka dituntut untuk jujur dan objektif dalam melakukan penilaian.

Instrumen penilaian diri perlu dirumuskan secara sederhana, namun jelas dan tidak bermakna ganda, dengan bahasa lugas dan dapat dipahami peserta didik, menggunakan format sederhana yang mudah diisi peserta didik, menunjukkan kemampuan peserta didik dalam situasi yang nyata/sebenarnya, bermakna, dan mengarahkan peserta didik untuk memahami kemampuannya (kekuatan atau kelemahannya). Skala penilaian dapat disusun dalam bentuk skala Likert, yaitu skala yang dapat dipergunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau sekelompok orang mengenai suatu gejala atau fenomena. Berikut ini adalah kriteria penyusunan lembar penilaian diri.

- a. Pertanyaan tentang pendapat, tanggapan dan sikap, misal: sikap responden terhadap sesuatu hal.
- b. Gunakan kata-kata yang sederhana dan mudah dimengerti oleh responden.
- c. Usahakan pertanyaan yang jelas dan khusus.
- d. Hindarkan pertanyaan yang mempunyai lebih dari satu pengertian.
- e. Hindarkan pertanyaan yang mengandung sugesti.
- f. Pertanyaan harus berlaku bagi semua responden.

Berikut ini contoh lembar penilaian diri untuk penilaian kompetensi sikap, khususnya sikap spiritual.

### Lembar Penilaian Diri Sikap Spiritual

Petunjuk:

1. Bacalah pernyataan yang ada di dalam kolom dengan teliti
2. Berilah tanda cek (√) sesuai dengan kondisi dan keadaan kalian sehari-hari

Nama Peserta Didik : . . . .

Kelas : . . . .

Tanggal Pengamatan : . . . .

Materi Pokok : . . . .

No.	Pernyataan	TP	KD	SR	SL
1	Saya semakin yakin dengan keberadaan Tuhan setelah mempelajari ilmu pengetahuan				
2	Saya berdoa sebelum dan sesudah melakukan sesuatu kegiatan				
3	Saya mengucapkan rasa syukur atas segala karunia Tuhan				
4	Saya memberi salam sebelum dan sesudah mengungkapkan pendapat di depan umum				
5	Saya mengungkapkan keagungan Tuhan apabila melihat kebesarannya				
Jumlah					

Keterangan :

TP : Tidak Pernah

KD : Kadang-kadang

SR : Sering

SL : Selalu

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus:

$$\frac{\text{Skor}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 4 = \text{skor akhir}$$

Contoh:

Skor diperoleh 14, skor tertinggi 4 x 5 pernyataan = 20, maka skor akhir :

$$\frac{14}{20} \times 4 = 2,8$$

Peserta didik memperoleh nilai :

- Sangat Baik : apabila memperoleh skor 3,20 – 4,00 (80 – 100)  
Baik : apabila memperoleh skor 2,80 – 3,19 (70 – 79)  
Cukup : apabila memperoleh skor 2,40 – 2,79 (60 – 69)  
Kurang : apabila memperoleh skor kurang 2,40 (kurang dari 60%)

### 3. Penilaian antarpeserta didik

Penilaian antarpeserta didik merupakan teknik penilaian dengan cara meminta peserta didik untuk saling menilai terkait dengan pencapaian kompetensi. Instrumen yang digunakan berupa lembar penilaian antar peserta didik. Kriteria instrumen penilaian antar peserta didik:

- sesuai dengan kompetensi dan indikator yang akan diukur.
- indikator dapat dilakukan melalui pengamatan peserta didik.
- kriteria penilaian dirumuskan secara sederhana, namun jelas dan tidak berpotensi munculnya penafsiran makna ganda/berbeda.
- menggunakan bahasa lugas yang dapat dipahami peserta didik.
- menggunakan format sederhana dan mudah digunakan oleh peserta didik.
- indikator menunjukkan sikap peserta didik dalam situasi yang nyata atau sebenarnya dan dapat diukur.

Berikut contoh instrumen penilaian (lembar pengamatan) antarpeserta didik (*peer assessment*) pada waktu berdiskusi.

#### Penilaian Antarpeserta Didik

Petunjuk:

- Amatilah perilaku temanmu dengan cermat selama mengikuti diskusi!
- Berilah tanda (✓) pada kolom yang sesuai (ya atau tidak) secara jujur berdasarkan hasil pengamatanmu!
- Serahkan hasil pengamatan kepada bapak/ibu guru!

Nama penilai : . . . .  
Nama peserta didik yang dinilai : . . . .  
Kelas : . . . .  
Mata pelajaran : . . . .  
Waktu pengamatan : . . . .

No	Perilaku / sikap	Muncul/ dilakukan	
		Ya	Tidak
1	Mau menerima pendapat teman		
2	Memaksa teman untuk menerima pendapatnya		
3	Memberi solusi terhadap pendapat yang bertentangan		
4	Dapat bekerja sama dengan teman yang berbeda status sosial, suku, dan agama		
5	....		

**Keterangan**

- Indikator perilaku/sikap pada instrumen di atas ada yang positif (No.1, 3, dan 4) dan ada yang negatif (No 2). Pemberian skor untuk perilaku/sikap yang positif:

Ya = 1

Tidak = 0

Untuk perilaku/sikap yang negatif adalah sebaliknya yaitu:

Tidak = 1, dan Ya = 0.

- Selanjutnya guru dapat membuat rekapitulasi hasil penilaian mengenai perilaku/sikap yang dilakukan oleh sesama peserta didik menggunakan format berikut.

No	Nama	Pengamat (*)	Skor perilaku/sikap nomor						Skor peserta didik	Nilai sikap	Kriteria
			1	2	3	4	5	dst			
1	Edo	Rahmat	1	0	1	1	...	...	3	3.00	B
2	.....										
dst											

**Keterangan:**

- Jumlah skor maksimal = Jumlah pernyataan
- Pada contoh di atas skor maksimal = 4
- Nilai sikap = (skor perolehan peserta didik : skor maksimal) x 4.
- Pada contoh di atas nilai sikap = (3 : 4) x 4 = 3.00
- Kualifikasi nilai sikap sama seperti pada penilaian diri.

\*) Nama pengamat tidak harus diisi.

Model format dengan skala penilaian (*rating scale*) dapat dibuat sebagai berikut.

No	Pernyataan/perilaku/sikap	Skor *)			
		4	3	2	1
1	.....				
2	.....				
dst					

\*)

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Keterangan:

- Jumlah skor maksimal = Jumlah pernyataan x 4.
- Nilai sikap = (Skor perolehan peserta didik: skor maksimal) x 4.
- Kualifikasi nilai sikap sama seperti pada penilaian diri.

#### 4. Jurnal

Jurnal merupakan catatan pendidik di dalam dan di luar kelas yang berisi informasi hasil pengamatan tentang kekuatan dan kelemahan peserta didik yang berkaitan dengan sikap dan perilaku. Kelebihan yang ada pada jurnal adalah peristiwa/kejadian dicatat dengan segera. Terkait dengan pencatatan jurnal, maka guru perlu mengenal dan memperhatikan perilaku peserta didik baik di dalam kelas maupun di luar kelas. Aspek-aspek pengamatan ditentukan terlebih dahulu oleh guru sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diajar. Aspek-aspek pengamatan yang sudah ditentukan tersebut kemudian dikomunikasikan terlebih dahulu dengan peserta didik di awal semester.

Jurnal yang baik memiliki kriteria tertentu. Berikut kriteria jurnal yang baik.

- a. Mengukur capaian kompetensi sikap yang penting.
- b. Sesuai dengan kompetensi dasar dan indikator.
- c. Menggunakan format yang sederhana dan mudah diisi/digunakan.
- d. Dapat dibuat rekapitulasi tampilan sikap peserta didik secara kronologis.
- e. Memungkinkan untuk dilakukan pencatatan yang sistematis, jelas dan komunikatif.
- f. Format pencatatan memudahkan dalam pemaknaan terhadap tampilan sikap peserta didik.
- g. Menuntun guru untuk mengidentifikasi kelemahan dan kekuatan peserta didik.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam membuat jurnal adalah berikut ini.

- a. Catatan atas pengamatan guru harus objektif
  - b. Pengamatan dilaksanakan secara selektif, artinya yang dicatat hanyalah kejadian / peristiwa yang berkaitan dengan Kompetensi Inti.
  - c. Pencatatan segera dilakukan (jangan ditunda-tunda).  
Berikut ini pedoman umum penyekoran jurnal.
    - a. Penyekoran pada jurnal dapat dilakukan dengan menggunakan skala likert. Sebagai contoh skala 1 sampai dengan 4.
    - b. Guru menentukan aspek-aspek yang akan diamati.
    - c. Pada masing-masing aspek, guru menentukan indikator yang diamati.
    - d. Setiap aspek yang sesuai dengan indikator yang muncul pada diri peserta didik diberi skor 1, sedangkan yang tidak muncul diberi skor 0.
    - e. Jumlahkan skor pada masing-masing aspek.
    - f. Skor yang diperoleh pada masing-masing aspek kemudian direratakan.
    - g. Nilai Sangat Baik (SB), Baik (B), Cukup (C), dan Kurang (K) ditentukan dengan cara menghitung rata-rata skor dan membandingkan dengan kriteria penilaian.
- Berikut contoh model jurnal yang dapat dikembangkan guru.

### Model Jurnal

Petunjuk pengisian jurnal (diisi oleh guru):

- a) Tulislah aspek yang diamati.
- b) Tulislah identitas peserta didik yang diamati.
- c) Tulislah tanggal pengamatan.
- d) Tulislah aspek yang diamati oleh guru.
- e) Ceritakan kejadian-kejadian yang dialami oleh Peserta didik baik yang merupakan kekuatan Peserta didik maupun kelemahan Peserta didik sesuai dengan pengamatan guru terkait dengan Kompetensi Inti.
- f) Tulislah dengan segera kejadian yang diamati.
- g) Setiap kejadian per anak ditulis pada kartu yang berbeda.
- h) Simpanlah kartu tersebut di dalam folder masing-masing peserta didik.

Contoh Format Jurnal (1)

#### Jurnal

Nama Peserta Didik : . . . .  
Aspek yang diamati : Jujur

No.	Hari/ Tanggal	Nama peserta didik	Kejadian

Contoh Format Jurnal (2)

### Jurnal

Nama peserta didik : Adi  
Kela : X B-2

No	Hari, tanggal	Kejadian / Perilaku	Pos	Neg
1				
2				
3	Dst			
Rekapitulasi jurnal semester 1				

- Setiap kejadian/perilaku positif diberi skor 1 dan perilaku negatif mendapat skor 0. Pada akhir semester jurnal direkap. Nilai jurnal adalah (skor perolehan peserta didik : semua kejadian/perilaku) x 4.
- Kualifikasi nilai jurnal sama seperti pada penilaian diri.

## B. Penilaian Kompetensi Pengetahuan

Penilaian kompetensi pengetahuan dilakukan untuk mengetahui potensi intelektual yang terdiri dari kemampuan mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi dan mengkreasi (Anderson & Krathwohl, 2001). Seorang pendidik perlu melakukan penilaian untuk mengetahui pencapaian kompetensi pengetahuan peserta didik. Penilaian pengetahuan peserta didik dapat dilakukan melalui tes tulis, tes lisan, dan penugasan. Kegiatan penilaian pengetahuan tersebut dapat digunakan sebagai pemetaan kesulitan belajar peserta didik dan perbaikan proses pembelajaran.

Berdasarkan Permendikbud Nomor 54 tahun 2013 tentang Standar Kompetensi Lulusan, Kompetensi Inti yang harus dimiliki oleh peserta didik SMP/MTs pada ranah pengetahuan adalah memahami pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, dan budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata.

### ***Pengetahuan Faktual***

Bagaimana kita tahu bahwa air yang dididihkan pada tekanan udara 1 Atm akan mencapai suhu 100°C? Apakah pengetahuan itu diperoleh dari praktek mendidihkan air? Pengetahuan bahwa air mendidih pada tekanan 1 Atm akan mencapai suhu 100° C diperoleh jika kita mempraktekannya secara langsung. Pengetahuan yang diperoleh melalui kegiatan praktek tersebut berupa fakta dan pengetahuan itu disebut **pengetahuan faktual**. Pengetahuan faktual merupakan unsur-unsur dasar (*basic element*) yang harus dipahami peserta didik dari suatu disiplin ilmu. Pengetahuan faktual meliputi 1) pengetahuan terhadap istilah, misal simbol-simbol dan istilah-istilah ilmiah; dan 2) pengetahuan terhadap unsur-unsur yang spesifik, misal sumber-sumber alam, sumber informasi, atau fakta-fakta yang bersifat praktis (Anderson & Krathwohl, 2001).

### ***Pengetahuan Konseptual***

Berdasarkan pengalaman kita, apa yang terjadi jika besi, perunggu, baja, lilin, batang plastik, dan kayu dipanaskan dalam rentang waktu tertentu? Jika kita mengklasifikasinya, ada beberapa benda yang akan memuai dan sisanya tidak memuai. Besi, perunggu, dan baja termasuk benda yang akan memuai jika dipanaskan, sedangkan lilin, batang plastik, dan kayu termasuk benda yang tidak memuai. Besi, perunggu, dan baja merupakan jenis-jenis logam, sehingga dapat disimpulkan bahwa *logam akan memuai jika dipanaskan dalam rentang waktu tertentu*. Pernyataan ini disebut konsep dan termasuk pada pengetahuan konseptual.

Pengetahuan konseptual merupakan pengetahuan yang lebih kompleks dan diorganisasi dari beberapa pengetahuan faktual. Pengetahuan konseptual menyatakan hubungan antara pengetahuan faktual berupa unsur-unsur dasar dengan struktur keilmuan yang lebih besar sehingga memungkinkan terjadinya pengetahuan baru (Anderson & Krathwohl, 2001). Pengetahuan konseptual meliputi 1) pengetahuan tentang klasifikasi dan kategori, misal pengelompokan benda yang bersifat magnet dan bukan magnet; 2) pengetahuan tentang prinsip dan generalisasi, misal prinsip pesawat sederhana dan hukum Newton; dan 3) pengetahuan tentang teori, model dan struktur, misal teori evolusi dan teori atom, model lapisan tanah, struktur tubuh hewan dan tumbuhan.

### ***Pengetahuan Prosedural***

Perhatikan pertanyaan berikut. *Jelaskan cara menjernihkan air kotor!* Kita bisa menjawab pertanyaan tersebut dengan detil jika kita pernah melakukan praktek penjernihan air kotor. Jika Anda hanya menghafal urutannya tanpa pernah mempraktekannya, ada kemungkinan jawabannya salah. Pengetahuan yang Anda peroleh yang merupakan urutan tertentu disebut pengetahuan prosedural.

Pengetahuan prosedural merupakan pengetahuan tentang cara melakukan sesuatu yang dapat berupa kegiatan atau prosedur. Perolehan pengetahuan prosedural dilakukan melalui suatu metode penyelidikan dengan menggunakan keterampilan-keterampilan, teknik dan metode serta kriteria tertentu. Pengetahuan prosedural meliputi: (a) pengetahuan tentang keterampilan dan algoritma, misal keterampilan proses IPA dan langkah-langkah dan melakukan penyelidikan (*inquiry*), (b) pengetahuan tentang teknik dan metode, misal metode penelitian, metode evaluasi, dan teknik pemecahan masalah; (c) pengetahuan tentang kriteria yang digunakan untuk menunjukkan suatu kegiatan atau prosedur dengan mempertimbangkan “*when to do what*”, misal kriteria untuk menunjukkan prosedur statistik yang menggunakan pengumpulan data dalam eksperimen (Anderson & Krathwohl, 2001).

Penilaian kompetensi pengetahuan dapat dilaksanakan sebagai penilaian proses, penilaian tengah semester dan penilaian akhir semester. Penilaian proses dilakukan melalui ulangan harian dengan teknik tes tulis, tes lisan dan penugasan yang diberikan selama proses pembelajaran berlangsung. Cakupan ulangan harian diberikan oleh pendidik untuk seluruh indikator dari satu kompetensi dasar.

Ulangan tengah semester merupakan kegiatan yang dilakukan oleh pendidik untuk mengukur pencapaian kompetensi peserta didik setelah melaksanakan 8-9 minggu kegiatan pembelajaran. Cakupan ulangan tengah semester meliputi seluruh indikator yang merepresentasikan seluruh KD pada periode tersebut. Ulangan akhir semester merupakan kegiatan yang dilakukan oleh pendidik untuk mengukur pencapaian kompetensi peserta didik di akhir semester. Cakupan ulangan akhir semester meliputi seluruh indikator yang merepresentasikan semua KD pada semester tersebut. Rincian pelaksanaan penilaian ditampilkan pada Tabel 1.2.1.

**Tabel 1.2.1. Rincian Pelaksanaan Penilaian**

<b>Waktu Pelaksanaan Penilaian</b>	<b>Cakupan Penilaian</b>	<b>Teknik Penilaian yang Memungkinkan</b>	<b>Bentuk Instrumen</b>
Penilaian Proses	Seluruh indikator dari satu kompetensi dasar (KD)	Tes tulis, Tes lisan, Penguasaan	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pilihan ganda, isian, jawaban singkat, benar-salah, menjodohkan, dan uraian.</li><li>• Daftar pertanyaan.</li><li>• Pekerjaan rumah dan/atau tugas yang dikerjakan secara individu atau kelompok sesuai dengan karakteristik tugas.</li></ul>
Ulangan Tengah Semester	Seluruh indikator yang merepresentasikan seluruh KD selama 8-9 minggu kegiatan belajar mengajar	Tes tulis	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pilihan ganda, isian, jawaban singkat, benar-salah, menjodohkan, dan uraian.</li></ul>
Ulangan Akhir Semester	Seluruh indikator yang merepresentasikan semua KD pada semester tersebut	Tes tulis	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pilihan ganda, isian, jawaban singkat, benar-salah, menjodohkan, dan uraian.</li></ul>

Permendikbud No. 66 tahun 2013 tentang Standar Penilaian, teknik penilaian kompetensi pengetahuan dilakukan dengan (1) tes tulis, (2) tes lisan, dan (3) penugasan. Tiap-tiap teknik tersebut dilakukan melalui instrumen tertentu yang relevan. Teknik dan bentuk instrumen penilaian kompetensi pengetahuan dapat dilihat pada Tabel 1.2.2.

**Tabel 1.2.2. Teknik dan Bentuk Instrumen Penilaian**

<b>Teknik Penilaian</b>	<b>Bentuk Instrumen</b>
Tes tulis	Pilihan ganda, isian, jawaban singkat, benar-salah, menjodohkan, dan uraian.
Tes lisan	Daftar pertanyaan.
Penugasan	Pekerjaan rumah dan/atau tugas yang dikerjakan secara individu atau kelompok sesuai dengan karakteristik tugas.

### **1. Tes Tulis**

Tes tulis merupakan seperangkat pertanyaan atau tugas dalam bentuk tulisan yang direncanakan untuk mengukur atau memperoleh informasi tentang kemampuan peserta tes. Tes tulis menuntut adanya respon dari peserta tes yang dapat dijadikan sebagai representasi dari kemampuan yang dimilikinya. Instrumen tes tulis dapat berupa soal pilihan ganda, isian, jawaban singkat, benar-salah, menjodohkan, dan uraian. Instrumen tes tulis uraian yang dikembangkan harus dilengkapi kunci jawaban dan pedoman penskoran.

### **2. Tes Lisan**

Tes lisan merupakan pemberian soal atau pertanyaan yang menuntut peserta didik menjawabnya secara lisan. Instrumen tes lisan disiapkan oleh pendidik berupa daftar pertanyaan yang disampaikan secara langsung dalam bentuk tanya jawab dengan peserta didik. Berikut ini kriteria instrumen tes lisan:

- a. Tes lisan dapat digunakan jika sesuai dengan kompetensi pada taraf pengetahuan yang hendak dinilai.
- b. Pertanyaan tidak boleh keluar dari bahan ajar yang ada.
- c. Pertanyaan diharapkan dapat mendorong peserta didik dalam mengonstruksi jawabannya sendiri.
- d. Disusun dari pertanyaan yang sederhana ke pertanyaan yang kompleks.

### **3. Penugasan**

Penugasan berupa tugas pekerjaan rumah dan/atau proyek yang dikerjakan secara individu atau kelompok sesuai dengan karakteristik tugas. Pelaksanaan penilaian melalui penugasan setidaknya memenuhi beberapa syarat, yaitu mengomunikasikan tugas yang dikerjakan oleh peserta didik, menyampaikan indikator dan rubrik penilaian untuk tampilan tugas yang baik. Berikut ini kriteria instrumen penugasan.

- a. Tugas mengarah pada pencapaian indikator hasil belajar.
- b. Tugas dapat dikerjakan oleh peserta didik.

- c. Tugas dapat dikerjakan selama proses pembelajaran atau merupakan bagian dari pembelajaran mandiri.
- d. Pemberian tugas disesuaikan dengan taraf perkembangan peserta didik.
- e. Materi penugasan harus sesuai dengan cakupan kurikulum.
- f. Penugasan ditujukan untuk memberikan kesempatan kepada peserta didik menunjukkan kompetensi individualnya meskipun tugas diberikan secara kelompok.
- g. Untuk tugas kelompok, perlu dijelaskan rincian tugas setiap anggota kelompok.
- h. Tampilan kualitas hasil tugas yang diharapkan disampaikan secara jelas.
- i. Penugasan harus mencantumkan rentang waktu pengerjaan tugas.

Berikut ini disajikan contoh bentuk instrumen terkait dengan teknik penilaian tes tulis, tes lisan, maupun penugasan (Tabel 1.2.3).

**Tabel 1.2.3.** Contoh Indikator Pencapaian Kompetensi dan Penilaiannya

Indikator Pencapaian Kompetensi	Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen	Contoh Instrumen
3.1.1 Menjelaskan langkah-langkah pengukuran panjang dengan menggunakan jangka sorong.	Tes tulis	Uraian	<p>Jelaskan langkah-langkah mengukur panjang suatu benda dengan menggunakan jangka sorong!</p> <p><b>Kunci:</b> Langkah-langkah mengukur panjang suatu benda dengan menggunakan jangka sorong:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. menempatkan benda yang akan diukur pada rahang yang sesuai</li> <li>b. menggeser nonius dengan hati-hati</li> <li>c. membaca skala utama pada jangka sorong</li> <li>d. membaca skala nonius pada jangka sorong</li> <li>e. membaca nilai panjang dengan satuan yang benar</li> <li>f. mengembalikan posisi nonius dalam keadaan rapat</li> <li>g. menentukan kesalahan pengukuran</li> </ol> <p><b>Skor: 7 (tujuh)</b></p>

Indikator Pencapaian Kompetensi	Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen	Contoh Instrumen																											
3.3.1 Menjelaskan fungsi organel sel terkait struktur penyusunnya.	Penugasan	Pekerjaan rumah	<p><b>Tugas:</b> Pelajari materi pada buku ajar dan CD pembelajaran tentang organisasi kehidupan untuk menjelaskan kaitan antara fungsi organel mitokondria dan kloroplas terkait struktur khusus organel tersebut!</p> <p><b>Rubrik penilaian:</b></p> <table border="1" data-bbox="841 647 1240 1608"> <thead> <tr> <th data-bbox="841 647 904 687">No.</th> <th data-bbox="904 647 1158 687">Kriteria penilaian</th> <th data-bbox="1158 647 1240 687">Skor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="841 687 904 802">1.</td> <td data-bbox="904 687 1158 802">Mendeskripsikan struktur mitokondria</td> <td data-bbox="1158 687 1240 802">1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="841 802 904 883">2.</td> <td data-bbox="904 802 1158 883">Mendeskripsikan struktur kloroplas</td> <td data-bbox="1158 802 1240 883">1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="841 883 904 963">3.</td> <td data-bbox="904 883 1158 963">Mendeskripsikan fungsi mitokondria</td> <td data-bbox="1158 883 1240 963">1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="841 963 904 1044">4.</td> <td data-bbox="904 963 1158 1044">Mendeskripsikan fungsi kloroplas</td> <td data-bbox="1158 963 1240 1044">1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="841 1044 904 1225">5.</td> <td data-bbox="904 1044 1158 1225">Mengemukakan kaitan logis antara struktur mitokondria dengan fungsinya</td> <td data-bbox="1158 1044 1240 1225">3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="841 1225 904 1376">6.</td> <td data-bbox="904 1225 1158 1376">Mengemukakan kaitan logis antara struktur kloroplas dengan fungsinya</td> <td data-bbox="1158 1225 1240 1376">3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="841 1376 904 1558">7.</td> <td data-bbox="904 1376 1158 1558">Mengemukakan fenomena makhluk hidup terkait keberadaan organel tersebut.</td> <td data-bbox="1158 1376 1240 1558">5</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="841 1558 1158 1608">Total</td> <td data-bbox="1158 1558 1240 1608">15</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Kriteria penilaian	Skor	1.	Mendeskripsikan struktur mitokondria	1	2.	Mendeskripsikan struktur kloroplas	1	3.	Mendeskripsikan fungsi mitokondria	1	4.	Mendeskripsikan fungsi kloroplas	1	5.	Mengemukakan kaitan logis antara struktur mitokondria dengan fungsinya	3	6.	Mengemukakan kaitan logis antara struktur kloroplas dengan fungsinya	3	7.	Mengemukakan fenomena makhluk hidup terkait keberadaan organel tersebut.	5	Total		15
No.	Kriteria penilaian	Skor																												
1.	Mendeskripsikan struktur mitokondria	1																												
2.	Mendeskripsikan struktur kloroplas	1																												
3.	Mendeskripsikan fungsi mitokondria	1																												
4.	Mendeskripsikan fungsi kloroplas	1																												
5.	Mengemukakan kaitan logis antara struktur mitokondria dengan fungsinya	3																												
6.	Mengemukakan kaitan logis antara struktur kloroplas dengan fungsinya	3																												
7.	Mengemukakan fenomena makhluk hidup terkait keberadaan organel tersebut.	5																												
Total		15																												

## C. Penilaian Kompetensi Keterampilan

Penilaian pencapaian kompetensi keterampilan merupakan penilaian yang dilakukan terhadap peserta didik untuk menilai sejauh mana pencapaian KI dan KD dalam dimensi keterampilan. SKL dimensi keterampilan untuk satuan pendidikan tingkat SMP/MTs/SMPLB/Paket B adalah lulusan memiliki kualifikasi kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain sejenis (Permendikbud 54 tahun 2013 tentang SKL). SKL ini merupakan tagihan kompetensi minimal setelah peserta didik menempuh pendidikan selama 3 tahun atau lebih dan dinyatakan lulus.

Cakupan penilaian dimensi keterampilan meliputi keterampilan peserta didik yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori. Keterampilan ini meliputi: keterampilan mencoba, mengolah, menyaji, dan menalar. Indikator pencapaian kompetensi keterampilan dikembangkan oleh guru dari KI dan KD dengan memperhatikan perkembangan dan kemampuan setiap peserta didik. Indikator-indikator pencapaian hasil belajar dari setiap kompetensi dasar merupakan acuan yang digunakan untuk melakukan penilaian. Indikator pencapaian kompetensi keterampilan dirumuskan dengan menggunakan kata kerja operasional yang dapat diamati dan diukur, antara lain: mengidentifikasi, menghitung, membedakan, menyimpulkan, menceritakan kembali, mempraktekkan, mendemonstrasikan, mendeskripsikan, dan sebagainya.

Instrumen penilaian kompetensi keterampilan dapat berbentuk daftar cek atau skala penilaian (*rating scale*) yang dilengkapi dengan rubrik.

### **Daftar cek (Check-list)**

Penilaian unjuk kerja dapat dilakukan dengan menggunakan daftar cek (baik-tidak baik). Dengan menggunakan daftar cek, peserta didik mendapat nilai bila kriteria penguasaan kompetensi tertentu dapat diamati oleh penilai. Jika tidak dapat diamati, peserta didik tidak memperoleh nilai. Kelemahan cara ini adalah penilai hanya mempunyai dua pilihan mutlak, misalnya benar-salah, dapat diamati-tidak dapat diamati, baik-tidak baik. Dengan demikian tidak terdapat nilai tengah, namun daftar cek lebih praktis digunakan mengamati subjek dalam jumlah besar.

### **Skala Penilaian (Rating scale)**

Penilaian unjuk kerja yang menggunakan skala penilaian memungkinkan penilai memberi nilai tengah terhadap penguasaan kompetensi tertentu, karena pemberian nilai secara kontinum di mana pilihan kategori nilai lebih dari dua. Skala penilaian terentang dari tidak sempurna sampai sangat

sempurna. Misalnya: 1 = tidak kompeten, 2 = cukup kompeten, 3 = kompeten dan 4 = sangat kompeten. Untuk memperkecil faktor subjektivitas, perlu dilakukan penilaian oleh lebih dari satu orang, agar hasil penilaian lebih akurat.

Berdasarkan Permendikbud nomor 66 tahun 2013 tentang Standar Penilaian, pendidik menilai kompetensi keterampilan melalui penilaian kinerja, yaitu penilaian yang menuntut peserta didik mendemonstrasikan suatu kompetensi tertentu dengan menggunakan (1) tes praktik, (2) proyek, dan (3) penilaian portofolio.

### **1. Tes praktik**

Tes praktik adalah penilaian yang menuntut respon berupa keterampilan melakukan suatu aktivitas atau perilaku sesuai dengan tuntutan kompetensi. Tes praktik dilakukan dengan mengamati kegiatan peserta didik dalam melakukan sesuatu. Penilaian digunakan untuk menilai ketercapaian kompetensi yang menuntut peserta didik melakukan tugas tertentu seperti: praktik melakukan kegiatan praktikum, melakukan demonstrasi, bermain peran, dan sebagainya. Berikut ini kriteria tugas untuk tes praktik.

- a. Tugas mengarahkan peserta didik untuk menunjukkan capaian hasil belajar.
- b. Tugas dapat dikerjakan oleh peserta didik.
- c. Mencantumkan waktu/kurun waktu pengerjaan tugas.
- d. Sesuai dengan taraf perkembangan peserta didik.
- e. Sesuai dengan konten/cakupan kurikulum.

Penilaian praktik dilakukan oleh pendidik berdasarkan tujuan pembelajaran yang merupakan penjabaran KD. Berikut ini adalah beberapa langkah yang harus dilakukan dalam melaksanakan tes praktik.

- a. Menyampaikan rubrik sebelum pelaksanaan penilaian kepada peserta didik.
- b. Memberikan pemahaman yang sama kepada peserta didik tentang kriteria penilaian.
- c. Menyampaikan tugas kepada peserta didik.
- d. Memeriksa kesediaan alat dan bahan yang digunakan untuk tes praktik.
- e. Melaksanakan penilaian selama rentang waktu yang direncanakan.
- f. Membandingkan kinerja peserta didik dengan rubrik penilaian.
- g. Melakukan penilaian dilakukan secara individual.
- h. Mencatat hasil penilaian.
- i. Mendokumentasikan hasil penilaian.

Adapun rubrik untuk tes praktik sebaiknya memenuhi kriteria berikut.

- Rubrik dapat mengukur target kemampuan yang akan diukur (valid).
- Rubrik sesuai dengan tujuan pembelajaran.
- Indikator pada rubrik menunjukkan kemampuan yang dapat diamati (diobservasi) dan dapat diukur.
- Rubrik dapat memetakan kemampuan peserta didik.
- Rubrik menilai aspek-aspek penting pada proyek peserta didik.

### Contoh penilaian kinerja melakukan praktikum (1)

No.	Aspek yang dinilai	Penilaian		
		1	2	3
1	Merangkai alat			
2	Pengamatan			
3	Data yang diperoleh			
4	Kesimpulan			

### Rubrik penilaian:

Aspek yang dinilai	Penilaian		
	1	2	3
Merangkai alat	Rangkaian alat tidak benar	Rangkaian alat benar, tetapi tidak rapi atau tidak memperhatikan keselamatan kerja	Rangkaian alat benar, rapi, dan memperhatikan keselamatan kerja
Pengamatan	Pengamatan tidak cermat	Pengamatan cermat, tetapi mengandung interpretasi	Pengamatan cermat dan bebas interpretasi
Data yang diperoleh	Data tidak lengkap	Data lengkap, tetapi tidak terorganisir, atau ada yang salah tulis	Data lengkap, terorganisir, dan ditulis dengan benar
Kesimpulan	Tidak benar atau tidak sesuai tujuan	Sebagian kesimpulan ada yang salah atau tidak sesuai tujuan	Semua benar atau sesuai tujuan

### Contoh penilaian kinerja melakukan praktikum (2)

No.	Indikator	Hasil Penilaian		
		3 (baik)	2 (cuk- up)	1 (kurang)
1	Menyiapkan alat dan bahan			
2	Melakukan praktikum			
3	Mendeskripsikan pengamatan			
4	Menafsirkan hasil pengamatan			
5	Mempresentasikan hasil prak- tikum			
Jumlah Skor yang Diperoleh				

### Rubrik Penilaian

No	Indikator	Rubrik
1	Menyiapkan alat dan bahan	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Menyiapkan seluruh alat dan bahan yang diperlukan.</li> <li>2. Menyiapkan sebagian alat dan bahan yang diperlukan.</li> <li>1. Tidak menyiapkan seluruh alat dan bahan yang diperlukan.</li> </ol>
2	Melakukan prakti- kum	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Melakukan praktikum dengan prosedur yang benar.</li> <li>2. Melakukan praktikum dengan prosedur yang kurang benar.</li> <li>1. Tidak mampu melakukan praktikum dengan benar.</li> </ol>
3	Menulis hasil pen- gamatan	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Menulis hasil pengamatan benar dan leng- kap.</li> <li>2. Menulis hasil pengamatan benar tapi kurang lengkap.</li> <li>1. Tidak menulis hasil pengamatan, atau menu- lis namun kurang lengkap dan tidak benar.</li> </ol>
4	Menafsirkan hasil pengamatan	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Mampu memberikan penafsiran hasil pen- gamatan dengan benar.</li> <li>2. Mampu memberikan penafsiran hasil pen- gamatan tetapi kurang benar.</li> <li>1. Tidak mampu memberikan penafsiran hasil pengamatan dengan benar.</li> </ol>

No	Indikator	Rubrik
5	Mempresentasikan hasil praktikum	3. Mampu mempresentasikan hasil praktikum dengan benar, bahasa mudah dimengerti, dan disampaikan secara percaya diri. 2. Mampu mempresentasikan hasil praktik dengan benar, bahasa mudah dimengerti, tetapi disampaikan kurang percaya diri. 1. Mampu mempresentasikan hasil praktik dengan kurang benar, bahasa sulit dimengerti, dan disampaikan tidak percaya diri.

## 2. Proyek

Proyek adalah tugas-tugas belajar (*learning tasks*) yang meliputi kegiatan perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan secara tertulis atau lisan dalam waktu tertentu. Penilaian proyek merupakan kegiatan penilaian terhadap suatu tugas yang harus diselesaikan dalam periode atau waktu tertentu. Tugas tersebut berupa suatu investigasi sejak dari perencanaan, pengumpulan, pengorganisasian, pengolahan dan penyajian data. Penilaian proyek dapat digunakan untuk mengetahui pemahaman, kemampuan mengaplikasikan, penyelidikan dan menginformasikan peserta didik pada mata pelajaran dan topik tertentu secara jelas.

Pada penilaian proyek, setidaknya ada 3 (tiga) hal yang perlu dipertimbangkan: (a) *kemampuan pengelolaan*: kemampuan peserta didik dalam memilih indikator/topik, mencari informasi dan mengelola waktu pengumpulan data serta penulisan laporan, (b) *relevansi*: kesesuaian dengan mata pelajaran dan indikator/topik, dengan mempertimbangkan tahap pengetahuan, pemahaman dan keterampilan dalam pembelajaran, dan (c) *keaslian*: proyek yang dilakukan peserta didik harus merupakan hasil karyanya, dengan mempertimbangkan kontribusi guru berupa petunjuk dan dukungan terhadap proyek peserta didik.

Penilaian proyek dilakukan mulai dari perencanaan, proses pengerjaan, sampai hasil akhir proyek. Untuk itu, guru perlu menetapkan hal-hal atau tahapan yang perlu dinilai, seperti penyusunan disain, pengumpulan data, analisis data, dan menyiapkan laporan tertulis. Laporan tugas atau hasil penelitian juga dapat disajikan dalam bentuk poster. Pelaksanaan penilaian dapat menggunakan alat/instrumen penilaian berupa daftar cek ataupun skala penilaian. Berikut ini adalah beberapa langkah yang harus dilakukan dalam melaksanakan penilaian proyek.

- Menyampaikan rubrik penilaian sebelum pelaksanaan penilaian kepada peserta didik.
- Memberikan pemahaman kepada peserta didik tentang kriteria penilaian.
- Menyampaikan tugas disampaikan kepada peserta didik.

- d. Memberikan pemahaman yang sama kepada peserta didik tentang tugas yang harus dikerjakan.
- e. Melakukan penilaian selama perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan proyek.
- f. Memonitor pengerjaan proyek peserta didik dan memberikan umpan balik pada setiap tahapan pengerjaan proyek.
- g. Membandingkan kinerja peserta didik dengan rubrik penilaian.
- h. Memetakan kemampuan peserta didik terhadap pencapaian kompetensi minimal.
- i. Mencatat hasil penilaian.
- j. Memberikan umpan balik terhadap laporan yang disusun peserta didik.

### Contoh Teknik Penilaian Proyek

Mata pelajaran : . . . . .  
 Nama Proyek : . . . . .  
 Alokasi Waktu : . . . . .  
 Guru Pembimbing : . . . . .

Nama : . . . . .  
 Kelas : . . . . .

NO	ASPEK	SKOR (1 – 5)				
		1	2	3	4	5
1	PERENCANAAN:					
	a. Persiapan					
	b. Rumusan Judul					
2	PELAKSANAAN:					
	a. Sistematika Penulisan					
	b. Keakuratan Sumber Data/In- formasi					
	c. Kuantitas Sumber Data					
	d. Analisis Data					
	e. Penarikan Kesimpulan					
3	LAPORAN PROYEK:					
	a. Performansi					
	b. Presentasi/Penguasaan					

### 3. Penilaian portofolio

Penilaian portofolio merupakan penilaian berkelanjutan yang didasarkan pada kumpulan informasi yang menunjukkan perkembangan kemampuan peserta didik dalam satu periode tertentu. Informasi tersebut dapat berupa karya peserta didik yang dianggap terbaik oleh peserta didik. Penilaian portofolio pada dasarnya menilai karya-karya peserta didik secara individu pada satu periode untuk suatu matapelajaran. Pada akhir suatu periode hasil karya tersebut dikumpulkan dan dinilai oleh guru bersama peserta didik. Berdasarkan informasi perkembangan tersebut, guru dan peserta didik dapat menilai perkembangan kemampuan peserta didik dan terus melakukan perbaikan. Dengan demikian, portofolio dapat memperlihatkan perkembangan kemajuan belajar peserta didik melalui karyanya.

Portofolio peserta didik disimpan dalam suatu *folder* dan diberi tanggal pembuatan sehingga dapat dilihat perkembangan kualitasnya dari waktu ke waktu. Pada akhir suatu periode, hasil karya dikumpulkan dan dinilai oleh guru. Selanjutnya, guru dan peserta didik menilai perkembangan kemampuan belajar peserta didik dan terus melakukan perbaikan.

Penilaian portofolio didasarkan pada tuntutan KD, dengan mempertimbangkan beberapa kriteria berikut.

- a. Melaksanakan proses pembelajaran terkait tugas portofolio dan menilainya pada saat kegiatan tatap muka, tugas terstruktur atau tugas mandiri tidak terstruktur, disesuaikan dengan karakteristik mata pelajaran dan tujuan kegiatan pembelajaran.
- b. Melakukan penilaian portofolio berdasarkan kriteria penilaian yang telah ditetapkan atau disepakati bersama dengan peserta didik. Penilaian portofolio oleh peserta didik bersifat sebagai evaluasi diri.
- c. Peserta didik mencatat hasil penilaian portofolionya untuk bahan refleksi dirinya.
- d. Mendokumentasikan hasil penilaian portofolio sesuai format yang telah ditentukan.
- e. Memberi umpan balik terhadap karya peserta didik secara berkesinambungan dengan cara memberi keterangan kelebihan dan kekurangan karya tersebut, cara memperbaikinya dan diinformasikan kepada peserta didik.
- f. Memberi identitas (nama dan waktu penyelesaian tugas), mengumpulkan dan menyimpan portofolio masing-masing dalam satu map atau *folder*.
- g. Setelah suatu karya dinilai dan nilainya belum memuaskan, peserta didik diberi kesempatan untuk memperbaikinya.
- h. Membuat “kontrak” atau perjanjian mengenai jangka waktu perbaikan dan penyerahan karya hasil perbaikan kepada guru.

- i. Memamerkan dokumentasi kinerja dan atau hasil karya terbaik portofolio di kelas.
- j. Mendokumentasikan dan menyimpan semua portofolio ke dalam map yang telah diberi identitas masing-masing peserta didik untuk bahan laporan kepada sekolah dan orang tua peserta didik.
- k. Mencantumkan tanggal pembuatan pada setiap bahan informasi perkembangan peserta didik sehingga dapat terlihat perbedaan kualitas dari waktu ke waktu untuk bahan laporan kepada sekolah dan atau orang tua peserta didik.
- l. Memberikan nilai akhir portofolio masing-masing peserta didik disertai umpan balik.

Berikut ini diberikan contoh penerapan asesmen portofolio yang diberikan Mahanal (2006). Setiap bukti yang dikumpulkan diberi tanggal, sehingga melalui sedereretan bukti tersebut dapat menggambarkan perkembangan pemahaman, ketrampilan dan sikap peserta didik pada suatu bidang dalam kurun waktu tertentu. Portofolio dapat dibuat bersama oleh guru dan peserta didik. Karya peserta didik yang akan dikumpulkan sebagai dokumen portofolio terlebih dahulu direviu oleh guru. Dengan demikian peserta didik dibantu guru dalam “mencari” bukti yang menggambarkan perkembangan dalam diri peserta didik dalam hal kecakapan memecahkan masalah, menalar dan berpikir kritis, komunikasi tertulis, serta menghubungkan materi pelajaran di sekolah dengan dunia nyata. Melalui karya peserta didik yang terpilih tersebut guru dapat memahami pandangan peserta didik terhadap dirinya sendiri sebagai pebelajar.

### **Contoh Penilaian Portofolio**

Contoh penilaian untuk KD tertentu yang memerlukan bukti pembelajaran sebagai berikut.

1. Lembar Kerja Peserta didik (LKS)
2. Kliping
3. Poster
4. Kuis
5. Tes formatif
6. Hasil observasi guru tentang aktivitas belajar peserta didik
7. Pernyataan refleksi diri peserta didik

### Konversi Skor LKS dan Tes Formatif

Skor	Kriteria
5 (Sangat Baik)	Mendapat skor 85--100 Menyertakan hari dan tanggal
4 (Baik)	Mendapat skor 70 – 84 Menyertakan hari dan tanggal
3 (Cukup)	Mendapat skor 55 – 69 Menyertakan hari dan tanggal
2 (Kurang)	Mendapat skor 40 – 54 Menyertakan hari dan tanggal
1 (Sangat Kurang)	Mendapat skor kurang dari 40 Menyertakan hari dan tanggal

### Rubrik Skoring Kliping

Kliping harus memenuhi ketentuan:

- a. Tanggal pembuatan
- b. Judul kliping sesuai tema
- c. Bibliografi (sumber, nama penulis, tanggal dan tahun)
- d. Analisis Kritis/komentar

### Rubrik Skoring Kliping

Skor	Kriteria
5 (Sangat Baik)	Judul kliping sesuai tema, bibliografi lengkap dan benar, analisis kritis benar, memuat tanggal dan pembuatan kliping.
4 (Baik)	Judul kliping sesuai tema, bibliografi lengkap dan benar, tidak terdapat satu ketentuan (“a atau d”)
3 (Cukup)	Judul kliping sesuai tema, bibliografi tidak lengkap (salah), tidak terdapat satu ketentuan (“a atau d”)
2 (Kurang)	Judul kliping tidak sesuai tema, bibliografi lengkap dan benar, tidak terdapat satu ketentuan (a atau d”)
1 (Sangat Kurang)	Judul kliping tidak sesuai tema, bibliografi tidak lengkap (salah), tidak terdapat satu atau dua ketentuan (“a dan/atau c”)

### Rubrik Skoring Refleksi Diri

Refleksi harus memenuhi ketentuan:

- Identitas (tanggal, nama, kelas) penulisan refleksi
- Konsep yang sudah dipelajari
- Hal yang ingin dipelajari lebih lanjut
- Hal yang paling disukai dengan alasannya
- Hal yang ingin dipelajari di masa akan datang dengan alasannya

Rubrik Skoring Refleksi Diri

Skor	Kriteria
5 (Sangat Baik)	Menuliskan identitas, konsep yang sudah dipelajari, hal yang ingin dipelajari lebih lanjut, hal yang paling disukai dan alasannya, hal yang ingin dipelajari dimasa akan datang dan alasannya.
4 (Baik)	Tidak menuliskan salah satu ketentuan dari lima ketentuan yang harus ada (a,b,c,d, atau e)
3 (Cukup)	Tidak menuliskan dua ketentuan dari lima ketentuan yang harus ada (a,b,c,d, atau e)
2 (Kurang)	Tidak menuliskan tiga ketentuan dari lima ketentuan yang harus ada (a,b,c,d, atau e)
1 (Sangat Kurang)	Hanya menuliskan salah satu ketentuan dari lima ketentuan yang harus ada (a,b,c,d, atau e)

### Rubrik Skoring Poster

Poster harus memenuhi ketentuan:

- Judul sesuai tema
- Informasinya komunikatif
- Memuat kebenaran konsep
- Tulisannya jelas dan rapi
- Kreatif dan menarik

Rubrik Skoring Poster

Skor	Kriteria
5 (sangat baik)	Judul mencerminkan tema, informasinya komunikatif, memuat konsep yang benar, tulisan jelas dan rapi, kreatif, dan menarik

4 (Baik)	Judul mencerminkan tema, informasinya komunikatif, memuat konsep yang benar, tulisan jelas dan rapi, tetapi kurang kreatif dan kurang menarik
3 (cukup)	Secara umum poster tampak menarik tetapi 1 sampai 2 ketentuan tidak dikembangkan
2 (kurang)	Poster kurang menarik tetapi 1 sampai 2 ketentuan tidak dikembangkan
1 (sangat kurang)	Poster tidak kreatif dan tidak menarik dengan 1 sampai 3 ketentuan tidak dikembangkan

### Lembar Observasi Keaktifan Peserta Didik

Aspek yang diamati : keaktifan peserta didik  
Materi Pelajaran :  
Tanggal/hari :

No	Nama Peserta didik	Deskriptor					Total Skor	Skor rata-rata
		1	2	3	4	5		

\* Berilah tanda (v) pada deskriptor yang muncul.

Keterangan deskriptor:

1 = mau mengajukan pertanyaan tentang materi/konsep yang belum dimengerti

2 = mau berdiskusi dan bekerja sama

3 = mau menjawab pertanyaan guru/teman

4 = mau mengemukakan ide-ide

5 = mau melaporkan hasil kerja kelompok tanpa ditunjuk

Kategori deskriptor: 5: sangat baik, 4: baik, 3: cukup, 2: kurang, 1: sangat kurang

### Refleksi Akhir Pembelajaran

Tanggal : . . . . .  
 Nama : . . . . .  
 Kelas : . . . . .

- Ingat kembali mengenai seluruh tugas yang telah kamu selesaikan. Apa saja yang telah kamu pelajari selama mengerjakan tugas-tugas IPA tersebut?  
 .....
- Apakah kamu ingin mempelajari lebih lanjut? Mengapa?  
 .....
- Diantara hal-hal yang telah kamu pelajari tersebut, manakah yang paling istimewa bagimu? Mengapa?  
 .....
- Hal apa yang ingin kamu pelajari secara lebih mendalam di masa yang akan datang? Mengapa?  
 .....

### Nilai Akhir Portofolio Mata Pelajaran IPA

Nama : . . . . .  
 Kelas : . . . . .

No	Uraian	Siklus I		
		Bobot(B)	Skor(S)	Nilai (BXS)
<b>I</b>	<b>Isi (dokumen)</b>			
	- LKS	3		
	- Kliping	3		
	- Tes Formatif	4		
	- Poster	3		
	- Aktivitas	3		
<b>II</b>	<b>Kelengkapan</b>			
	- Refleksi diri	2		
	- Sampul & kerapian	2		
<b>Total</b>				<b>100</b>

## D. Tindak Lanjut Penilaian

Pada Permendikbud No. 81A tahun 2013 ketuntasan belajar ditentukan sebagai berikut.

Predikat	Nilai Kompetensi		
	Pengetahuan	Keterampilan	Sikap
A	4	4	SB
A-	3.66	3.66	
B+	3.33	3.33	B
B	3	3	
B-	2.66	2.66	
C+	2.33	2.33	C
C	2	2	
C-	1.66	1.66	
D+	1.33	1.33	K
D	1	1	

Penjelasan:

- Untuk KD pada KI-3 (pengetahuan) dan KI-4 (keterampilan), seorang peserta didik dinyatakan belum tuntas belajar apabila menunjukkan nilai kurang dari 2.66 dari hasil tes formatif.
- Untuk KD pada KI-3 dan KI-4, seorang peserta didik dinyatakan sudah tuntas belajar apabila menunjukkan nilai 2.66 atau lebih dari hasil tes formatif.
- Untuk KD pada KI-1 (sikap spiritual) dan KI-2 (sikap sosial), ketuntasan seorang peserta didik dilakukan dengan memperhatikan aspek sikap pada KI-1 dan KI-2 untuk seluruh matapelajaran, yakni jika profil sikap peserta didik secara umum berada pada kategori baik (B) menurut standar yang ditetapkan satuan pendidikan yang bersangkutan.

Implikasi dari ketuntasan belajar tersebut adalah sebagai berikut.

- Untuk KD pada KI-3 dan KI-4: diberikan remedial individual sesuai dengan kebutuhan kepada peserta didik yang memperoleh nilai kurang dari 2.66.
- Untuk KD pada KI-3 dan KI-4: diberikan kesempatan untuk melanjutkan pelajarannya ke KD berikutnya kepada peserta didik yang memperoleh nilai 2.66 atau lebih.

- c. Untuk KD pada KI-3 dan KI-4: diadakan remedial klasikal sesuai dengan kebutuhan apabila lebih dari 75% peserta didik memperoleh nilai kurang dari 2.66.
- d. Untuk KD pada KI-1 dan KI-2, pembinaan terhadap peserta didik yang secara umum profil sikapnya belum berkategori baik dilakukan secara holistik (oleh guru matapelajaran, wali kelas, guru BK, dan orang tua).

### **1. Program Remedial**

Pembelajaran remedial adalah kegiatan yang ditujukan untuk membantu peserta didik yang mengalami kesulitan dalam menguasai materi pelajaran. Pembelajaran remedial ini merupakan layanan pendidikan yang diberikan kepada peserta didik untuk memperbaiki prestasi belajarnya sehingga mencapai kriteria ketuntasan yang ditetapkan. Perbedaan kegiatan remedial dari pembelajaran biasa terletak pada pendekatan yang digunakan dalam perencanaan dan pelaksanaan pembelajaran. Kegiatan remedial direncanakan dan dilaksanakan berdasarkan kebutuhan individu atau kelompok peserta didik, sedangkan pembelajaran biasa menerapkan pendekatan klasikal, baik dalam perencanaan maupun dalam pelaksanaannya.

Salah satu tindakan yang diperlukan adalah pemberian pembelajaran remedial atau perbaikan. Remedial diperlukan bagi peserta didik yang belum mencapai kemampuan minimal yang ditetapkan dalam rencana pelaksanaan pembelajaran. Pemberian pembelajaran remedial didasarkan atas latar belakang bahwa guru perlu memperhatikan perbedaan individual peserta didik. Dengan diberikannya pembelajaran remedial bagi peserta didik yang belum mencapai tingkat ketuntasan belajar, peserta didik memerlukan waktu lebih lama daripada mereka yang telah mencapai tingkat penguasaan.

Sesuai dengan pengertiannya, tujuan pembelajaran remedial ialah membantu peserta didik mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dalam kurikulum yang berlaku. Dalam kaitannya dengan proses pembelajaran, fungsi kegiatan remedial adalah sebagai berikut.

- a. Memperbaiki cara belajar peserta didik dan cara mengajar guru (fungsi korektif)

Fungsi kuratif ini dilaksanakan guru berdasarkan hasil analisis kesulitan belajar peserta didik yang diketemukan. Bertolak dari hasil analisis tersebut, guru memperbaiki berbagai aspek proses pembelajaran, mulai dari rumusan indikator hasil belajar, materi ajar, pengalaman belajar, penilaian dan evaluasi, serta tindak lanjut pembelajaran. Rumusan kompetensi dan indikator hasil belajar untuk remediasi dibuat berdasarkan kesulitan belajar yang dialami peserta didik. Selanjutnya guru mengorganisasi dan mengembangkan materi pembelajaran sesuai dengan taraf kemampuan peserta didik, memilih dan menerapkan alat

dan berbagai media serta sumber belajar untuk memudahkan peserta didik belajar, memilih dan menetapkan pengalaman belajar yang sesuai.

Berikut contoh kegiatan dalam pembelajaran remedial yang dapat dilakukan guru. Jika guru menemukan bahwa penyebab kesulitan belajar peserta didik karena pengalaman belajar tidak konkrit, maka kegiatan remedial yang harus dirancang guru adalah membelajarkan peserta didik dengan kegiatan belajar yang mengkonkritkan pengalaman belajar. Jika misalnya disebabkan oleh peserta didik kurang sungguh-sungguh mengerjakan tugas, maka peserta didik perlu dilatih untuk mengerjakan tugas secara lebih sungguh-sungguh.

- b. Meningkatkan pemahaman guru dan peserta didik terhadap kelebihan dan kekurangan dirinya (fungsi pemahaman)

Kegiatan remedial memberikan pemahaman lebih baik kepada peserta didik dan guru. Bagi seorang guru yang akan melaksanakan kegiatan remedial terlebih dulu harus memahami kelebihan dan kelemahan kegiatan pembelajaran yang dilakukannya. Untuk kepentingan itu, guru terlebih dulu mengevaluasi kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakannya. Dari evaluasi tersebut akan diketahui apakah strategi dan metode pembelajarannya sudah tepat? Apakah pengalaman belajar yang dipilih sudah sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik? Apakah media dan alat yang digunakan sudah membantu mempermudah pemahaman peserta didik? Dari hasil evaluasi inilah guru memperbaiki proses pembelajarannya.

Pemahaman yang diharapkan terbentuk pada diri peserta didik dari kegiatan remedial adalah memahami kelebihan dan kelemahan cara belajarnya. Apakah selama pembelajaran peserta didik sudah berperan aktif apa belum? Apakah sudah mengerjakan tugas dengan sungguh-sungguh apa belum? Nah dari pemahaman akan kelemahan dan kelebihan dirinya ini peserta didik akan dengan kesadaran sendiri memperbaiki sikap dan cara belajarnya sehingga dapat mencapai hasil belajar yang lebih baik.

- c. Menyesuaikan pembelajaran dengan karakteristik peserta didik (fungsi penyesuaian)

Fungsi penyesuaian dalam kegiatan remedial adalah penyesuaian guru terhadap karakteristik peserta didik. Untuk menentukan hasil belajar peserta didik dan materi pembelajaran disesuaikan dengan kesulitan yang dihadapi peserta didik. Kegiatan pembelajaran guru harus menerapkan kekuatan yang dimiliki individu peserta didik melalui penggunaan berbagai metode dan alat/media pembelajaran.

- d. Mempercepat penguasaan peserta didik terhadap materi pelajaran (fungsi akselerasi)

Mengapa kegiatan remedial mempunyai fungsi akselerasi terhadap proses pembelajaran? Kegiatan remedial mempunyai fungsi akselerasi terhadap pembelajaran karena peserta didik dapat dipercepat penguasaan terhadap materi pelajaran melalui penambahan waktu dan frekuensi pembelajaran. Tanpa penambahan frekuensi pembelajaran maka peserta didik akan semakin tertinggal jauh dari teman-temannya yang telah menguasai materi pelajaran.

- e. Memperkaya pemahaman peserta didik tentang materi pembelajaran (fungsi pengayaan)

Fungsi pengayaan pada kegiatan remedial ditunjukkan dengan penggunaan sumber belajar, metode pembelajaran, dan alat bantu pembelajaran yang bervariasi dibandingkan pembelajaran biasa. Pemanfaatan komponen-komponen yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik tersebut diharapkan peserta didik dapat melakukan proses belajar secara efektif. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan oleh guru tersebut merupakan pengayaan bagi proses pembelajaran.

- f. Membantu mengatasi kesulitan peserta didik dalam aspek sosial-pribadi (fungsi terapeutik)

Fungsi terapeutik ditunjukkan dengan kegiatan membantu peserta didik yang mengalami kesulitan dalam aspek sosial dan pribadi. Perlu diketahui bahwa peserta didik yang merasa kurang berhasil dalam belajar sering merasa rendah diri atau terisolasi dalam pergaulan dari teman-temannya. Guru yang membantu peserta didik mencapai prestasi belajar yang lebih baik melalui kegiatan remedial berarti guru telah membantu peserta didik meningkatkan rasa percaya dirinya. Tumbuhnya rasa percaya diri ini membuat peserta didik menjadi tidak merasa rendah diri lagi dan dapat bergaul dengan teman-temannya.

### ***Jenis-jenis Kegiatan Remedial***

Kegiatan remedial dilaksanakan guru untuk membantu peserta didik mencapai kriteria ketuntasan minimal yang harus dicapai peserta didik. Kegiatan remedial dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya berikut ini.

- a. Memberikan tambahan penjelasan atau contoh

Peserta didik kadang-kadang mengalami kesulitan memahami penyampaian materi pembelajaran untuk mencapai kompetensi yang disajikan hanya sekali, apalagi kurang ilustrasi dan contoh. Pemberian

tambahan ilustrasi, contoh dan bukan contoh untuk pembelajaran konsep misalnya akan membantu pembentukan konsep pada diri peserta didik.

- b. Menggunakan strategi pembelajaran yang berbeda dengan sebelumnya  
Penggunaan alternatif berbagai strategi pembelajaran akan memungkinkan peserta didik dapat mengatasi masalah pembelajaran yang dihadapi.
- c. Mengkaji ulang pembelajaran yang lalu  
Penerapan prinsip pengulangan dalam pembelajaran akan membantu peserta didik menangkap pesan pembelajaran. Pengulangan dapat dilakukan dengan menggunakan metode dan media yang sama atau metode dan media yang berbeda. Guru melakukan pembelajaran kembali kompetensi yang belum dikuasai oleh peserta didik. Pembelajaran hanya difokuskan pada kesulitan yang dialami oleh peserta didik. Jika peserta didik kurang dalam hal mengaplikasi konsep maka hendaknya guru banyak memberi contoh latihan penerapan konsep dalam kehidupan sehari-hari. Pembelajaran ulang dapat disampaikan dengan cara penyederhanaan materi, variasi cara penyajian, penyederhanaan tes/pertanyaan. Pembelajaran ulang dilakukan bilamana sebagian besar atau semua peserta didik belum mencapai ketuntasan belajar atau mengalami kesulitan belajar. Guru perlu memberikan penjelasan kembali dengan menggunakan metode dan/atau media yang lebih tepat.
- d. Menggunakan berbagai jenis media  
Penggunaan berbagai jenis media dapat menarik perhatian peserta didik. Perhatian memegang peranan penting dalam proses pembelajaran. Semakin memperhatikan, hasil belajar akan lebih baik. Namun peserta didik seringkali mengalami kesulitan untuk memperhatikan atau berkonsentrasi dalam waktu yang lama. Agar perhatian peserta didik terkonsentrasi pada materi pelajaran perlu digunakan berbagai media untuk mengendalikan perhatian peserta didik.
- e. Melakukan aktivitas fisik (misal demonstrasi atau praktik)  
Melakukan aktivitas fisik dalam kegiatan remedial, misal untuk memahami konsep IPA bahwa gaya dapat mengubah bentuk benda, dan besar kecilnya gaya mempengaruhi besar kecilnya perubahan bentuk benda. Terkait dengan hal itu sebaiknya guru memberi kesempatan yang lebih banyak dan dengan benda yang bervariasi pada peserta didik agar peserta didik dapat memperoleh pengalaman yang lebih kaya untuk membangun konsep tersebut. Dengan cara ini diharapkan peserta didik akan lebih mudah memahami konsep tersebut karena didukung oleh data yang cukup.

f. Kegiatan kelompok

Kerja kelompok dan diskusi dapat digunakan guru untuk membantu peserta didik yang mengalami kesulitan belajar. Yang harus diperhatikan guru dalam menentukan kelompok agar kerja kelompok itu efektif adalah diantara anggota kelompok itu harus benar-benar ada peserta didik yang menguasai materi tersebut sehingga mampu memberi penjelasan kepada peserta didik lainnya.

g. Tutor sebaya

Tutor sebaya adalah teman sekelas yang memiliki kecepatan belajar lebih. Mereka perlu dimanfaatkan untuk memberikan tutorial kepada rekannya yang mengalami kelambatan belajar. Salah seorang peserta didik yang lebih pandai dari kelas yang sama atau dari kelas yang lebih tinggi inilah yang dijadikan tutornya. Dengan teman sebaya diharapkan peserta didik yang mengalami kesulitan belajar akan lebih terbuka dan akrab.

h. Menggunakan sumber belajar Lain

Peserta didik yang mengalami kesulitan belajar dapat dibantu dengan teknik memberikan kesempatan untuk mengunjungi ahli atau praktisi yang berkaitan dengan materi yang dibahas. Para ahli atau praktisi ini merupakan sumber belajar. Misal untuk mengatasi kesulitan belajar tentang bagaimana berternak ayam petelur/pedaging, peserta didik tersebut bisa mengunjungi salah seorang peternak ayam terdekat untuk diminta bantuannya memberikan penjelasan yang lebih gamblang.

### ***Langkah-langkah Kegiatan Remedial***

Kegiatan remedial dapat dilaksanakan sebelum kegiatan pembelajaran biasa untuk membantu peserta didik yang diduga akan mengalami kesulitan (preventif); setelah kegiatan pembelajaran biasa untuk membantu peserta didik yang mengalami kesulitan belajar (kuratif); atau selama berlangsungnya kegiatan pembelajaran biasa (pengembangan). Dalam melaksanakan kegiatan remedial guru dapat menerapkan berbagai metode dan media sesuai dengan kesulitan yang dihadapi dan tingkat kemampuan peserta didik serta menekankan pada segi kekuatan yang dimiliki peserta didik.

Langkah-langkah yang harus ditempuh dalam kegiatan remedial adalah analisis hasil diagnosis kesulitan belajar, menemukan penyebab kesulitan, menyusun rencana kegiatan remedial, melaksanakan kegiatan remedial, dan menilai kegiatan remedial. Pelaksanaan remediasi sebaiknya mengikuti langkah-langkah sebagai berikut.

a. Analisis hasil diagnosis

Apakah anda masih ingat tentang diagnosis kesulitan belajar? Diagnosis kesulitan belajar adalah proses pemeriksaan terhadap peserta didik yang diduga mengalami kesulitan dalam belajar. Dari kegiatan tersebut guru akan mengetahui para peserta didik yang perlu mendapatkan layanan remediasi. Terkait dengan kepentingan remediasi ini maka yang menjadi fokus perhatian adalah tingkat ketercapaian kriteria keberhasilan yang dicapai oleh peserta didik yang mengalami kesulitan belajar. Jika kriteria tingkat ketercapaiannya 80%, maka peserta didik yang belum mencapai kriteria tersebut perlu mendapatkan pembelajaran remedial. Informasi selanjutnya yang perlu diketahui guru adalah materi apa yang peserta didik merasakan kesulitan secara individual.

b. Menemukan penyebab kesulitan

Penyebab kesulitan belajar peserta didik harus diidentifikasi lebih dulu sebelum guru merancang remediasi, karena gejala yang sama sangat dimungkinkan bagi peserta didik yang berbeda jenis penyebab kesulitannya berbeda pula.

c. Menyusun rencana kegiatan remedial

Rencana kegiatan remedial dapat disusun setelah guru mengetahui (i) peserta didik-peserta didik yang perlu diremediasi, (ii) penyebab kesulitan belajar, (1.3) topik-topik yang belum dikuasai. Selanjutnya guru menyusun rencana pembelajaran seperti pembelajaran pada umumnya. Perencanaan tersebut meliputi hal-hal:

- 1). merumuskan indikator hasil belajar;
- 2). menentukan materi yang sesuai dengan indikator hasil belajar;
- 3). memilih strategi dan metode yang sesuai dengan karakteristik peserta didik;
- 4). merencanakan waktu yang diperlukan;
- 5). menentukan jenis, prosedur, dan alat penilaian.

d. Melakukan kegiatan remedial

Melaksanakan kegiatan remedial sesuai rencana yang telah disusun. Sebaiknya remediasi dilaksanakan sesegera mungkin. Semakin cepat dilaksanakan semakin baik, karena peserta didik selain cepat terbantu mengatasi kesulitan belajarnya, sehingga semakin besar kemungkinan peserta didik berhasil dalam belajarnya.

e. Menilai kegiatan remedial

Untuk mengetahui berhasil atau tidaknya remediasi yang telah dilakukan perlu dilakukan penilaian. Jika penilaian menunjukkan kemajuan belajar

peserta didik sesuai dengan yang diharapkan, berarti kegiatan remedial yang direncanakan dan dilaksanakan cukup efektif membantu peserta didik mengatasi kesulitan belajarnya. Namun jika belum menunjukkan hasil seperti yang diharapkan berarti kegiatan remedial yang direncanakan dan dilaksanakan kurang efektif. Untuk itu guru harus menganalisis setiap komponen pembelajaran.

## **2. Program Pengayaan**

Kegiatan pengayaan adalah kegiatan yang diberikan kepada peserta didik kelompok cepat agar mereka dapat mengembangkan potensinya secara optimal dengan memanfaatkan sisa waktu yang dimilikinya. Kegiatan pengayaan dilaksanakan dengan tujuan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memperdalam penguasaan materi pelajaran yang berkaitan dengan tugas belajar yang sedang dilaksanakan sehingga tercapai tingkat perkembangan yang optimal. Secara umum pengayaan dapat diartikan sebagai pengalaman atau kegiatan peserta didik yang melampaui persyaratan minimal yang ditentukan oleh kurikulum dan tidak semua peserta didik dapat melakukannya.

Pengayaan pada kegiatan pembelajaran ditunjukkan oleh digunakannya sumber belajar, metode pembelajaran, dan alat bantu pembelajaran yang bervariasi dibandingkan pembelajaran biasa. Dengan pemanfaatan komponen-komponen yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik, maka peserta didik dapat melakukan proses belajar secara efektif. Sebagai contohnya peserta didik diminta untuk membaca sumber pustaka lain selain buku wajib, mengakses internet, diberi tugas pemecahan masalah yang lebih tinggi pengembangan penalarannya, melakukan penyelidikan sederhana, yang relevan dengan materi yang dipelajari. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan oleh guru tersebut merupakan pengayaan bagi proses pembelajaran. Program pengayaan ini diberikan kepada kelompok peserta didik yang sudah mencapai batas ketuntasan belajar.

Dalam memilih dan melaksanakan kegiatan pengayaan, guru harus memperhatikan hal-hal berikut.

- a. Faktor peserta didik, baik faktor minat maupun faktor psikologis lainnya.
- b. Faktor manfaat edukatif.
- c. Faktor waktu.

Tugas yang dapat diberikan guru pada peserta didik yang mengikuti kegiatan pengayaan di antaranya adalah memberikan kesempatan menjadi tutor sebaya, mengembangkan latihan praktis dari materi yang sedang dibahas, membuat hasil karya, melakukan suatu proyek, membahas masalah, atau mengerjakan permainan yang harus diselesaikan peserta didik. Berikut ini beberapa jenis pembelajaran pengayaan.

- a. Kegiatan eksploratori yang bersifat umum yang dirancang untuk disajikan kepada peserta didik. Sajian dimaksud berupa materi-materi yang “melebihi” materi, yang secara regular tidak tercakup dalam kurikulum.
- b. Keterampilan proses yang diperlukan oleh peserta didik agar berhasil dalam melakukan pendalaman dan investigasi terhadap topik yang diminati dalam bentuk pembelajaran mandiri.
- c. Pemecahan masalah yang diberikan kepada peserta didik yang memiliki kemampuan belajar lebih tinggi berupa pemecahan masalah nyata dengan menggunakan pendekatan pemecahan masalah atau pendekatan investigatif/ penelitian ilmiah. Pemecahan masalah ditandai dengan:
  - 1). identifikasi bidang permasalahan yang akan dikerjakan
  - 2). penentuan fokus masalah/problem yang akan dipecahkan;
  - 3). penggunaan berbagai sumber;
  - 4). pengumpulan data menggunakan teknik yang relevan;
  - 5). analisis data; dan
  - 6). penyimpulan hasil investigasi.

Apapun kegiatan yang dipilih guru, hendaknya kegiatan pengayaan tersebut menyenangkan dan mengembangkan kemampuan kognitif tinggi sehingga mendorong peserta didik untuk mengerjakan tugas yang diberikan. Sekolah tertentu, khususnya yang memiliki peserta didik lebih cepat belajar dibanding sekolah-sekolah pada umumnya, dapat menaikkan tuntutan kompetensi melebihi standari isi. Misalnya sekolah-sekolah yang menginginkan memiliki keunggulan khusus. Sebagai bagian integral dari kegiatan pembelajaran, kegiatan pengayaan tidak lepas kaitannya dengan penilaian. Penilaian hasil belajar kegiatan pengayaan, tentu tidak sama dengan kegiatan pembelajaran biasa, tetapi cukup dalam bentuk portofolio, dan harus dihargai sebagai nilai tambah (lebih) dari peserta didik yang normal.

## E. Interaksi Dengan Orang Tua

Komunikasi dengan orang tua dapat menggunakan buku penghubung yang memfasilitasi komunikasi yang baik antara sekolah/guru dengan orang tua peserta didik. Buku penghubung ini juga bermanfaat membangun kerjasama pihak sekolah dengan orang tua dalam membantu keberhasilan peserta didik. Buku penghubung ini memuat hari/tanggal, matapelajaran, materi/topik, bentuk tugas, tanda tangan orang tua.

### Contoh Lembar Monitoring Orang Tua

Hari/ Tanggal	Mata-Pe- lajaran	Materi/ topik	Bentuk Tugas	Tanda Tangan Guru	Komentar Orangtua	Tanda Tan- gan Orang Tua

Bentuk lain interaksi dengan orangtua yaitu membangun keterlibatan orangtua dalam tugas-tugas sekolah para siswa. Guru dianjurkan menyusun tugas untuk siswa yang dapat melibatkan orangtua dalam kegiatan-kegiatan bersama siswa, disesuaikan dengan materi-materi yang dapat dipelajari siswa. Sekolah juga dapat melibatkan orangtua dalam proses belajar siswa secara terprogram.



## Bab

## III

# Model Pembelajaran untuk Pembelajaran IPA

Paradigma pembelajaran IPA di sekolah mengalami pergeseran dari paradigma *teacher-oriented* ke *student-oriented*. Peran guru bergeser dari menentukan "apa yang akan dipelajari peserta didik" ke "bagaimana menyediakan dan memperkaya pengalaman belajar peserta didik". Pengalaman belajar IPA diperoleh melalui serangkaian kegiatan untuk mengeksplorasi lingkungan melalui interaksi aktif dengan teman, lingkungan dan narasumber lain. Pembelajaran IPA yang berpusat pada peserta didik dan menekankan pentingnya belajar aktif berarti mengubah pola pembelajaran guru yang selalu memberikan informasi dan sumber pengetahuan bagi peserta didik (National Research Council, 1996).

Berdasarkan paradigma pendidikan dalam Kurikulum 2013, pembelajaran IPA dilakukan dengan menggunakan pendekatan ilmiah yang melibatkan peserta didik dalam penyelidikan yang berorientasi inkuiri, dan interaksi antara peserta didik dengan guru dan peserta didik lainnya. Peserta didik diarahkan untuk mengembangkan kemampuan berpikir, bernalar dan bekerja ilmiah melalui pembelajaran inkuiri melalui pengalaman belajar.

Pengalaman yang paling tinggi nilainya adalah *direct purposeful experience*, yaitu pengalaman yang diperoleh dari hasil kontak langsung dengan lingkungan, objek, binatang, manusia dan sebagainya, dengan cara melakukan perbuatan langsung (Ali,2000). Verbal symbol yang diperoleh melalui penuturan dengan kata-kata merupakan pengalaman belajar yang paling rendah tingkatannya. Oleh karena itu, agar pembelajaran dapat memberikan pengalaman yang lebih berarti bagi peserta didik, maka perlu dirancang model pembelajaran yang dapat membawa peserta didik kepada pengalaman yang lebih konkrit.

Setiap peserta didik mempunyai cara yang optimal dalam mempelajari informasi tertentu (DePorter dan Hernacki, 2002). Beberapa peserta didik perlu diberikan cara-cara yang lain, yang berbeda dengan metode mengajar yang pada umumnya disajikan. Oleh karena itu guru dituntut dapat mengembangkan kreativitasnya untuk menerapkan dan mengembangkan model pembelajaran, sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir, daya analisis, dan hasil belajar peserta didik.

## A. Pembelajaran Berbasis Inkuiri

### 1. Pengertian Pembelajaran Berbasis Inkuiri

Kata inkuiri berasal dari bahasa Inggris, yaitu *'to inquire'* yang berarti bertanya atau menyelidiki. Pertanyaan merupakan inti dari pembelajaran berbasis inkuiri. Pertanyaan dapat menuntun untuk melakukan penyelidikan sebagai usaha peserta didik dalam memahami materi pelajaran. Ada beberapa penjelasan mengenai pembelajaran inkuiri telah dikemukakan oleh beberapa ahli.

Joyce dan Weil (2000) mengemukakan bahwa inti dari pembelajaran inkuiri adalah melibatkan peserta didik dalam masalah penyelidikan nyata dengan menghadapkan mereka dengan cara penyelidikan (investigasi), membantu mereka mengidentifikasi masalah konseptual atau metodologis dalam wilayah investigasi, dan meminta mereka merancang cara mengatasi masalah. Melalui inkuiri peserta didik belajar menjadi seorang ilmuwan dalam menyusun pengetahuan. Selain itu, peserta didik belajar menghargai ilmu dan mengetahui keterbatasan pengetahuan dan ketergantungan satu dengan yang lainnya. Menurut Ong dan Borich (2006) pembelajaran berbasis Inkuiri adalah belajar melalui berbagai kegiatan termasuk melakukan observasi, mengajukan pertanyaan, mencari dan menggunakan informasi untuk mengetahui dengan jelas peristiwa melalui percobaan, menggunakan alat untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menafsirkan data; mengajukan pertanyaan, menjelaskan, dan memprediksi; dan mengomunikasikan hasil. Inkuiri mengharuskan melakukan identifikasi dan asumsi, menggunakan berpikir kritis dan logis, dan pertimbangan dari penjelasan alternatif.

Menurut National Research Council (2000) pembelajaran berbasis inkuiri mengacu pada cara ilmuwan bekerja ketika mempelajari alam, yaitu mencari penjelasan melalui bukti yang dikumpulkan dari dunia di sekitar mereka. Pembelajaran berbasis inkuiri meliputi kegiatan mengajukan pertanyaan, menyelidiki masalah atau topik, dan menggunakan berbagai sumber daya untuk menemukan solusinya. Para peserta didik akan menarik kesimpulan dan biasanya peserta didik meninjau kembali kesimpulan tersebut untuk direvisi sebagai eksplorasi sehingga memunculkan pertanyaan baru. Melalui proses ini, peserta didik akan mengintegrasikan pengetahuan baru mereka dengan pengetahuan sebelumnya, yang pada gilirannya akan membantu mereka dalam membangun konsep mereka saat ini.

Ahli pendidikan IPA banyak menganjurkan bahwa pengajaran IPA harus menekankan inkuiri. Wayne Welch, seorang pendidik sains di Universitas Minnesota berpendapat bahwa teknik yang dibutuhkan untuk mengajar ilmu pengetahuan alam yang efektif adalah sama dengan yang digunakan

untuk penyelidikan ilmiah yang efektif. Dengan demikian metode yang digunakan oleh para ilmuwan harus menjadi bagian integral dari metode yang digunakan dalam kelas IPA. Banyak ahli yang berpikir bahwa metode penyelidikan ilmiah sebagai proses inkuiri.

Wilson and Murdoch (2004) mengidentifikasi karakteristik umum pembelajaran berbasis inkuiri sebagai berikut: (a) berpusat pada peserta didik, (b) menekankan proses dan pengembangan keterampilan, (c) melibatkan peserta didik untuk mengajukan pertanyaan, (d) berbasis konseptual, (e) mendorong interaksi peserta didik, (f) membangun pengetahuan berdasarkan pengetahuan sebelumnya, (g) memanfaatkan dan mempertimbangkan minat peserta didik, (h) pengalaman langsung, (i) mengintegrasikan refleksi dan metakognisi, (j) penerapan ide-ide, (k) mengeksplorasi aspek afektif belajar, (l) memunculkan perspektif yang berbeda dan menangkap nilai-nilai.

Pembelajaran inkuiri memiliki tingkatan berdasarkan kompleksitas dalam penerapannya. Callahan dan Kelleough (1992) mengelompokkan inkuiri berdasarkan banyaknya keterlibatan peserta didik dalam aktivitas inkuiri menjadi 3 tingkatan, yaitu inkuiri tingkat I, inkuiri tingkat II, dan inkuiri tingkat 1.3. Inkuiri tingkat I, pengenalan masalah dan proses pemecahan masalah ditentukan oleh guru atau dari buku, identifikasi solusi sementara dilakukan oleh peserta didik. Inkuiri tingkat II, pengenalan masalah berasal dari guru atau dari buku, proses pemecahan masalah dan identifikasi solusi sementara dilakukan oleh peserta didik. Selanjutnya inkuiri tingkat 1.3, pengenalan masalah, proses pemecahan masalah, dan identifikasi solusi pemecahan masalah dilakukan oleh peserta didik.

Menurut Colburn (2000) ada empat tingkatan inkuiri, yaitu inkuiri terstruktur (*structured inquiry*), inkuiri terbimbing (*guided inquiry*), inkuiri terbuka (*open inquiry*), dan siklus belajar (*learning cycle*). Llewellyn (2007) mengelompokkan inkuiri berdasarkan tingkat dominasi peran guru atau peserta didik, ada 4 tipe yaitu inkuiri demonstrasi (*demonstrated inquiry*), inkuiri terstruktur (*structured inquiry*), inkuiri terbimbing (*guided inquiry*), inkuiri penuh (*full inquiry*). Banchi dan Bell (2008) membagi inkuiri menjadi empat tingkatan dari tingkat bawah sampai tinggi, yaitu inkuiri konfirmasi (*confirmation inquiry*), inkuiri terstruktur (*structured inquiry*), inkuiri terbimbing (*guided inquiry*), inkuiri terbuka (*open inquiry*) atau inkuiri penuh (*full inquiry*).

### ***Tingkatan Inkuiri menurut Banchi dan Bell***

Banchi dan Bell (2008) mengklasifikasikan inkuiri sebagai berikut.

a. Inkuiri Konfirmasi (*confirmation inquiry*)

Pada inkuiri konfirmasi, peserta didik diberi pertanyaan dan prosedur (metode), dan hasilnya sudah diketahui sebelumnya. Inkuiri konfirmasi digunakan bila tujuan guru untuk memperkuat ide sudah diperkenalkan, peserta didik mempraktekkan keterampilan investigasi spesifik, seperti mengumpulkan dan merekam data. Sebagai contoh, guru ingin peserta didik untuk mengkonfirmasi suatu prinsip bahwa semakin kecil gaya gesek udara pada obyek semakin cepat jatuh. Peserta didik dapat membuat pesawat kertas dengan sayap panjang yang berbeda untuk mengkonfirmasi prinsip tersebut. Peserta didik mengikuti petunjuk untuk melakukan percobaan, mencatat data, dan menganalisis hasilnya.

b. Inkuiri terstruktur (*structured inquiry*)

Pada inkuiri terstruktur, pertanyaan dan prosedur masih disediakan oleh guru. Namun, peserta didik menghasilkan penjelasan yang didukung oleh bukti yang telah mereka kumpulkan. Menggunakan contoh pesawat kertas yang sama, peserta didik tidak akan diberitahu hubungan antara gaya gesek udara pada obyek dengan kecepatan jatuhnya obyek. Peserta didik akan menggunakan data yang dikumpulkan yang menunjukkan bahwa pesawat dengan sayap yang panjang memerlukan waktu lebih lama untuk jatuh. Peserta didik memahami bahwa sayap menyebabkan gaya gesek udara yang lebih besar dan memperlambat pesawat jatuh. Inkuiri konfirmasi dan inkuiri terstruktur dianggap inkuiri tingkat rendah, pada umumnya diterapkan di pendidikan tingkat dasar (SD dan SMP). Jenis inkuiri ini penting karena memungkinkan peserta didik secara bertahap mengembangkan kemampuan melakukan inkuiri ke jenjang yang lebih tinggi yaitu inkuiri terbuka.

c. Inkuiri terbimbing (*guided inquiry*)

Pada inkuiri terbimbing, guru memberikan rumusan masalah penyelidikan, dan peserta didik merancang prosedur penyelidikan (metode), melakukan penyelidikan untuk menguji masalah penyelidikan dan menghasilkan penjelasan.

Pada inkuiri level ini peserta didik lebih terlibat daripada inkuiri terstruktur. Pembelajaran berbasis inkuiri lebih berhasil bila peserta didik memiliki banyak kesempatan untuk belajar dan berlatih merancang percobaan dan merekam data. Pada inkuiri terbimbing peran guru tidak berarti pasif, tetapi aktif mengarahkan peserta yang memerlukan bimbingan dalam penyusunan rancangan dan pelaksanaan eksperimen.

d. Inkuiri terbuka (*open inquiry*).

Inkuiri tingkat tertinggi adalah inkuiri terbuka. Pada inkuiri terbuka peserta didik memiliki kesempatan bekerja layaknya ilmuwan. Peserta didik merumuskan masalah penyelidikan, merancang dan melakukan penyelidikan dan mengomunikasikan hasilnya. Inkuiri tingkat ini membutuhkan penalaran ilmiah dan ranah kognitif tinggi dari peserta didik.

Dengan pengalaman yang cukup di tiga tingkat inkuiri sebelumnya, peserta didik dapat berhasil melakukan inkuiri tingkat ke empat (inkuiri terbuka). Inkuiri terbuka ini sesuai dilakukan oleh peserta didik yang sudah berhasil merancang dan melakukan penyelidikan yang masalahnya disediakan oleh guru, termasuk mampu merekam dan menganalisis data, serta menarik kesimpulan dari bukti yang mereka kumpulkan.

Berbagai tingkatan inkuiri tersebut dibedakan berdasarkan tingkat kemandirian peserta didik dalam merumuskan masalah, menyusun prosedur pemecahan masalah, dan merumuskan solusi. Pada Tabel 1.3.1. adalah ringkasan tingkatan inkuiri menurut Banchi dan Bell (2008).

**Tabel 1.3.1. Tingkatan Inkuiri (Banchi dan Bell, 2008)**

No	Tingkatan Inkuiri	Masalah	Prosedur	Solusi
1.	Inkuiri Konfirmasi ( <i>confirmation inquiry</i> ) Peserta didik memperoleh konsepi yang dipelajari kemudian konsep tersebut dikonfirmasi melalui penyelidikan.	√	√	√
2.	Inkuiri terstruktur ( <i>structured inquiry</i> ) Peserta didik menyelidiki permasalahan yang disajikan guru melalui prosedur yang sudah ditentukan	√	√	-
3.	Inkuiri terbimbing ( <i>guided inquiry</i> ) Peserta didik menyelidiki pertanyaan yang disajikan guru dengan menggunakan prosedur yang dirancang peserta didik	√	-	-
4.	Inkuiri terbuka ( <i>open inquiry</i> ) Peserta didik merumuskan dan menyelidiki permasalahan dari konsep yang dipelajari	-	-	-

Keterangan: √ adalah peran guru terhadap proses pengajuan masalah, tahapan prosedur, atau pengajuan solusi

### **Tingkatan Inkuiri menurut Llewellyn**

Llewellyn (2007) mengelompokkan inkuiri berdasarkan tingkat dominasi peran guru atau peserta didik. Terdapat 4 tipe yaitu inkuiri demonstrasi (*demonstrated inquiry*) atau *discrepant events*, inkuiri terstruktur (*structured*

*inquiry*), inkuiri terbimbing (*guided inquiry*), dan inkuiri penuh (*full inquiry*). Llewellyn mengkategorikan inkuiri yang didominasi oleh guru adalah suatu inkuiri demonstrasi. Berikut penjelasan masing-masing jenis inkuiri menurut Llewellyn (2007)

- a. Inkuiri demonstrasi disebut juga *discrepant event*, yaitu pembelajaran yang diawali dengan kegiatan demonstrasi yang dilakukan guru untuk mengarahkan atau menarik perhatian peserta didik. Pada inkuiri demonstrasi, fenomena yang didemonstrasikan dirancang bertentangan dengan penalaran sehingga menimbulkan konflik kognitif pada peserta didik. Hal ini dilakukan untuk merangsang minat, memotivasi, dan penggunaan keterampilan berpikir dalam belajar konsep dan prinsip ilmu (Wright dan Govindarajan, 1992). Inkuiri demonstrasi juga berfungsi memunculkan pertanyaan untuk penyelidikan berikutnya.
- b. Inkuiri terstruktur yaitu pembelajaran yang melibatkan peserta didik dalam aktivitas *hands-on* atau laboratorium, mengumpulkan dan mengorganisasi data, dan menarik kesimpulan. Pada inkuiri terstruktur, prosedur penyelidikan atau pemecahan masalah diberikan oleh guru atau diperoleh dari buku teks.
- c. Inkuiri terbimbing yaitu pembelajaran yang diawali dengan pengajuan pertanyaan atau masalah yang akan diselidiki oleh guru dan menunjukkan materi atau bahan yang akan digunakan. Selanjutnya peserta didik merancang dan melaksanakan prosedur penyelidikan. Peserta didik kemudian menarik kesimpulan dan menyusun penjelasan dari data yang dikumpulkan.
- d. Inkuiri penuh (*full inquiry*) yaitu pembelajaran yang memberi kesempatan pada peserta didik untuk mengajukan pertanyaan mengenai suatu topik atau fenomena. Selanjutnya peserta didik merancang kegiatan penyelidikan, mengidentifikasi variabel, melaksanakan penyelidikan untuk menjawab pertanyaan yang mereka ajukan sebelumnya. Pada akhir inkuiri penuh, peserta didik menarik kesimpulan dan mengajukan penjelasan didukung oleh data yang dikumpulkan serta mengomunikasikan temuan penyelidikan kepada orang lain. Inkuiri penuh menonjolkan kreativitas dan membantu peserta didik untuk menyederhanakan konsep yang bersifat ambigu (bermakna ganda).

Untuk masing-masing tipe inkuiri, sumber pertanyaan, dan prosedur penyelidikan, dapat berasal dari guru atau peserta didik bergantung tingkatannya. Pada inkuiri demonstrasi, pertanyaan dan prosedur berasal dari guru sehingga peran guru lebih dominan. Pada *full inquiry* (inkuiri penuh) baik pertanyaan maupun prosedur pemecahan masalah berasal dari peserta didik, dengan demikian peserta didik lebih dominan. Peran guru dan peserta didik pada berbagai tipe inkuiri disajikan pada Tabel 1.3.2.

**Tabel 1.3.2. Tingkatan Inkuiri menurut Llewellyn (2007).**

	Inkuiri demon- strasi	Inkuiri ter- struktur	Inkuiri ter- bimbing	Inkuiri penuh
Pertanyaan	guru	guru	Guru	peserta didik
Prosedur	guru	guru	peserta didik	peserta didik
Analisis	guru	peserta di- dik	peserta didik	peserta didik

Pada Tabel 1.3.2 menunjukkan sumber pertanyaan, prosedur, dan analisis baik dari guru maupun dari peserta didik. Pada kolom sebelah kiri (inkuiri demonstrasi) peran guru yang dominan. Makin bergeser ke kanan peran peserta didik makin dominan (inkuiri penuh). Dengan kata lain makin ke kanan aktivitas peserta didik makin tinggi.

## 2. Dukungan Pembelajaran Berbasis Inkuiri

### a. Dukungan pembelajaran berbasis inkuiri secara teoritis

Pada dasarnya manusia melakukan inkuiri sejak lahir. Proses inkuiri dimulai dengan mengumpulkan informasi dan data dengan menggunakan organ indera seperti melihat, mendengar, menyentuh, merasakan, dan membau. Premis yang mendasari pembelajaran berbasis inkuiri adalah (1) *need or want to know* (rasa ingin tahu) dan (2) strategi intelektual yang digunakan oleh ilmuwan untuk memecahkan masalah dapat diajarkan kepada peserta didik.

Melibatkan peserta didik dalam inkuiri memungkinkan peserta didik untuk terlibat dalam proses mental yang tinggi (penalaran) dan mengambil keputusan. Sepanjang proses inkuiri, para guru dan peserta didik didorong untuk berpikir kritis, terbuka, dan yang paling penting, *curiosity* tentang lingkungan belajar. Peserta didik menjadi lebih sadar bahwa mereka bertanggung jawab atas temuan mereka sendiri. Proses inkuiri memiliki potensi untuk mengembangkan keterampilan, dan disposisi untuk belajar seumur hidup, misalnya, kemandirian, keterampilan berpikir, kepercayaan diri, pengambilan keputusan, pembelajaran kooperatif dan lainnya keterampilan hidup.

Bruner menjelaskan ada 4 manfaat dari pengalaman belajar melalui proses penemuan jawaban pada pembelajaran berbasis inkuiri sebagai berikut.

- 1). Meningkatkan proses intelektual. Menurut Bruner, proses penemuan membantu peserta didik belajar cara memecahkan masalah dan belajar dari tugas (task of learning). Di samping itu, peserta didik juga belajar

- untuk menghubungkan informasi yang diperoleh sebelumnya menjadi informasi baru dalam memecahkan masalah sampai memperoleh jawaban yang memuaskan. Melalui pembelajaran berbasis inkuiri peserta didik memperoleh kesempatan yang lebih luas dalam mengembangkan kemampuan intelektualnya.
- 2). Perubahan penghargaan dari ekstrinsik ke intrinsik. Peserta didik mendapatkan kepuasan dari melakukan manipulasi lingkungan dan pemecahan masalah. Peserta didik dapat mengembangkan kemampuannya untuk tidak merasa puas mencari solusi terhadap suatu masalah.
  - 3). Belajar penemuan. Melalui pembelajaran berbasis inkuiri, peserta didik dilatih untuk belajar menemukan masalah sendiri, berusaha untuk mencari pemecahan masalahnya dengan berbagai aktivitas penyelidikan yang sangat bermanfaat dalam kehidupan. Bruner menjelaskan bahwa proses inkuiri berkenaan dengan belajar bagaimana mengajukan suatu masalah yang dapat dikerjakan dan dipecahkan. Bruner percaya bahwa hanya melalui praktik dan terlibat dalam proses inkuiri seseorang akan dapat belajar memecahkan masalah. Semakin banyak peserta didik belajar dalam proses inkuiri, semakin banyak proses dapat digeneralisasi dari tugas dan masalah yang dapat dipecahkan.
  - 4). Alat untuk proses mengingat. Masalah utama mengingat adalah mendapatkan kembali apa yang pernah diingat. Peserta didik yang memahami bahan yang dipelajari akan lebih cepat diingat.

## **b. Dukungan pembelajaran berbasis inkuiri secara empiris**

### **1). Memotivasi Peserta didik**

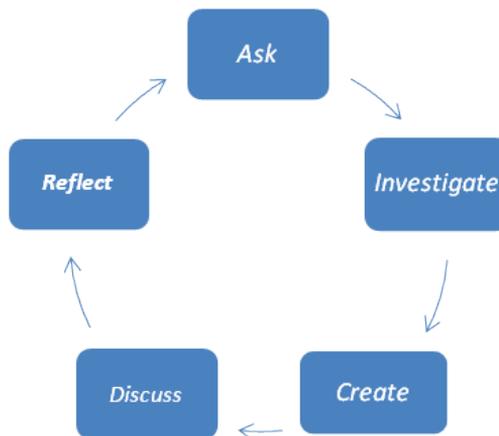
Salah satu alasan utama untuk mendukung suatu pembelajaran inkuiri adalah karena dianggap memotivasi peserta didik lebih kuat. Bransford, dkk. (2003) menyatakan bahwa peserta didik yang difasilitasi pembelajaran berbasis inkuiri mempunyai motivasi yang mempengaruhi jumlah waktu dan energi untuk belajar. Selanjutnya dikemukakan bahwa untuk tetap memotivasi, tugas yang dibeirkan harus menantang dengan tingkat kesulitan yang tepat; jika tugas terlalu mudah peserta didik akan bosan, sedangkan jika tugas terlalu sulit, peserta didik akan menjadi frustrasi. Senada dengan pendapat Ciardello (2003), peserta didik akan lebih termotivasi untuk belajar dengan memicu rasa ingin tahu mereka. Jadi dengan menghadapkan peserta didik dengan konflik kognitif, peserta didik diminta untuk mencari jawaban dari pertanyaan dengan disertai bukti yang mendukung. Peserta didik juga termotivasi ketika mereka dapat melihat kegunaan dan relevansi apa yang dipelajari dengan kehidupan sehari hari (Bransford, dkk, 2003).

## 2). *Pengembangan Intelektual*

Penelitian telah menunjukkan bahwa peserta didik yang terlibat aktif dalam proses inkuiri mampu mengkonstruksi pengetahuan sehingga menjadi miliknya, meningkatkan melek huruf dan meningkatkan keterampilan. Brickman, dkk. (2009) dalam penelitiannya menemukan peserta didik yang difasilitasi pembelajaran berbasis inkuiri menunjukkan peningkatan melek ilmu lebih besar dibanding peserta didik yang difasilitasi dengan pembelajaran secara tradisional. Selain itu dalam melakukan keterampilan ilmiah peserta didik yang difasilitasi pembelajaran inkuiri lebih percaya diri dibanding pembelajaran tradisional. Berbagai temuan dari 138 penelitian yang dianalisis menunjukkan, tren positif mendukung pembelajaran yang menekankan peserta didik aktif khususnya pembelajaran berbasis inkuiri, berpikir dan menarik kesimpulan dari data. Pengajaran yang secara aktif melibatkan peserta didik dalam proses pembelajaran melalui penyelidikan ilmiah lebih meningkatkan pemahaman konseptual daripada strategi yang mengandalkan pada teknik pasif (Minner, 2009)

## 3). *Tahapan Pembelajaran Berbasis Inkuiri*

Pembelajaran inkuiri memiliki urutan yang disusun sebagai panduan bagi guru dan peserta didik yang akan menerapkannya di kelas. Bruner (1965) menyampaikan langkah-langkah pada pembelajaran berbasis inkuiri sebagai berikut. Peserta didik mengidentifikasi masalah, curah pendapat untuk memecahkan masalah, merumuskan pertanyaan, melakukan penyelidikan, menganalisis dan menginterpretasikan hasil, berdiskusi, melakukan refleksi, dan membuat kesimpulan. Tahap-tahap (sintaks) pembelajaran inkuiri diyakini membantu peserta didik melakukan proses inkuiri. Sintaks inkuiri berikut diusulkan oleh Ong dan Boorich (2006) merupakan model umum yang digunakan oleh guru dalam merancang pembelajaran berbasis inkuiri, yaitu **ask** (merumuskan pertanyaan atau hipotesis), **investigate** (merencanakan penyelidikan dan mengumpulkan data), **create** (menganalisis data dan menginterpretasikan hasil), **discuss** (mendiskusikan temuan penyelidikan dan membuat simpulan), **reflect** (melakukan refleksi dan membuat hubungan antar konsep). Sintaks umum inkuiri tertera pada Gambar 1.3.1.



Sumber: Ong dan Boorich, 2006

Gambar 1.3.1. Model Pembelajaran Berbasis Inkuiri

Tahapan (sintaks) yang digunakan oleh guru dalam merancang pembelajaran berbasis inkuiri menurut Joyce dan Weil (2000) sebagai berikut.

(1) Identifikasi dan penetapan ruang lingkup masalah

Tahap ini adalah tahap pengembangan konsep, yaitu menghubungkan fenomena dengan apa yang sudah diketahui peserta didik dan memotivasinya untuk mengajukan pertanyaan sendiri untuk fenomena tersebut. Misalnya, guru melakukan apersepsi dengan bertanya *"Apakah kalian pernah bertanya mengapa permen semakin kecil saat kalian mengunyahnya?"* Guru mengajukan pertanyaan tersebut berujuan untuk menarik perhatian peserta didik dalam topik dan melakukan eksplorasi pengetahuan awal peserta didik. Guru memberikan permen karet pada setiap peserta didik, agar peserta didik memiliki pengetahuan yang konkrit dan mengalami fenomena tersebut. Dalam kegiatan kelas, para peserta didik melakukan percobaan awal menguji hipotesis dengan dibimbing guru. Guru mengajukan masalah: *"Saya telah memperhatikan bahwa ukuran gumpalan karet menurun jauh dalam 10 atau 15 menit pertama mengunyah."* Guru mengatakan kepada peserta didik bahwa perubahan dalam volume ini disebabkan oleh hilangnya gula. Setelah menganalisis hasil percobaan awal, peserta didik mengajukan pertanyaan sendiri tentang permen, banyak yang dapat dijawab dengan percobaan serupa. Hal ini berarti, ketika peserta didik mengajukan pertanyaan sendiri sebenarnya peserta didik menjadi pembelajar yang diberdayakan.

## (2) Merencanakan dan memprediksi hasil

Setelah peserta didik mengeksplorasi ide-ide melalui pengalaman bereksperimen, peserta didik merumuskan pertanyaan dan membuat rencana untuk menyelidiki pertanyaan yang mereka ajukan. Selanjutnya peserta didik juga memprediksi dan memikirkan apa yang akan dihasilkan. Hal ini membutuhkan waktu dan latihan sebelum peserta didik belajar bagaimana merumuskan pertanyaan. Adalah penting pada proses ini, guru memberi contoh bagaimana mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang dapat diselidiki, dan membuang pertanyaan-pertanyaan peserta didik yang tidak dapat diselidiki. Dalam contoh ini, pertanyaan-pertanyaan peserta didik yang berkembang meliputi: "*Bagaimana akan kerugian berat dibandingkan dalam permen manis dibandingkan permen karet tanpa gula?*" Dan "*Apakah jumlah massa yang hilang tergantung pada berapa lama Anda mengunyah permen karet?*" Bekerja dalam kelompok pembelajaran kooperatif, peserta didik membuat rencana tindakan untuk menyelidiki pertanyaan-pertanyaan mereka dan memprediksi hasilnya.

## (3) Penyelidikan untuk pengumpulan data

Pada tahap ini peserta didik terlibat dalam penyelidikan dan mengumpulkan data. Sangat penting untuk memberi waktu yang cukup pada peserta didik untuk menyelesaikan penyelidikannya. Peserta didik dalam skenario ini memulai investigasi dengan menimbang sepotong permen karet. Selanjutnya permen karet dikunyah selama 15 menit, biarkan kering selama 48 jam, dan timbang lagi.

## (4) Interpretasi data dan mengembangkan kesimpulan

Pada tahap ini peserta didik menyusun argumen untuk mendukung data dan menguji hipotesis. Peserta didik membuat hubungan generalisasi untuk mengembangkan kesimpulan. Dengan kata lain, peserta didik menganalisis data untuk membuat suatu kesimpulan yang dapat menjawab masalah yang disajikan. Selanjutnya peserta didik mengomunikasikan temuannya (presentasi) dengan dengan berbagai cara. Cara apapun yang digunakan dalam presentasi, peserta didik menyatakan kembali pertanyaan dan prediksi, menggambarkan penyelidikan, dan menginterpretasikan hasil. Masing-masing kelompok diberi kesempatan untuk mengomunikasikan temuannya yaitu membandingkan kadar gula permen karet sebelum dan sesudah dikunyah.

## (5) Melakukan refleksi

Pada tahap refleksi, peserta didik dapat mengulang fenomena dan merencanakan penyelidikan lebih lanjut. Sebagai hasil refleksi mungkin muncul pertanyaan baru untuk proses penyelidikan berikutnya. Sebagai

contoh, peserta didik merefleksikan temuannya dari investigasi permen karet, pertanyaan baru muncul: "Apakah permen karet dengan rasa yang berbeda dari merek yang sama mengandung kadar gula yang berbeda?" Dan "Apakah permen karet yang dikunyah dalam air liur kehilangan massa lebih banyak dari permen karet dikunyah di air? Peserta didik, melakukan proses penyelidikan sekali lagi dimulai dengan pertanyaan-pertanyaan baru sebagai dasar penyelidikan berikutnya.

### **Kegiatan Guru dan Peserta didik pada Beberapa Tingkat Inkuiri**

Sebagaimana telah dijelaskan, perbedaan berbagai tingkat inkuiri adalah karena perbedaan tingkat peran peserta didik atau tingkat peran guru. Pada Tabel 1.3.3. menunjukkan kegiatan guru dan peserta didik pada berbagai tipe inkuiri.

**Tabel 1.3.3. Kegiatan Guru dan Peserta didik pada Pembelajaran Berbasis Inkuiri**

<b>Tingkat Inkuiri</b>	<b>Tahap Pembelajaran</b>	<b>Kegiatan Guru</b>	<b>Kegiatan Peserta didik</b>
<b>Inkuiri Demonstrasi</b>	<b>Identifikasi dan penetapan ruang lingkup masalah</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memperkenalkan konsep baru dengan melakukan demonstrasi fenomena IPA</li> <li>• Mengajukan pertanyaan yang menghasilkan respon untuk menilai pemahaman peserta didik tentang konsep</li> </ul>	Menghubungkan pengamatan baru dengan pengalaman dan pengetahuan sebelumnya
	<b>Merencanakan dan memprediksi hasil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menunjukkan fenomena pengamatan yang tidak sesuai untuk memunculkan rasa ingin tahu</li> <li>• Menyampaikan prosedur untuk menyelesaikan masalah</li> </ul>	Mencari atau memberikan penjelasan yang benar dengan mengamati fenomena
	<b>Penyelidikan untuk pengumpulan data</b>	Memberi petunjuk atau memodelkan prosedur dan proses ilmiah dan keselamatan kerja	Melaksanakan penyelidikan sesuai dengan prosedur

Tingkat Inkuiri	Tahap Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta didik
		<b>Interpretasi data dan mengembangkan kesimpulan</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Minta peserta didik untuk menggambarkan atau menjelaskan pengamatannya</li> <li>Membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membangun dan mengelaborasi pengamatan dan penjelasan dari sumber lain</li> <li>Membuat hubungan generalisasi untuk menarik kesimpulan</li> </ul>
	<b>Melakukan Refleksi</b>	Mendorong peserta didik untuk berpikir atau melakukan refleksi pada pengetahuan yang baru mereka temukan.	Menunjukkan rasa ingin tahu dan perhatian dengan bertanya "apa dan "mengapa"
<b>Inkuiri Terstruktur</b>	<b>Identifikasi dan penetapan ruang lingkup masalah</b>	Memberikan masalah	Mengidentifikasi dan merumuskan masalah
	<b>Merencanakan dan memprediksi hasil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memberikan prosedur langkah-demi-langkah setiap tahap untuk diikuti</li> <li>Menyediakan alat dan bahan yang diperlukan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membaca dan mengikuti arah sesuai dengan lembar kegiatan atau lab</li> <li>Memeroleh alat dan bahan seperti yang tercantum pada lembar kegiatan atau lab</li> </ul>
	<b>Penyelidikan untuk pengumpulan data</b>	Membimbing dan memastikan semua peserta didik pada tugas dan memahami Prosedur	Menggunakan keterampilan proses sains untuk mengumpulkan data <ul style="list-style-type: none"> <li>Mencatat hasil pengamatan</li> <li>Mengorganisasi data yang terkumpul dengan grafik atau tabel sehingga tampak pola-pola dan hubungan dalam data</li> </ul>
	<b>Interpretasi data dan mengembangkan kesimpulan</b>	Mendorong peserta didik untuk bekerja sebagai sebuah kelompok	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menarik kesimpulan dan merumuskan penjelasan.</li> <li>Mengomunikasikan hasil penyelidikan</li> </ul>

Tingkat Inkuiri	Tahap Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta didik
	<b>Melakukan Refleksi</b>	Mendorong peserta didik untuk berpikir atau melakukan refleksi pada pengetahuan yang baru mereka temukan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan evaluasi terhadap proses inkuiri yang telah dilakukan</li> <li>Mengajukan pertanyaan baru berdasarkan data yang terkumpul</li> </ul>
<b>Inkuiri Terbimbing</b>	<b>Identifikasi dan penetapan ruang lingkup masalah</b>	Mengajukan masalah untuk dipecahkan atau pertanyaan untuk diselidiki	Mendefinisikan sifat dan parameter masalah
	<b>Merencanakan dan memprediksi hasil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mendorong peserta didik untuk merancang prosedur atau sarana untuk memecahkan masalah atau jawaban pertanyaan yang diajukan</li> <li>Mendorong peserta didik untuk memilih dengan tepat alat dan bahan yang diperlukan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Brainstorm</i> (curah pendapat) tentang alternatif prosedur dan solusi pemecahan masalah</li> <li>Memilih atau merancang strategi pemecahan masalah</li> <li>Memilih alat dan bahan yang dibutuhkan dengan tepat</li> </ul>
	<b>Penyelidikan untuk pengumpulan data</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membimbing peserta didik dalam melakukan investigasi, dan mendorong tanggung jawab individu para anggota kelompok</li> <li>Mengarahkan peserta didik memanfaatkan sumber daya informasi lainnya untuk pemecahan masalah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengimplementasikan rencana untuk memecahkan masalah</li> <li>Menggunakan keterampilan proses sains untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi</li> <li>Melakukan observasi, mengumpulkan data Berkomunikasi dan bekerja sama dengan anggota kelompok lainnya</li> </ul>
	<b>Interpretasi data dan mengembangkan kesimpulan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membimbing peserta didik mengorganisasi data</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membuat catatan pengamatan</li> <li>Mengolah data yang terkumpul dalam bentuk grafik dan tabel</li> </ul>

Tingkat Inkuiri	Tahap Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta didik
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Membimbing cara peserta didik untuk mengkomunikasikan temuan dan penjelasannya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membuat pola-pola dan hubungan dalam data</li> <li>Menarik kesimpulan dan merumuskan penjelasan</li> <li>Mengomunikasikan hasil penyelidikan</li> </ul>
	<b>Melakukan Refleksi</b>	Mendorong peserta didik untuk berpikir atau melakukan refleksi pada pengetahuan yang baru mereka temukan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan evaluasi terhadap proses inkuiri yang telah dilakukan</li> <li>Mengajukan pertanyaan baru berdasarkan data yang terkumpul</li> </ul>
<b>Inkuiri Terbuka</b>	<b>Identifikasi dan penetapan ruang lingkup masalah</b>	Memberikan kesempatan pada peserta didik melakukan eksplorasi terbuka untuk memunculkan pertanyaan	Membangun hipotesis, atau prediksi untuk menguji pertanyaan
	<b>Merencanakan dan meprediksi hasil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membimbing peserta didik merancang investigasi, membantu peserta didik mengungkap jawaban dan solusi atas pertanyaan dan masalah</li> <li>Membimbing peserta didik dalam menentukan alat dan bahan yang diperlukan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mendesain prosedur untuk menjawab pertanyaan</li> <li>Menentukan alat dan bahan yang diperlukan</li> </ul>
	<b>Penyelidikan untuk pengumpulan data</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membimbing peserta didik dalam melakukan investigasi, dan mendorong tanggung jawab individu para anggota kelompok</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengimplementasikan rencana untuk memecahkan masalah</li> <li>Menggunakan keterampilan proses sains untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi tentang masalah</li> <li>Berkomunikasi dan bekerja sama dengan lainnya anggota kelompok</li> </ul>

Tingkat Inkuiri	Tahap Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta didik
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengarahkan peserta didik memanfaatkan sumber daya informasi lainnya untuk pemecahan masalah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan observasi, mengumpulkan data</li> </ul>
	<b>Interpretasi data dan mengembangkan kesimpulan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membimbing peserta didik mengorganisasi data dan cara peserta didik untuk mengkomunikasikan temuan dan penjelasannya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membuat catatan pengamatan</li> <li>Mengorganisasi data yang terkumpul dalam bentuk grafik dan tabel</li> <li>Menampakkan pola-pola dan hubungan dalam data</li> <li>Menarik kesimpulan dan merumuskan penjelasan</li> <li>Mengomunikasikan hasil penyelidikan</li> </ul>
	<b>Melakukan Refleksi</b>	Mendorong peserta didik untuk berpikir atau melakukan refleksi pada pengetahuan yang baru mereka temukan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan evaluasi terhadap proses inkuiri yang telah dilakukan</li> <li>Mengajukan pertanyaan baru berdasarkan data yang terkumpul</li> </ul>

## B. Pembelajaran Berbasis Masalah (*Problem Based Learning*)

*Problem Based Learning* (PBL) adalah suatu model pembelajaran yang pada mulanya dikembangkan untuk pembelajaran biologi medis pada tahun 1980-an (Waterman, 1998). Woods (1996) menyatakan bahwa PBL merupakan salah satu pilihan model pembelajaran yang paling menarik dan berdaya guna selama lebih dari 30 tahun terakhir, terutama dalam bidang kedokteran. PBL saat ini telah diterapkan pada berbagai bidang kajian. Melalui model PBL, peserta didik diharapkan memiliki keterampilan memecahkan masalah untuk dapat berperan aktif di masa depan secara global, mampu mengembangkan kemampuan dan karakter-karakter seperti berpikir kritis,

berpikir kreatif, pemecah masalah, gemar bekerja sama, terampil mengatur waktu, bertanggung jawab terhadap proses pembelajarannya sendiri (kemampuan metakognisi), bekerja dalam kerangka multi disiplin, berjiwa kepemimpinan tinggi, bertanggung jawab, beretika, berani mengambil keputusan, dan sikap atau karakter positif lainnya. Dari berbagai hasil penelitian, menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* mempunyai potensi dapat memenuhi harapan terbentuknya sebagian besar keterampilan atau kemampuan, karakter atau sikap yang diperlukan peserta didik dan berperan aktif di masa depan.

### 1. Pengertian *Problem Based Learning* (PBL)

Terdapat berbagai definisi dari PBL, beberapa diantaranya akan dikemukakan lebih lanjut. Torp dan Sage (2002) mendefinisikan PBL sebagai pembelajaran yang terfokus, terorganisasi dalam penyelidikan dan penemuan masalah-masalah nyata. Peserta didik ditantang sebagai penemu masalah dan pencari akar masalah. Untuk kepentingan tersebut, situasi dan kondisi pembelajaran sedapat mungkin menunjang kegiatan peserta didik dalam proses menjadi pebelajar mandiri.

Sonmez dan Lee (2003) mendefinisikan PBL sebagai model pembelajaran yang menantang peserta didik untuk mencari pemecahan masalah dalam dunia nyata (permasalahan 'terbuka'), secara mandiri atau dalam kelompok. PBL menantang peserta didik untuk mengembangkan ketrampilan menjadi pebelajar mandiri. Permasalahan dapat dipilih dari eksploitasi keingintahuan peserta didik terhadap fenomena-fenomena dalam kehidupan sehari-hari peserta didik, dengan menekankan pada penggunaan ketrampilan berpikir kritis dan berpikir analitik.

Savery (2006) menyatakan bahwa PBL adalah model yang menekankan pada pembelajaran berbasis student-centered, yang dapat memberdayakan peserta didik untuk melakukan penyelidikan, mengintegrasikan teori dan praktik, menerapkan pengetahuan dan ketrampilannya untuk mengembangkan penemuan solusi atau pemecahan terhadap masalah tertentu. Ciri khas PBL adalah bahwa guru bertindak sebagai fasilitator pembelajaran, adanya tanggung jawab peserta didik untuk menjadi pebelajar mandiri dan pengarah diri sendiri dalam pembelajaran, dan adanya elemen-elemen penting dalam desain permasalahan yang ill-structured (tidak tentu) sebagai tenaga pendorong untuk melakukan inkuiri (Gallagher, dkk, 1995).

PBL didefinisikan oleh Hmelo-Silver (2004) sebagai model pembelajaran di mana peserta didik difasilitasi untuk belajar menemukan masalah dalam situasi permasalahan yang kompleks atau *ill-structured problem*, yang tidak hanya mempunyai satu macam solusi. Dalam model ini, peserta didik bekerja berkelompok secara kolaboratif untuk mengidentifikasi hal-hal yang mereka perlukan untuk belajar guna memecahkan masalah, mengarahkan belajar

mandiri, mengaplikasikan pengetahuan baru mereka untuk permasalahan itu, serta merefleksi apa yang telah mereka pelajari dan keefektifan strategi yang telah mereka gunakan.

De Gallow (2001) mendeskripsikan *PBL* sebagai bentuk *student-centered Learning*, ialah bentuk pembelajaran di mana setiap peserta didik memperoleh kesempatan belajar yang relevan dengan kebutuhan belajarnya. Bentuk pembelajaran yang demikian bukan berarti guru harus mengerti semua materi untuk diberikan kepada peserta didik dengan berbagai kepentingan, kebutuhan, dan karakteristiknya, melainkan lebih sebagai tutor yang menunjukkan apa yang telah peserta didik ketahui, apa yang belum, dan apa yang semestinya dicari, yang merupakan tanggung jawab masing-masing peserta didik. Pemberian tugas dan aktivitas yang menantang dan menuntut pemikiran peserta didik akan dapat meningkatkan motivasi peserta didik untuk belajar mencari, menganalisis, dan menentukan jawaban terkait tugas dan aktivitas itu.

Sockalingam dan Schmidt (2011) menjelaskan bahwa *PBL* didasarkan pada prinsip bahwa peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan tetapi juga bahwa mereka tahu bagaimana menerapkan pengetahuan ini dalam situasi nyata. Pada pembelajaran *PBL*, peserta didik membahas dan menganalisis masalah dalam kelompok. Hal ini menyebabkan beberapa isu atau topik membutuhkan eksplorasi. Peserta didik kemudian menggunakan isu atau topik yang belum terselesaikan sebagai pedoman untuk mengarahkan kegiatan belajar mereka.

Arends (2008) menjelaskan ciri-ciri *PBL* seperti berikut ini.

a. *Mengajukan pertanyaan atau masalah*

*PBL* mengorganisasikan pertanyaan dan masalah yang penting secara sosial dan secara pribadi bermakna bagi peserta didik. Pertanyaan dan masalah tersebut hendaknya terkait dengan situasi kehidupan nyata, diupayakan menghindari jawaban sederhana, dan memungkinkan adanya berbagai macam solusi untuk pertanyaan dan masalah tersebut.

b. *Berfokus pada keterkaitan antar disiplin*

Masalah aktual hendaknya dipilih untuk dikaji pemecahannya, yang dapat ditinjau dari berbagai segi, meskipun *PBL* berpusat pada mata pelajaran tertentu (seperti IPA, matematika, atau IPS). Sebagai contoh, masalah pencemaran, dapat ditinjau dari segi biologi, ekonomi, kesehatan, sosial, dan sebagainya.

c. *Penyelidikan autentik*

*PBL* menghendaki peserta didik melakukan penyelidikan *autentik* untuk mencari penyelesaian masalah yang nyata. Peserta didik hendaknya menganalisis dan menentukan masalah, mengembangkan hipotesis

dan membuat prediksi, mengumpulkan dan menganalisis informasi, melakukan eksperimen (jika diperlukan), membuat inferensi dan merumuskan kesimpulan. Model yang digunakan tergantung pada masalah yang sedang dikaji.

d. *Menghasilkan dan memamerkan produk atau hasil karya*

PBL menuntut peserta didik untuk menghasilkan produk tertentu dalam berbagai alternatif bentuk seperti presentasi laporan, transkrip debat, model fisik, video, program komputer, atau yang lain. Produk tersebut bertujuan untuk menunjukkan apa yang telah dilakukan peserta didik pada peserta didik-peserta didik yang lain.

e. *Kerja sama*

PBL juga dicirikan oleh adanya kerja sama antar peserta didik, dalam bentuk berpasangan atau dalam kelompok kecil. Bekerja sama antar peserta didik dapat memberikan motivasi untuk bekerja bersama dalam tugas-tugas yang lebih kompleks dan meningkatkan peluang untuk berbagi inkuiri dan berdialog untuk mengembangkan keterampilan sosial.

## 2. Dukungan *Problem Based Learning*

### a. Dukungan PBL secara teoritis

PBL tidak banyak berfokus pada apa yang dikerjakan peserta didik (perilaku peserta didik) tetapi pada apa yang mereka pikirkan (kognisi mereka) selama mereka mengerjakannya. Arends (2008) melacaknya dari tiga aliran pikiran teori belajar, yaitu Dewey dan kelas berorientasi masalah; Piaget, Vygotsky, dan konstruktivisme; dan Bruner dan *discovery learning*.

#### 1). Dewey dan kelas berorientasi masalah

Menurut Arends (2008), PBL berakar dari gagasan Dewey tentang pendidikan, bahwa sekolah mestinya mencerminkan masyarakat yang lebih besar dan kelas merupakan laboratorium untuk memecahkan masalah kehidupan nyata. Dewey menganjurkan kepada guru untuk mendorong peserta didik terlibat dalam proyek atau tugas berorientasi masalah dan membantu mereka menyelidiki masalah-masalah intelektual dan sosial. Pembelajaran di sekolah seharusnya memiliki manfaat yang jelas dan tidak abstrak saja dan pembelajaran yang memiliki manfaat terbaik dapat dilakukan oleh peserta didik dalam kelompok-kelompok kecil untuk menyelesaikan proyek yang menarik yang merupakan pilihan mereka sendiri. Visi dari pembelajaran adalah yang bermanfaat nyata dan berpusat pada peserta didik, didukung keingintahuan peserta didik untuk mengeksplorasi situasi yang berarti bagi peserta didik.

## 2). Piaget, Vygotsky, dan konstruktivisme

Arends (2008) juga menjelaskan bahwa PBL dilandasi oleh konsep konstruktivisme yang dikembangkan Jean Piaget dan Lev Vygotsky. Dalam penjelasannya tentang bagaimana perkembangan intelektual pada anak kecil, Piaget menegaskan bahwa anak memiliki rasa ingin tahu bawaan dan secara terus-menerus berusaha ingin memahami dunia di sekitarnya. Rasa ingin tahu ini, menurut Piaget dapat memotivasi mereka untuk secara aktif membangun tampilan dalam otak mereka mengenai lingkungan yang mereka hayati. Pada saat mereka tumbuh semakin dewasa dan memperoleh lebih banyak kemampuan bahasa dan memori, tampilan mental mereka tentang dunia menjadi lebih luas dan lebih abstrak. Sementara itu pada semua tahap perkembangan, anak perlu memahami lingkungan mereka dan memotivasinya untuk menyelidiki dan membangun teori-teori yang menjelaskan lingkungan itu. Di atas pandangan konstruktivis-kognitif inilah PBL dikembangkan. Pandangan ini lebih lanjut mengemukakan bahwa peserta didik dalam segala usia secara aktif terlibat dalam proses perolehan informasi dan membangun pengetahuan mereka sendiri. Pengetahuan tidak statis namun secara terus menerus tumbuh dan berubah pada saat peserta didik menghadapi pengalaman baru yang memaksa mereka membangun dan memodifikasi pengetahuan awal mereka. Menurut Piaget, pedagogi yang baik harus melibatkan anak dengan situasi-situasi di mana anak secara mandiri melakukan eksperimen, dalam arti mencoba segala sesuatu untuk melihat apa yang terjadi, memanipulasi tanda atau simbol, mengajukan pertanyaan dan menemukan sendiri jawabannya, mencocokkan apa yang mereka temukan pada suatu saat dengan apa yang ia temukan pada saat yang lain, dan membandingkan temuannya dengan temuan anak lain.

Lev Vigotsky percaya bahwa perkembangan intelektual terjadi pada saat individu berhadapan dengan pengalaman baru yang menantang dan ketika mereka berusaha untuk memecahkan masalah yang dimunculkan oleh pengalaman. Dalam upaya mendapatkan pemahaman, individu mengkaitkan pengetahuan baru dengan pengetahuan lama yang telah dimilikinya untuk membangun pengertian baru. Keyakinan Vigotsky berbeda dengan keyakinan Piaget dalam beberapa hal penting. Piaget memusatkan pada tahap-tahap perkembangan intelektual yang didahului oleh semua individu tanpa memandang latar konteks sosial dan budaya, sedangkan Vigotsky memberi tempat yang lebih penting pada aspek sosial pembelajaran. Vigotsky percaya bahwa interaksi sosial dengan teman lain memacu terbentuknya ide baru dan memperkaya perkembangan intelektual peserta didik.

### 3). Bruner dan *discovery learning*

Jerome Bruner, seorang ahli psikologi dari Universitas Harvard mengemukakan teori pendukung penting dalam pendidikan yang dikenal dengan pembelajaran penemuan, yaitu satu model pengajaran yang menekankan pentingnya membantu peserta didik memahami struktur atau ide kunci dari suatu disiplin ilmu, perlunya peserta didik aktif terlibat dalam proses pembelajaran, dan suatu keyakinan bahwa pembelajaran yang sebenarnya terjadi melalui penemuan pribadi. Tujuan pendidikan tidak hanya meningkatkan banyaknya pengetahuan peserta didik tetapi juga menciptakan kemungkinan-kemungkinan untuk penemuan peserta didik. Ketika pembelajaran penemuan diterapkan, pembelajaran ini menekankan penalaran induktif dan proses-proses inkuiri yang merupakan ciri dari model ilmiah. PBL pada intinya adalah melakukan proses inkuiri itu. PBL juga berdasarkan konsep lain dari Bruner yaitu *scaffolding*. *Scaffolding* adalah suatu proses belajar di mana seorang peserta didik dibantu menuntaskan masalah tertentu melampaui kapasitas perkembangannya melalui bantuan dari seorang guru atau orang lain yang memiliki kemampuan lebih.

PBL merupakan salah satu model dari pendekatan kontekstual (*Contextual Teaching and Learning/CTL*). Pendekatan ini merupakan konsep belajar yang membantu guru mengkaitkan antara materi yang diajarkannya dengan situasi dunia nyata peserta didik serta mendorong peserta didik membuat hubungan antara pengetahuan yang dimiliki dengan penerapannya dalam kehidupan mereka sebagai anggota keluarga dan masyarakat. Dengan konsep ini hasil belajar diharapkan lebih bermakna bagi peserta didik. Proses pembelajaran berlangsung alamiah dalam bentuk kegiatan peserta didik bekerja dan mengalami, dan bukan transfer pengetahuan dari guru ke peserta didik. Peranan guru adalah membantu peserta didik dalam mencapai tujuannya, tidak hanya sekedar memberikan materi.

#### **b. Dukungan PBL secara empiris**

Tujuan utama PBL menurut Sonmez dan Lee (2003) adalah bahwa pembelajaran bukan hanya untuk memperoleh pengetahuan melainkan juga untuk memberdayakan kapabilitas atau kemampuan. Efektifitas PBL tergantung pada kealiamahan ketertarikan peserta didik dan budaya kelas, serta kelayakan tugas yang dibebankan pada peserta didik. Penggagas PBL yakin bahwa apabila peserta didik mengembangkan prosedur pemecahan permasalahan mereka sendiri, mereka akan mengintegrasikan pengetahuan konseptual dengan ketrampilan prosedural mereka. PBLdirancang tidak untuk membantu guru memberikan informasi sebanyak-banyaknya kepada peserta didik, namun PBL lebih diarahkan untuk membantu peserta didik

mengembangkan keterampilan berpikir dan keterampilan menyelesaikan masalah dan keterampilan intelektualnya, mempelajari peranan orang dewasa melalui berbagai situasi riil atau situasi yang disimulasikan agar menjadi peserta didik yang mandiri (Arends, 2008)

Woods (1996) menyatakan bahwa PBL berdaya guna dalam pembelajaran karena beberapa alasan. Pertama, PBL memacu peserta didik mempelajari prinsip-prinsip dasar suatu subyek (pengetahuan) yang diperlukan untuk pemecahan masalah. Pengetahuan tersebut dipelajari dengan cara yang berbeda dibanding pembelajaran 'tradisional', dan hal ini akan meningkatkan kemampuan peserta didik dalam mengingat dan menggunakan pengetahuan tersebut. Kedua, PBL menawarkan kesempatan untuk praktik, menggunakan, (dan mungkin juga mengembangkan) berbagai ketrampilan proses seperti pemecahan masalah, ketrampilan interpersonal, ketrampilan kelompok; kemampuan mengatasi perubahan, ketrampilan belajar mandiri, dan kemampuan mengasah diri sendiri. Ketiga, PBL dapat meningkatkan berbagai prinsip pembelajaran seperti aktif, bekerjasama, cepat memberi umpan balik, dan lainnya.

Smith (1995) mengungkap keuntungan PBL. Menurutnya, PBL memberi kesempatan pada peserta didik untuk memanfaatkan pengetahuan yang telah dimilikinya selama mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan ketrampilan evaluasinya melalui analisis terhadap permasalahan dunia nyata. Lebih lanjut dinyatakan bahwa PBL menekankan pada pengembangan ketrampilan berpikir dan kemampuan kognitif peserta didik. Peserta didik yang terlibat dalam PBL terbukti lebih sering memanfaatkan perpustakaan dan sumber-sumber informasi lainnya untuk mendukung pembelajarannya. Peserta didik memiliki ketrampilan belajar mandiri, yang merupakan bekal untuk belajar lebih lanjut. PBL membelajarkan peserta didik untuk memiliki pendekatan yang lebih holistik, lebih siap mengintegrasikan informasi baru, beradaptasi terhadap perubahan dan bekerjasama dalam tim. Secara umum PBL meningkatkan keinginan peserta didik untuk belajar dan mengembangkan kompetensinya.

Berdasar hasil kajian Yazdani (2002), Nur (211) merinci hasil-hasil PBL berikut ini. (1) Keterampilan-keterampilan pemecahan masalah. (2) Keterampilan-keterampilan belajar yang diarahkan oleh diri sendiri. (3) Kemampuan menemukan dan menggunakan sumber daya yang sesuai. (4) Berpikir kritis. (5) dasar pengetahuan yang dapat diukur. (6) Kemampuan kinerja. (7) Keterampilan-keterampilan sosial dan etika. (8) memenuhi kebutuhan diri sendiri dan memotivasi diri sendiri. (9) Terampil menggunakan komputer. (10) Keterampilan-keterampilan kepemimpinan. (11) Kemampuan bekerja dalam tim. (12) Keterampilan-keterampilan komunikasi. (13) Berpikir proaktif. (14) Kemampuan-kemampuan yang sesuai dengan tuntutan dunia kerja.

### 3. Tahapan *Problem Based Learning*

Ide dasar dari PBL sebenarnya cukup sederhana, yaitu pembelajaran melalui penemuan masalah. Belajar apa? Yaitu belajar tentang 'isi' (fakta, konsep, ketrampilan, algoritma) dan belajar bagaimana mencari penyelesaian masalah dan atau berpikir kritis. Savery (2006) menyatakan bahwa kunci keberhasilan PBL terletak pada tahap pemilihan masalah dan guru yang merupakan pemandu proses pembelajaran dan yang mengarahkan tanya jawab pada proses penyimpulan pengalaman belajar. Pola umum PBL adalah: (1) hadapkan peserta didik pada masalah autentik, (2) peserta didik mencari informasi yang relevan dengan masalah dan model untuk memecahkan masalah, baik secara individual atau dalam kelompok, (3) peserta didik mengembangkan, mengassses dan mempresentasikan pemecahan masalah. Secara lebih khusus, berikut ini diberikan sintaks (tahapan) PBL menurut Arends (2008). PBL terdiri dari lima tahap utama yang dimulai dari guru memperkenalkan kepada peserta didik suatu situasi masalah dan diakhiri dengan penyajian dan analisis hasil kerja peserta didik. Jika masalah yang dikaji tergolong 'ringan', kelima tahapan dapat diselesaikan dalam sekali pertemuan; jika sedang sedang saja, kelima tahapan mungkin dapat diselesaikan dalam 2 sampai 3 kali pertemuan; dan bila masalahnya kompleks mungkin akan memerlukan waktu lebih lama. Kelima tahapan (sintaks PBL) ini dapat dilihat pada Tabel 1.3.4.

Tabel 1.3.4. Sintaks Pelaksanaan Pembelajaran PBL

Langkah-langkah Pokok	Kegiatan Guru
<b>Tahap 1</b> Memberikan orientasi tentang permasalahan pada peserta didik	Menjelaskan tujuan pembelajaran, menjelaskan kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan, dan memotivasi peserta didik agar terlibat pada kegiatan pemecahan masalah.
<b>Tahap 2</b> Mengorganisasi peserta didik untuk meneliti	Membantu peserta didik menentukan dan mengatur tugas belajar yang berkaitan dengan masalah yang diangkat.
<b>Tahap 3</b> Membimbing penyelidikan peserta didik secara mandiri maupun kelompok	Mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, melaksanakan eksperimen untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah.
<b>Tahap 4</b> Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Membantu peserta didik dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai, seperti laporan, video, model; dan membantu peserta didik dalam berbagi tugas dengan temannya untuk menyampaikan kepada orang lain.
<b>Tahap 5</b> Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Membantu peserta didik melakukan refleksi dan mengadakan evaluasi terhadap penyelidikan dan proses-proses belajar yang mereka lakukan.

Sumber: Arends, 2008

Kegiatan guru dan peserta didik yang terkait dengan kelima tahapan pada Tabel 1.3.4 (Arends, 2008), dijelaskan berikut ini.

**a. Memberikan orientasi tentang permasalahan pada peserta didik**

Pada awal PBL, guru menjelaskan tujuan pembelajaran dengan jelas, menumbuhkan sikap positif terhadap pembelajaran, dan menjelaskan apa yang diharapkan dilakukan oleh peserta didik. Guru juga perlu menjelaskan proses dan prosedur PBL apabila peserta didik belum mengetahui proses atau prosedur PBL secara rinci. Hal-hal yang perlu ditegaskan pada peserta didik adalah sebagai berikut.

- 1). Tujuan utama belajar bukan memperoleh pengetahuan baru sebanyak-banyaknya, akan tetapi lebih kepada belajar cara menyelidiki masalah penting dan pentingnya menjadi pebelajar mandiri.
- 2). Masalah atau pertanyaan yang diselidiki tidak memiliki jawaban mutlak 'benar', dan mungkin masalah yang kompleks dapat mempunyai banyak cara pemecahan masalah yang adakalanya saling bertentangan.
- 3). Selama tahap penyelidikan, peserta didik didorong untuk mengajukan pertanyaan dan mencari informasi. Peserta didik berusaha belajar mandiri atau bersama temannya, tetapi guru harus siap menjadi pembimbing.
- 4). Selama tahap analisis dan penyajian, peserta didik didorong untuk menyatakan ide-idenya secara terbuka dan bebas, tidak boleh ada yang mentertawakan, baik guru maupun sesama peserta didik. Semua peserta didik mempunyai kesempatan yang sama untuk melakukan penyelidikan dan mengungkapkan ide-idenya.

Pada tahap ini guru menyajikan situasi masalah dengan hati-hati dan semenarik mungkin dengan memberi kesempatan pada peserta didik untuk melihat, merasakan, menyentuh, atau sesuatu yang memunculkan ketertarikan dan memotivasi inkuiri. Guru hendaknya berupaya melibatkan seluruh peserta didik untuk mengidentifikasi masalah. Penyuguhan sesuatu yang tidak dapat diperkirakan dan mengejutkan, dapat menarik tersendiri bagi peserta didik. Sebagai contoh, demonstrasi yang menunjukkan air mengalir ke atas, es yang mencair pada suhu dingin, rekaman video masalah nyata seperti kebakaran hutan atau polusi atau hal lainnya. Hal yang terpenting pada tahap ini adalah membangkitkan rasa ingin tahu peserta didik untuk melakukan penyelidikan.

**b. Mengorganisasi peserta didik untuk meneliti**

PBL menghendaki guru untuk mengembangkan ketrampilan bekerjasama antar peserta didik, membantu peserta didik untuk menyelidiki permasalahan bersama-sama, membantu peserta didik merencanakan penyelidikan mereka dan pelaporannya. Dengan demikian, diharapkan pembelajaran selanjutnya

dilakukan secara berkelompok. Pembentukan kelompok ini dapat dilakukan atas dasar alasan-alasan tertentu, misalnya berdasarkan tingkat kemampuan, keragaman ras, etnis, atau jenis kelamin. Dapat pula ditentukan atas dasar kesamaan minat atau berdasarkan persahabatan yang sudah terjalin sebelumnya. Guru bisa menentukan kelompok atas dasar apapun, namun yang terpenting adalah guru perlu memberikan alasan yang kuat tentang pembentukan kelompok tersebut.

Setelah pembentukan kelompok, guru dan peserta didik menentukan subtopik-subtopik yang spesifik, tugas-tugas penyelidikan, dan jadwalnya. Masalah yang umum dapat dibagi-bagi, misalnya topik cuaca, dapat dibagi menjadi hujan asam, badai, awan, dan sebagainya. Akumulasi dari semua kegiatan tersebut diharapkan akan menghasilkan pemecahan masalah terhadap masalah umum tersebut. Untuk proyek yang besar dan memerlukan waktu cukup panjang, perlu dibuat jadwal rinci. Guru hendaknya mengupayakan semua peserta didik terlibat aktif dalam kegiatan penyelidikan.

### **c. Membimbing penyelidikan peserta didik secara mandiri maupun kelompok**

Penyelidikan dalam PBL bisa dilakukan peserta didik secara mandiri, berpasangan, atau berkelompok. Sekalipun setiap masalah bisa dilakukan dengan teknik penyelidikan yang berbeda, pada umumnya PBL melibatkan kegiatan pengumpulan data dan eksperimentasi, berhipotesis dan menjelaskannya, serta memberikan pemecahan masalahnya.

#### ***Pengumpulan data dan eksperimentasi***

Guru hendaknya membantu peserta didik mengumpulkan informasi dari berbagai sumber dan mengajukan pertanyaan agar peserta didik memikirkan masalah dan macam informasi yang diperlukan untuk mencari pemecahan masalah. Peserta didik perlu dibelajarkan bagaimana menjadi penyelidik yang aktif dan bagaimana menggunakan model-model yang sesuai dengan permasalahan yang sedang dikaji, misalnya wawancara, observasi, mengukur, atau membuat catatan. Peserta didik juga perlu dibelajarkan bagaimana etika penyelidikan yang benar. Tahap ini sangat penting, karena peserta didik mengumpulkan informasi yang cukup untuk menciptakan ide-ide, diupayakan tidak hanya berupa kegiatan mencari jawaban dalam buku, meskipun Niederhoffer (1999) menyatakan bahwa buku bacaan merupakan tahap awal dalam mencari informasi.

#### ***Mengembangkan hipotesis, menjelaskan, dan memberikan pemecahan***

Setelah peserta didik mengumpulkan cukup data dan melakukan penyelidikan pada masalah yang dikaji, peserta didik akan mulai menyampaikan hipotesis, penjelasan, dan solusi pemecahan masalah. Pada tahap ini, guru mendorong peserta didik mengungkap semua idenya dan guru

menerima sepenuhnya. Seperti halnya pada tahap pengumpulan data dan eksperimentasi, guru juga mengajukan pertanyaan yang membuat peserta didik berpikir tentang kelayakan hipotesis dan pemecahan masalah yang mereka ajukan, serta tentang kualitas informasi yang mereka kumpulkan. Beberapa contoh pertanyaan yang dapat diajukan pada tahap ini: *"Apa yang perlu kalian ketahui agar kalian merasa yakin bahwa solusi kalian memang yang terbaik?"*, atau *"Apa yang dapat kalian lakukan untuk menguji kelayakan solusi kalian?"*, atau *"Apa solusi lain yang dapat kalian usulkan?"*

Selama tahap penyelidikan, guru semestinya selalu siap memberikan bantuan tanpa mencampuri kegiatan peserta didik. Pada proyek tertentu dan untuk peserta didik tertentu, guru perlu di dekat peserta didik untuk membantu menemukan bahan dan mengingatkan mereka tentang tugas yang harus mereka selesaikan. Namun, guru mungkin bisa membiarkan peserta didik tertentu untuk berinisiatif sendiri.

#### **d. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya**

Tahap penyelidikan diikuti dengan tahap mengembangkan dan menyajikan hasil karya. Hasil karya ini bentuknya tergantung dari permasalahan yang dikaji dan waktu penyelesaian. Adakalanya hasil karya hanya berbentuk laporan, tetapi adakalanya berbentuk sesuatu yang lebih kompleks seperti poster, rekaman video, model suatu perwujudan fisik, program komputer, sajian multimedia, dan sebagainya. Penyajian hasil karya juga tergantung keinginan, apakah hanya dipresentasikan sesaat, didiskusikan cukup lama, atau bahkan dipamerkan untuk umum termasuk peserta didik kelas lain, guru lain, bahkan orangtua atau masyarakat luas.

Guru perlu memikirkan dan mengatur penyajian hasil karya peserta didik tersebut, melalui beberapa kegiatan berikut. Penyajian secara verbal dan/atau visual di kelas dan umpan baliknya. Bisa juga diadakan pameran berupa pekan ilmu pengetahuan, masing-masing peserta didik atau kelompok memamerkan karyanya, serta adanya penilaian oleh orang lain. Bisa juga dimasukkan ke situs web yang memamerkan karya peserta didik secara online. Bisa juga dengan cara-cara lain yang mungkin dilakukan.

#### **e. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah**

Tahap akhir PBL adalah membantu peserta didik menganalisis dan mengevaluasi proses berpikir peserta didik, kemampuan penyelidikan peserta didik, dan ketrampilan intelektual yang telah peserta didik gunakan. Selama tahap ini, guru meminta peserta didik mengkonstruksi kembali pemikiran dan kegiatan mereka pada berbagai tahap pembelajaran yang telah mereka lakukan. Berikut ini contoh beberapa pertanyaan yang bisa diajukan. Kapan mereka mulai memiliki pemahaman tentang situasi dan masalah yang dipelajari? Kapan mereka mulai yakin terhadap solusi tertentu?

Mengapa mereka menerima penjelasan tertentu dibanding yang lainnya? Mengapa mereka menolak penjelasan tertentu? Apakah mereka mengubah pikiran tentang suatu permasalahan selama proses penyelidikan? Apa yang menyebabkan terjadinya perubahan itu? Apa yang akan mereka lakukan di masa yang akan datang? Dan sebagainya.

Pada penerapan PBL, adakalanya guru menemui beberapa permasalahan terutama terkait dengan peserta didik yang “lambat belajar”. Kemungkinan terdapat peserta didik-peserta didik yang kurang memiliki keterampilan bekerja secara mandiri. Berikut beberapa upaya yang bisa dilakukan guru (Arends, 2008).

- Memberi lebih banyak arahan tentang keterampilan investigasi (penyelidikan), seperti cara menemukan informasi, menarik inferensi dari data yang ada, dan menganalisis hipotesis terutama hipotesis yang berlawanan.
- Meluangkan lebih banyak waktu untuk menjelaskan PBL dan harapan atas hasil kerja peserta didik.
- Meluangkan lebih banyak waktu untuk peserta didik pada setiap tahapan penyelidikan.
- Menetapkan jadwal yang lebih teliti untuk memeriksa kemajuan penyelidikan, dan menanyakan tanggung jawab peserta didik atas penyelesaian tugasnya.

Mendampingi peserta didik “lambat belajar” dalam pengembangan keterampilan penyelidikan merupakan pengalaman tersendiri bagi guru, dan apabila berhasil, mungkin merupakan salah satu pengalaman paling *rewarding* bagi guru. Mungkin juga ada kendala lain dalam pelaksanaan PBL, misalnya sekolah kurang memiliki perpustakaan dan sumber daya teknologi yang terbatas, terbatasnya jam pelajaran, dan lainnya. Semuanya memerlukan kreativitas guru dalam memecahkan masalah yang ada.

## C. Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning*)

### 1. Pengertian *Project based learning*

*Project based learning* dapat diterjemahkan menjadi **pembelajaran berbasis proyek**. Untuk membedakan dengan *Problem based learning* (PBL), ***Project based learning*** disingkat dengan **PjBL**. Istilah PjBL (*Project based learning*) memang sering dipertukarkan dengan *Problem based learning* (PBL). Seringkali keduanya juga sama-sama disingkat dengan PBL, sehingga makin rancu, meskipun sebenarnya di antara keduanya berbeda. Keduanya menekankan lingkungan belajar peserta didik aktif, kerja kelompok (kolaboratif), dan teknik evaluasi otentik (*authentic assessment*). Perbedaannya terletak pada perbedaan objek.

PjBL dan PBL memiliki beberapa kesamaan karakteristik. Keduanya adalah model pembelajaran yang dimaksudkan untuk melibatkan peserta didik di dalam tugas-tugas otentik dan dunia nyata agar dapat memperluas belajar mereka. Peserta didik diberi tugas proyek atau problem yang *open-ended* dengan lebih dari satu pendekatan atau jawaban. Kedua model ini juga dinyatakan sebagai model yang *student-centered*, dan menempatkan peranan guru sebagai fasilitator. Peserta didik dilibatkan dalam PjBL atau PBL, secara umum bekerja di dalam kelompok secara kolaboratif, dan didorong mencari berbagai sumber informasi yang berhubungan dengan proyek atau problem yang dikerjakan. Model ini menekankan pengukuran hasil belajar otentik dan dengan basis unjuk kerja (*performance-based assessment*).

PjBL adalah suatu model pembelajaran yang melibatkan suatu proyek dalam proses pembelajaran. Proyek yang dikerjakan oleh peserta didik dapat berupa proyek mandiri atau kelompok dan dilaksanakan dalam jangka waktu tertentu, menghasilkan sebuah produk, yang hasilnya kemudian akan ditampilkan atau dipresentasikan. Proyek tersebut berfokus pada pemecahan masalah yang berhubungan dengan kehidupan peserta didik. Pembelajaran berbasis proyek merupakan bagian dari model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*student-centered*).

Berikut pengertian lain PjBL, yang sebenarnya tidak jauh berbeda, sekalipun ada yang menyebutnya sebagai metode, pendekatan, atau cara dalam pembelajaran.

- a. PjBL adalah metode pengajaran sistematis yang mengikutsertakan peserta didik ke dalam pembelajaran pengetahuan dan keahlian yang kompleks, pertanyaan authentic dan perancangan produk dan tugas (University of Nottingham, 2003).
- b. PjBL adalah pendekatan pembelajaran secara konstruktif untuk pendalaman pembelajaran dengan pendekatan berbasis riset terhadap permasalahan dan pertanyaan yang berbobot, nyata dan relevan bagi kehidupannya (Barron, 1998).
- c. PjBL adalah proses pembelajaran yang berpusat pada proses, relatif berjangka waktu, berfokus pada masalah, unit pembelajaran bermakna dengan mengintegrasikan konsep-konsep dari sejumlah komponen pengetahuan, atau disiplin, atau wilayah kajian (Blumenfeld, dkk., 1991).
- d. PjBL adalah cara yang konstruktif dalam pembelajaran menggunakan permasalahan sebagai *stimulus* dan berfokus kepada aktifitas peserta didik (Boud & Felletti, 1991).
- e. PjBL adalah pendekatan pembelajaran yang memiliki karakteristik sebagai berikut: (a) peserta didik membuat keputusan tentang sebuah kerangka kerja, (b) adanya permasalahan atau tantangan yang diajukan kepada

peserta didik, (c) peserta didik mendesain proses untuk menentukan solusi atas permasalahan atau tantangan yang diajukan, (d) peserta didik secara kolaboratif bertanggungjawab untuk mengakses dan mengelola informasi untuk memecahkan permasalahan, (e) proses evaluasi dijalankan secara kontinyu, (f) peserta didik secara berkala melakukan refleksi atas aktivitas yang sudah dijalankan, (g) produk akhir aktivitas belajar akan dievaluasi secara kualitatif, (h) situasi pembelajaran sangat toleran terhadap kesalahan dan perubahan (Global SchoolNet, 2000).

Pada PjBL peserta didik dapat berkolaborasi dan melakukan investigasi atau penyelidikan dalam kelompok kolaboratif antara 4-5 orang. Keterampilan-keterampilan yang dibutuhkan dan dikembangkan oleh peserta didik dalam tim adalah merencanakan, mengorganisasikan, negosiasi, dan membuat konsensus atau kesepakatan tentang tugas yang dikerjakan, siapa yang mengerjakan apa, dan bagaimana mengumpulkan informasi yang dibutuhkan dalam berinvestigasi. Keterampilan yang dibutuhkan dan yang akan dikembangkan oleh peserta didik merupakan keterampilan yang esensial sebagai landasan untuk keberhasilan proyek mereka. Keterampilan-keterampilan yang dikembangkan melalui kolaborasi dalam tim menyebabkan pembelajaran menjadi aktif, di mana setiap individu memiliki keterampilan yang bervariasi sehingga setiap individu mencoba menunjukkan keterampilan yang mereka miliki dalam kerja tim mereka. Pembelajaran secara aktif dapat memimpin peserta didik ke arah peningkatan keterampilan dan kinerja ilmiah. Kinerja ilmiah tersebut mencakup prestasi akademis, mutu interaksi hubungan antar pribadi, rasa harga diri, persepsi dukungan sosial lebih besar, dan keselarasan antar para peserta didik.

Tidak semua kegiatan belajar aktif dan melibatkan proyek dapat disebut PjBL. Berangkat dari pertanyaan “apa yang harus dimiliki proyek belajar agar dapat digolongkan sebagai PjBL”. Berikut ini adalah lima kriteria apakah suatu pembelajaran berproyek termasuk sebagai PjBL. Lima **kriteria** itu adalah (a) keterpusatan (*centrality*), (b) berfokus pada pertanyaan atau masalah, (c) investigasi konstruktif atau desain, (d) kemandirian peserta didik, dan (e) realisme. Berikut ini penjelasannya.

- a. Proyek dalam PjBL adalah terfokus pada pertanyaan atau masalah, yang mendorong peserta didik mempelajari konsep-konsep dan prinsip-prinsip inti atau pokok dari mata pelajaran. Definisi proyek (bagi peserta didik) harus dibuat sedemikian rupa agar terjalin hubungan antara aktivitas dan pengetahuan konseptual yang melatarinya. Proyek biasanya dilakukan dengan pengajuan pertanyaan-pertanyaan yang belum bisa dipastikan jawabannya atau *ill-defined problem*. Proyek dalam PjBL dapat dirancang secara tematik, atau gabungan (*intersection*) topik-topik dari dua atau lebih mata pelajaran.

- b. Proyek melibatkan peserta didik dalam investigasi konstruktif. Investigasi mungkin berupa proses desain, pengambilan keputusan, penemuan masalah, pemecahan masalah, diskoveri, atau proses pengembangan model. Proyek pada PjBL merupakan aktivitas inti yang meliputi transformasi dan konstruksi pengetahuan (dengan pengertian: pemahaman baru, atau keterampilan baru) pada pihak peserta didik. Jika inti kegiatan proyek tidak menyajikan “tingkat kesulitan” bagi anak, atau dapat dilakukan dengan penerapan informasi atau keterampilan yang siap dipelajari, proyek yang dimaksud adalah tak lebih dari sebuah latihan, dan bukan proyek PjBL yang dimaksud.
- c. PjBL lebih mengutamakan kemandirian, pilihan, waktu kerja yang tidak bersifat kaku, dan tanggung jawab peserta didik daripada proyek tradisional dan pembelajaran tradisional.
- d. Proyek adalah realistik. Karakteristik proyek memberikan keotentikan pada peserta didik. Karakteristik ini boleh jadi meliputi topik, tugas, peranan yang dimainkan peserta didik, konteks di mana kerja proyek dilakukan, produk yang dihasilkan, atau kriteria di mana produk-produk atau unjuk kerja dinilai. PjBL melibatkan tantangan-tantangan kehidupan nyata, berfokus pada pertanyaan atau masalah otentik (bukan simulatif), dan pemecahannya berpotensi untuk diterapkan di lapangan yang sesungguhnya.

Selama berlangsungnya proses belajar dalam PjBL, guru berperan sebagai fasilitator dan evaluator, dengan rincian tugas berikut ini.

- a. Menyusun *masalah yang akan dipecahkan*.
- b. Membantu penyediaan sumber baik cetak maupun elektronik.
- c. Mengatur kelompok dan menciptakan suasana belajar yang nyaman.
- d. Memastikan bahwa sebelum mulai setiap kelompok telah memiliki seorang anggota yang bertugas membaca materi, sementara teman-temannya mendengarkan, dan seorang anggota yang bertugas mencatat informasi yang penting sepanjang jalannya diskusi.
- e. Memberikan materi atau informasi pada saat yang tepat, sesuai dengan perkembangan kelompok.
- f. Memastikan bahwa setiap sesi diskusi kelompok diakhiri dengan *self-evaluation*.
- g. Menjaga agar kelompok terus memusatkan perhatian pada pencapaian tujuan.
- h. Memonitor jalannya diskusi dan membuat catatan tentang berbagai masalah yang muncul dalam proses belajar, serta menjaga agar proses belajar terus berlangsung, agar tidak ada tahapan dalam proses belajar yang dilewati atau diabaikan dan agar setiap tahapan dilakukan dalam urutan yang tepat.

- i. Menjaga motivasi peserta didik dengan mempertahankan unsur tantangan dalam penyelesaian tugas dan juga memberikan pengarahan untuk mendorong pelajar keluar dari kesulitannya.
- j. Membimbing proses belajar peserta didik dengan mengajukan pertanyaan yang tepat pada saat yang tepat. Pertanyaan ini hendaknya merupakan pertanyaan terbuka yang mendorong pelajar mencari pemahaman yang lebih mendalam tentang berbagai konsep, ide, penjelasan, sudut pandang, dan lain-lain.
- k. Mengevaluasi kegiatan belajar pelajar, termasuk partisipasinya dalam proses kelompok. Guru perlu memastikan bahwa setiap peserta didik terlibat dalam proses belajar
- l. Mengevaluasi penerapan PjBL yang telah dilakukan.

## **2. Dukungan *Project Based Learning***

### **a. Dukungan PjBL secara teoritis**

Pendekatan pembelajaran saat ini diarahkan pada pembelajaran konstruktivistik, yang cenderung memberikan pengalaman mendalam dengan memberikan kesempatan pada peserta didik menggunakan aktivitas inkuiri, nyata dan berkaitan dengan kehidupan peserta didik. Teori belajar konstruktivistik bersandar pada ide bahwa peserta didik membangun pengetahuannya sendiri di dalam konteks pengalamannya sendiri. PjBL dapat dipandang sebagai salah satu pendekatan penciptaan lingkungan belajar yang dapat mendorong peserta didik mengkonstruksi pengetahuan dan keterampilan secara personal.

PjBL merupakan model pembelajaran yang berpijak pada teori belajar konstruktivisme. Strategi pembelajaran yang menonjol dalam pembelajaran konstruktivis antara lain adalah strategi belajar kolaboratif, mengutamakan aktivitas peserta didik daripada aktivitas guru, mengenai kegiatan laboratorium, pengalaman lapangan, studi kasus, pemecahan masalah, panel diskusi, diskusi, brainstorming, dan simulasi. Beberapa dari strategi tersebut juga terdapat dalam PjBL, yaitu (a) strategi belajar kolaboratif, (b) mengutamakan aktivitas peserta didik daripada aktivitas guru, (c) mengenai kegiatan laboratorium, (d) pengalaman lapangan, (e) dan pemecahan masalah. PjBL juga mendorong peserta didik mengkonstruksi pengetahuan dan keterampilan melalui pengalaman langsung (Kamdi, 2007).

Konstruktivisme adalah teori belajar yang bersandar pada ide bahwa peserta didik mengkonstruksi pengetahuan mereka sendiri di dalam konteks pengalaman mereka sendiri. Pembelajaran konstruktivistik berfokus pada kegiatan aktif peserta didik dalam memperoleh pengalaman langsung (“doing”), ketimbang pasif “menerima” pengetahuan. Dari sudut pandang konstruktivis, belajar bukanlah murni fenomena stimulus-respon sebagaimana

dikonsepsikan para behavioris, akan tetapi belajar adalah proses yang memerlukan pengaturan diri sendiri (self-regulation) dan pembangunan struktur konseptual melalui refleksi dan abstraksi. Kegiatan nyata yang dilakukan dalam proyek memberikan pengalaman belajar yang dapat membantu refleksi dan mendekatkan hubungan aktivitas dunia nyata dengan pengetahuan konseptual yang melatarinya yang diharapkan akan dapat berkembang lebih luas dan lebih mendalam. PjBL mendasarkan pada aktivitas dunia nyata, berpotensi memperluas dan memperdalam pengetahuan konseptual dan prosedural, yang pada khasanah lain disebut juga *knowing that* dan *knowing how*.

Bagian-bagian dari prinsip belajar konstruktif seperti belajar yang berorientasi pada diskoveri, kontekstual, berorientasi masalah, dan motivasi sosial juga menjadi bagian-bagian prinsip PjBL. Strategi belajar kolaboratif yang diposisikan amat penting dalam PjBL juga menjadi tekanan teoretik belajar konstruktif. Strategi belajar kolaboratif tersebut juga dilandasi oleh teori Vygotsky tentang Zone of Proximal Development (ZPD). Vygotsky merekomendasikan adanya level atau zona, di mana peserta didik dapat lebih berhasil tetapi dengan bantuan partner yang lebih bisa atau berpengalaman. Vygotsky mendefinisikan ZPD sebagai jarak antara tingkat perkembangan aktual seperti ditunjukkan oleh kemampuan memecahkan masalah secara mandiri dengan tingkat perkembangan potensial seperti ditunjukkan oleh kemampuan pemecahan masalah di bawah bimbingan orang dewasa atau kolaborasi dengan teman sebaya yang lebih.

Prinsip kontekstual yang menjadi karakteristik penting dalam PjBL, diturunkan dari ide dasar teori belajar konstruktivistik. Para konstruktivis mengatakan bahwa belajar adalah proses aktif membangun realitas dari pengalaman belajar. Bagaimana pun, belajar tidak dapat terlepas dari apa yang sudah diketahui peserta didik dan konteks di mana hal tersebut. Atas dasar keyakinan tersebut direkomendasikan bahwa pembelajaran perlu diletakkan dalam konteks yang kaya yang merefleksikan dunia nyata, dan berhubungan erat dengan konteks di mana pengetahuan akan digunakan. Singkatnya, pembelajaran perlu otentik.

PjBL juga merupakan model yang menciptakan lingkungan belajar yang realistis, dan berfokus pada belajar memecahkan masalah-masalah yang terjadi di dunia nyata. PjBL juga didukung oleh teori belajar eksperiensial. Peserta didik mengendalikan belajarnya sendiri, mulai dari pengidentifikasian masalah yang akan dijadikan proyek sampai dengan mengevaluasi hasil proyek. Guru berperan sebagai pembimbing, fasilitator, dan partner belajar. Tema proyek yang dipilih juga bersifat interdisipliner, karena mengandung unsur berbagai disiplin yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah dalam proyek yang dikerjakan itu.

Apa yang dilakukan peserta didik dalam proses pembelajaran adalah pengalaman-pengalaman sensoris sebagai dasar belajar. Ditegaskan oleh John Dewey bahwa pengalaman adalah elemen kunci dalam proses pembelajaran. Makna dari berbagai pengalaman adalah sebuah hubungan yang saling tergantung antara apa yang dibawa oleh peserta didik dalam situasi belajar dan apa yang terjadi di dalam situasi itu. Berdasarkan pengetahuan yang diturunkan dari pengalaman sebelumnya, pada pengalaman baru orang membangun pengetahuan baru. Kerja proyek dapat dipandang sebagai proses belajar memantapkan pengalaman yang belum mantap, memperluas pengetahuan yang belum luas, dan memperhalus pengetahuan yang belum halus.

Berdasarkan teori-teori belajar konstruktivistik di atas, maka PjBL dapat disimpulkan memiliki kelebihan-kelebihan sebagai lingkungan belajar: (1) otentik-kontekstual, yang akan memperkuat hubungan antara aktivitas dan pengetahuan konseptual yang melatarinya; (2) mengedepankan kemandirian peserta didik (*self-regulation*) dan guru sebagai pembimbing dan partner belajar, yang akan mengembangkan kemampuan berpikir produktif; (3) belajar kolaboratif, yang memberi peluang peserta didik saling membelajarkan yang akan meningkatkan pemahaman konseptual maupun kecakapan teknis; (4) holistik dan interdisipliner; (5) realistik, berorientasi pada belajar aktif memecahkan masalah riil, yang memberi kontribusi pada pengembangan kecakapan pemecahan masalah; dan (6) memberikan *reinforcement intrinsik* (umpan balik internal) yang dapat menajamkan kecakapan berpikir produktif.

#### b. Dukungan PjBL secara empiris

PjBL dirancang supaya peserta didik melakukan penyelidikan untuk mengetahui hal yang kompleks, bukan untuk mengetahui informasi faktual semata. Penerapan PjBL telah menunjukkan bahwa model tersebut sanggup membuat peserta didik mengalami proses pembelajaran yang bermakna, yaitu pembelajaran yang dikembangkan berdasarkan paham konstruktivisme. Peserta didik diberi kesempatan untuk menggali sendiri informasi melalui membaca berbagai buku secara langsung, membuat presentasi untuk orang lain, mengomunikasikan hasil aktivitasnya kepada orang lain, bekerja dalam kelompok, memberikan usul atau gagasannya untuk orang lain dan berbagai aktivitas lainnya. Semuanya menggambarkan tentang bagaimana semestinya orang dewasa belajar agar lebih bermakna.

Dari berbagai sumber, Kamdi (2007) memaparkan sejumlah keuntungan dari PjBL berikut ini.

- 1). Meningkatkan motivasi. Laporan-laporan tertulis tentang PjBL banyak yang menyatakan bahwa peserta didik tekun bekerja dan berusaha keras untuk belajar lebih mendalam dan mencari jawaban atas keingintahuan dan dalam menyelesaikan proyek. Guru melaporkan perkembangan

- dalam kehadiran peserta didik dan berkurangnya keterlambatan mereka, serta peserta didik lebih tekun sampai melewati batas waktu, berusaha keras dalam mencapai proyek. Peserta didik melaporkan bahwa belajar dalam proyek lebih *fun* (menyenangkan).
- 2). Meningkatkan kemampuan berpikir. Hal tersebut disebabkan bahwa laporan PjBL tidak hanya berdasar informasi yang dibaca saja, tetapi peserta didik juga mengembangkan masalah, mencari jawaban, dan berkolaborasi, untuk memecahkan masalah yang relevan dengan kenyataan sebenarnya.
  - 3). Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Banyak sumber yang menjelaskan bahwa lingkungan belajar berbasis proyek membuat peserta didik menjadi lebih aktif memecahkan permasalahan-permasalahan yang kompleks. Peserta didik mempunyai pilihan untuk menyelidiki topik-topik yang berkaitan dengan masalah dunia nyata, saling bertukar pendapat antara kelompok yang membahas topik yang berbeda, mencari pengetahuan dari berbagai sumber, mengambil keputusan dan mempresentasikan proyek atau hasil diskusi mereka. Hal tersebut juga mengembangkan keterampilan kognitif tingkat tinggi peserta didik.
  - 4). Meningkatkan kecakapan kolaboratif. Pentingnya kerja kelompok dalam proyek memerlukan peserta didik mengembangkan dan mempraktikkan keterampilan komunikasi. PjBL merupakan ajang kesempatan berdiskusi yang baik bagi peserta didik, melatih penemuan langsung peserta didik terhadap masalah dunia nyata, memberi mereka kesenangan dalam pembelajaran dan dapat dijadikan strategi mengajar yang efektif. Teori-teori kognitif yang baru dan konstruktivistik menegaskan bahwa belajar adalah fenomena sosial, dan bahwa peserta didik akan belajar lebih di dalam lingkungan kolaboratif.
  - 5). Meningkatkan keterampilan mengelola sumber. Bagian dari menjadi peserta didik yang independen adalah bertanggungjawab untuk menyelesaikan tugas yang kompleks. PjBL yang diimplementasikan secara baik memberikan kepada peserta didik pembelajaran dan praktik dalam mengorganisasi proyek, dan membuat alokasi waktu dan sumber-sumber lain seperti perlengkapan untuk menyelesaikan tugas. Ketika peserta didik bekerja di dalam tim, mereka belajar untuk mempelajari keterampilan merencanakan, mengorganisasi, negosiasi, dan membuat kesepakatan tentang tugas yang akan dikerjakan, siapa yang bertanggungjawab untuk setiap tugas, dan bagaimana informasi akan dikumpulkan dan disajikan. PjBL juga dapat meningkatkan keterampilan peserta didik khususnya kinerja ilmiah dalam merancang proyek sebagai refleksi antara teori dan praktek dalam pembelajaran. Keterampilan-keterampilan tersebut merupakan keterampilan yang amat penting untuk keberhasilan hidupnya maupun di tempat kerjanya kelak.

### 3. Tahapan *Project Based Learning*

Terdapat beberapa macam rancangan tahapan atau sintaks PjBL. Tahapan PjBL yang dikembangkan oleh The George Lucas Educational Foundation (2005).

- a. *Start With the Essential Question (Ajukan pertanyaan)*. Pembelajaran dimulai dengan pertanyaan, yaitu pertanyaan yang dapat memberi penugasan peserta didik dalam melakukan suatu aktivitas. Pertanyaan disusun dengan mengambil topik yang sesuai dengan realitas dunia nyata dan dimulai dengan sebuah investigasi mendalam. Guru berusaha agar topik yang diangkat relevan untuk para peserta didik.
- b. *Design a Plan for the Project (Rancang rencana proyek)*. Secara kolaboratif, guru dan peserta didik merencanakan aturan main, pemilihan kegiatan yang dapat mendukung dalam menjawab pertanyaan penting, dengan cara mengintegrasikan berbagai materi yang mungkin, serta mengetahui alat dan bahan yang dapat diakses untuk membantu penyelesaian proyek. Perencanaan dilakukan secara kolaboratif antara guru dan peserta didik. Dengan demikian peserta didik diharapkan akan merasa “memiliki” atas proyek tersebut. Perencanaan berisi tentang aturan main, pemilihan kegiatan yang dapat mendukung dalam menjawab pertanyaan penting, dengan cara mengintegrasikan berbagai materi yang mungkin, serta mengetahui alat dan bahan yang dapat diakses untuk membantu penyelesaian proyek.
- c. *Create a Schedule (Susun jadwal)*. Guru dan peserta didik secara kolaboratif menyusun jadwal kegiatan dalam menyelesaikan proyek.
- d. *Monitor the Students and the Progress of the Project (Pantau peserta didik dan kemajuan proyek)*. Guru bertanggungjawab untuk memantau kegiatan peserta didik selama menyelesaikan proyek. Pemantauan dilakukan dengan cara memfasilitasi peserta didik pada setiap proses. Dengan kata lain guru berperan menjadi mentor bagi aktivitas peserta didik. Agar mempermudah proses pemantauan, dibuat sebuah rubrik yang dapat merekam keseluruhan kegiatan yang penting.
- e. *Assess the Outcome (Penilaian hasil)*. Penilaian dilakukan untuk membantu guru dalam mengukur ketercapaian standar kompetensi, berperan dalam mengevaluasi kemajuan masing-masing peserta didik, memberi umpan balik tentang tingkat pemahaman yang sudah dicapai peserta didik, membantu guru dalam menyusun strategi pembelajaran berikutnya.
- f. *Evaluation the Experience (Evaluasi pengalaman)*. Pada akhir proses pembelajaran, guru dan peserta didik melakukan refleksi terhadap kegiatan dan hasil proyek yang sudah dijalankan. Proses refleksi dilakukan baik secara individu maupun kelompok. Pada tahap ini peserta

didik diminta untuk mengungkapkan perasaan dan pengalamannya selama menyelesaikan proyek. Guru dan peserta didik mengembangkan diskusi dalam rangka memperbaiki kinerja selama proses pembelajaran, sehingga pada akhirnya ditemukan suatu temuan baru (*new inquiry*) untuk menjawab permasalahan yang diajukan pada tahap pertama pembelajaran.

PjBL dirancang supaya peserta didik melakukan penyelidikan untuk mengetahui hal yang kompleks, bukan untuk mengetahui informasi faktual semata. Penerapan PjBL telah menunjukkan bahwa model tersebut sanggup membuat peserta didik mengalami proses pembelajaran yang bermakna, yaitu pembelajaran yang dikembangkan berdasarkan paham konstruktivisme. Peserta didik diberi kesempatan untuk menggali sendiri informasi melalui membaca berbagai buku secara langsung, membuat presentasi untuk orang lain, mengomunikasikan hasil aktivitasnya kepada orang lain, bekerja dalam kelompok, memberikan usul atau gagasannya untuk orang lain dan berbagai aktivitas lainnya. Semuanya menggambarkan tentang bagaimana semestinya orang dewasa belajar agar lebih bermakna.

Implikasi model PjBL dalam proses belajar mengajar adalah memberikan kebebasan kepada peserta didik untuk merencanakan aktivitas belajar, melaksanakan proyek secara kolaboratif, dan pada akhirnya menghasilkan produk kerja yang dapat dipresentasikan kepada orang lain. Selain itu, dalam PjBL peserta didik menjadi terdorong lebih aktif beraktivitas dalam belajar sehingga dapat meningkatkan kinerja ilmiah peserta didik, sedangkan guru berperan sebagai fasilitator dan evaluator proses dan produk hasil kinerja peserta didik meliputi *outcome* yang mampu ditampilkan dari hasil proyek yang dikerjakan peserta didik.

## D. Siklus Belajar (*Learning Cycle*)

### 1. Pengertian Siklus Belajar

Siklus belajar adalah pembelajaran dengan tahapan yang diatur sedemikian rupa sehingga peserta didik dapat menguasai kompetensi-kompetensi yang harus dicapai dengan ikut serta berperan aktif. Siklus belajar menekankan pada proses penyelidikan peserta didik untuk menyelidiki pengetahuan ilmiah melalui keterampilan proses untuk mendapatkan pengetahuan atau pengalaman belajar berdasarkan teori konstruktivisme. Teori konstruktivisme tersebut mengarahkan agar peserta didik menemukan sendiri informasi atau pengetahuan yang diharapkan. Hal tersebut bertujuan agar peserta didik benar-benar memahami dan dapat menerapkan pengetahuan, bekerja memecahkan masalah, dan menemukan ide-ide baru.

Karplus & Their pertama kali mengembangkan siklus belajar pada tahun 1967 untuk the Science Curriculum Improvement Study (SCIS). Siklus belajar pada mulanya terdiri dari tahap-tahap eksplorasi (*exploration*), pengenalan konsep (*concept introduction*), dan aplikasi konsep (*concept application*) (Renner dkk, 1988). Pada tahap eksplorasi, peserta didik diarahkan untuk memanfaatkan panca inderanya dalam berinteraksi dengan lingkungan melalui kegiatan-kegiatan seperti mengamati fenomena alam atau perilaku sosial, mendiskusikan fenomena alam, menganalisis artikel, praktikum, dan lain-lain. Dari kegiatan-kegiatan tersebut diharapkan muncul pertanyaan-pertanyaan yang mengarah pada berkembangnya daya nalar tingkat tinggi. Tahap berikutnya adalah tahap pengenalan konsep, di mana peserta didik mengenal istilah-istilah yang berkaitan dengan konsep-konsep baru yang sedang dipelajari, melalui kegiatan-kegiatan yang membutuhkan daya nalar seperti menelaah sumber pustaka atau berdiskusi, melalui interaksi dengan peserta didik lain, media, dan guru. Pada tahap terakhir, yakni aplikasi konsep, peserta didik diajak menerapkan pemahaman konsepnya pada situasi baru atau masalah baru melalui kegiatan-kegiatan seperti *problem solving* (menyelesaikan problem-problem nyata yang berkaitan) atau melakukan percobaan lebih lanjut.

Setelah Karplus & Their memperkenalkan siklus belajar yang terdiri dari tiga tahap, telah dikembangkan beberapa model menjadi beberapa tahap, ada yang dikenal sebagai siklus belajar empat tahap (4E), lima tahap (5E), enam tahap (6E), bahkan tujuh tahap (7E). Pada siklus belajar lima tahap, ditambahkan tahap *engagement* sebelum *exploration* dan ditambahkan tahap *evaluation* pada bagian akhir siklus. Pada model ini, tahap *concept introduction* dan *concept application* masing-masing diistilahkan menjadi *explanation* dan *elaboration*. Oleh karena itu siklus belajar lima tahap sering dijuluki siklus belajar 5E yang terdiri dari tahap *Engagement*, *Exploration*, *Explanation*, *Elaboration*, dan *Evaluation* (Lorsbach, 2002).

## 2. Dukungan Siklus Belajar

Keberhasilan siklus belajar diteliti oleh para ahli sejak awal pengembangannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siklus belajar dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik, meningkatkan sikap peserta didik terhadap IPA dan belajar IPA, meningkatkan kemampuan bernalar dan keterampilan proses sains dan peserta didik memiliki retensi konsep yang lebih baik (dikutip dari berbagai sumber oleh Zubaidah, dkk, 2013b). Sebagai sebuah model pembelajaran, siklus belajar dapat membantu guru dalam mengembangkan pemahaman konseptual yang dapat mengakomodasi kesempatan belajar guru dan peserta didik.

Fajaroh dan Dasna (2007) memaparkan berbagai hasil penelitian tentang dampak dari pembelajaran dengan siklus belajar. Hasil-hasil penelitian di perguruan tinggi dan sekolah menengah tentang implementasi siklus

belajardalam pembelajaran IPA menunjukkan keberhasilan model ini dalam meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar peserta didik. Peserta didik yang gurunya mengimplementasikan siklus belajarmempunyai ketrampilan menjelaskan yang lebih baik dari pada peserta didik yang gurunya menerapkan metode ekspositori. Siklus belajar juga dapat dilakukan secara luwes dan memenuhi kebutuhan nyata guru dan peserta didik. Dilihat dari dimensi guru penerapan model ini memperluas wawasan dan meningkatkan kreatifitas guru dalam merancang kegiatan pembelajaran. Sedangkan ditinjau dari dimensi peserta didik, penerapan model ini memberi keuntungan sebagai (1) meningkatkan motivasi belajar karena peserta didik dilibatkan secara aktif dalam proses pembelajaran, (2) membantu mengembangkan sikap ilmiah peserta didik, (3) pembelajaran menjadi lebih bermakna.

### 3. Tahapan Siklus Belajar 5E

Berikut ini dijelaskan salah satu variasi siklus belajar yang dikenal adalah model siklus belajar 5E (*The 5E Learning Cycle*). Model ini meliputi kegiatan *Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration, Evaluation* (Bybee, 1997).

- a. Tahap pertama (*engagement*) bertujuan mempersiapkan diri peserta didik agar untuk menempuh tahap berikutnya dengan jalan mengeksplorasi pengetahuan awal dan ide-ide mereka serta untuk mengetahui kemungkinan adanya miskonsepsi pada pembelajaran sebelumnya. Pada tahap *engagement* ini diupayakan dapat dibangkitkan minat dan keingintahuan (*curiosity*) peserta didik tentang topik yang akan dipelajari. Pada tahap ini pula peserta didik diarahkan untuk membuat perkiraan atau prediksi tentang fenomena yang akan dipelajari dan dibuktikan pada tahap eksplorasi.
- b. Pada tahap kedua (*exploration*), peserta didik diberi kesempatan untuk bekerja sama dalam kelompok-kelompok kecil untuk menguji perkiraan atau prediksi, melakukan pengamatan, mencatat hasil serta ide-ide melalui kegiatan-kegiatan seperti praktikum dan telaah literatur.
- c. Pada tahap ketiga (*explanation*), peserta didik difasilitasi oleh guru untuk menjelaskan konsep dengan kalimat mereka sendiri, menunjukkan bukti atas penjelasan mereka melalui diskusi. Pada tahap ini peserta didik diharapkan menemukan istilah-istilah dari konsep yang dipelajari.
- d. Pada tahap keempat (*elaboration/extension*), peserta didik diarahkan untuk menerapkan konsep dan ketrampilan dalam situasi baru melalui kegiatan-kegiatan seperti *problem solving* dan praktikum lanjutan.
- e. Pada tahap akhir atau kelima (*evaluation*), dilakukan evaluasi terhadap keefektifan tahap-tahap sebelumnya dan evaluasi terhadap hasil belajar atau kompetensi peserta didik melalui *problem solving* pada konteks baru, atau mendorong peserta didik melakukan penyelidikan lebih lanjut.

Berdasarkan tahapan-tahapan dalam pembelajaran bersiklus seperti telah dipaparkan, diharapkan peserta didik tidak hanya mendengar penjelasan verbal guru tetapi dapat berperan aktif untuk memperoleh pemahaman terhadap konsep-konsep yang dipelajari.

Jika dikaitkan dengan pola umum pembelajaran pada kegiatan pendahuluan, inti, dan penutup yang, maka siklus belajar lima tahap (5E) ditunjukkan pada Tabel 1.3.4.

**Tabel 1.3.4. Tahapan belajar**

<b>Pola Umum Pembelajaran</b>	<b>Siklus Belajar 5E</b>
Kegiatan Awal	<i>Engagement</i>
Kegiatan Inti	<i>Exploration</i>
	<i>Explanation</i>
	<i>Elaboration</i>
Kegiatan Penutup	<i>Evaluation</i>

Berikut beberapa contoh kegiatan yang dapat dilakukan dalam pembelajaran IPA dengan model siklus belajar 5E (Tabel 1.3.5)

**Tabel 1.3.5. Kegiatan pada *The 5 E Learning Cycle Model***

<b>Tahapan</b>	<b>Contoh Kegiatan</b>
1. <i>Engagement</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menunjukkan obyek, peristiwa atau mengajukan pertanyaan untuk memotivasi peserta didik</li> <li>• Guru menghubungkan pengetahuan awal peserta didik dengan pengetahuan/kegiatan yang akan dipelajari dan yang akan dilakukan peserta didik</li> <li>• Guru membangkitkan rasa ingin tahu peserta didik dengan pertanyaan terbuka, demonstrasi atau penyajian masalah</li> <li>• Guru meminta peserta didik untuk mengajukan pertanyaan berdasarkan demonstrasi yang dilakukan</li> <li>• Guru meminta peserta didik untuk mengemukakan apa yang dipikirkan</li> </ul>

2. <i>Exploration</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik mengeksplorasi obyek dan fenomena yang ditunjukkan secara kongkrit</li> <li>• Peserta didik melakukan aktivitas <i>hands-on</i> (praktikum) dengan bimbingan guru</li> <li>• Guru mendorong peserta didik untuk berinteraksi baik dengan media atau peserta didik lain dalam diskusi</li> <li>• Guru mengajukan pertanyaan bimbingan untuk membantu peserta didik dalam melakukan eksperimen/penyelidikan.</li> <li>• Guru memberi waktu pada peserta didik untuk memecahkan masalah</li> </ul>
3. <i>Explanation</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik menjelaskan pemahamannya tentang konsep dan proses yang terjadi pada aktivitas <i>hands-on</i></li> <li>• Guru memperkenalkan konsep dan keterampilan baru serta meluruskan konsep/keterampilan peserta didik yang keliru</li> <li>• Guru mendorong peserta didik untuk menggunakan pengalaman belajar yang diperolehnya dalam tahap <i>engage</i> dan <i>exploration</i> dalam membuat penjelasan</li> <li>• Guru mengajukan pertanyaan untuk membantu peserta didik mengekspresikan pemahaman dan penjelasan peserta didik</li> <li>• Guru meminta peserta didik untuk menunjukkan fakta atau data pada peserta didik memberikan penjelasan</li> <li>• Guru memberi waktu pada peserta didik untuk membandingkan gagasannya dengan gagasan peserta didik lain dan jika mungkin memperbaikinya</li> <li>• Guru mengenalkan konsep baru dan penjelasan alternatif setelah peserta didik mengekspresikan gagasannya</li> </ul>
4. <i>Elaboration</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik mengaplikasikan konsep baru dalam konteks lain untuk mengembangkan pemahaman dan keterampilannya</li> <li>• Guru memfokuskan peserta didik pada hubungan konseptual antara pengalaman baru dengan pengetahuan awal peserta didik</li> <li>• Guru mendorong peserta didik untuk menggunakan apa yang telah dipelajari untuk menjelaskan gagasan baru</li> <li>• Guru memberi penguatan pada peserta didik untuk menggunakan istilah dan penjelasan</li> <li>• Guru mengajukan pertanyaan untuk membantu peserta didik mengemukakan kesimpulan dan alasannya berdasarkan fakta dan data</li> </ul>

5. <i>Evaluation</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menilai pengetahuan, keterampilan dan kemampuan peserta didik. Kegiatan guru memberikan kemungkinan untuk mengevaluasi kemampuan peserta didik dan efektivitas pembelajaran</li> <li>• Guru mengamati dan merekam kegiatan belajar dan pemahaman peserta didik</li> <li>• Guru memberi waktu pada peserta didik untuk membandingkan gagasannya dengan peserta didik lain untuk memperbaiki cara berpikirnya</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru mewawancarai peserta didik untuk menilai kemajuan belajar peserta didik</li> <li>• Guru menilai kemajuan belajar peserta didik</li> <li>• Guru mengajak peserta didik untuk melakukan refleksi pembelajaran</li> </ul>

*Diadaptasi dari Bybee, dkk. (1989).*

Berikut ini dijelaskan secara rinci tahapan pembelajaran siklus belajar lima tahap (5E).

a. Tahap *Engagement*

Pada tahap *engagement*, guru menggali pengetahuan awal peserta didik dengan memfokuskan perhatian dan minat peserta didik terhadap topik yang dibahas, memunculkan pertanyaan dan memperoleh respons dari peserta didik. Guru berkesempatan untuk menemukan apa yang telah diketahui peserta didik atau apa yang telah dipikirkan peserta didik tentang topik dan konsep yang dibelajarkan. Pengetahuan ini bisa sesuai atau tidak sesuai dengan materi yang dibelajarkan guru bahkan pengetahuan awal peserta didik dapat mengalami miskonsepsi, oleh karena itu tahap ini juga berguna untuk mengidentifikasi salah konsep dalam pemahaman peserta didik. Tahap ini berguna untuk hal-hal berikut.

- Membangkitkan keingintahuan dan ketertarikan peserta didik terhadap topik yang dipelajari.
- Mengarahkan peserta didik pada pemahaman tentang penyelidikan ilmiah.
- Merangsang peserta didik untuk mengajukan pertanyaan tentang proses penyelidikan ilmiah.
- Mendorong peserta didik untuk membandingkan gagasannya dengan gagasan peserta didik lain.
- Memberi peluang pada guru untuk memberikan penilaian terhadap pemahaman peserta didik tentang konsep yang dipelajari.

Pada saat menggali pengetahuan awal, guru dapat mengajukan masalah yang bertentangan. Misalnya, dengan demonstrasi benda A dan benda B yang memiliki *massa berbeda* dijatuhkan dari ketinggian yang sama.

Pertanyaan yang dapat diajukan: “*benda manakah yang jatuh lebih dahulu ke lantai*”? Berdasarkan demonstrasi tersebut diharapkan timbul konflik kognitif pada peserta didik sehingga peserta didik satu dengan peserta didik lain mengajukan jawaban yang berbeda. Dari respons peserta didik, guru dapat mengetahui pemahaman awal peserta didik tentang konsep yang dibahas sebelum pembelajaran.

#### *b. Tahap Exploration*

Pada tahap eksplorasi, peserta didik belajar melalui aksi dan reaksi mereka sendiri dalam situasi baru. Peserta didik mengeksplorasi materi dan gagasan baru dengan bimbingan seperlunya dari guru. Pengalaman baru memunculkan pertanyaan dan masalah yang tidak dapat dipecahkan dengan gagasan-gagasan peserta didik yang sudah ada sebelumnya. Tahap eksplorasi memberikan kesempatan pada peserta didik untuk menyampaikan gagasan-gagasan yang bertentangan, yang dapat menimbulkan perdebatan dan analisis dari alasan munculnya gagasan mereka. Analisis tersebut dapat mengarahkan cara diskusi untuk menguji gagasan lainnya melalui prediksi. Pengumpulan data dan analisis dilakukan untuk mengetahui kesesuaian dengan gagasan lainnya. Eksplorasi juga dapat membawa peserta didik pada identifikasi suatu pola keteraturan dalam fenomena yang diteliti. Selama tahap eksplorasi, peserta didik diberi kesempatan untuk bekerjasama dengan peserta didik lainnya tanpa instruksi dari guru melalui kegiatan diskusi.

Pada tahap eksplorasi peserta didik dapat melakukan eksperimen agar dapat mengkonstruksi pemahamannya, dan melakukan hal-hal berikut.

- Berinteraksi langsung dengan alat/bahan dan gagasan tentang materi yang dipelajari dalam kelompok diskusi.
- Mencari cara untuk memecahkan masalah atau menyusun pertanyaan.
- Memeroleh pengalaman langsung, membandingkan hasil dan gagasannya dengan hasil dan gagasan yang diperoleh peserta didik lain.
- Mengamati, mendeskripsikan, merekam dan mengkomunikasikan gagasan dan pengalamannya.
- Menyatakan pemahamannya melalui pertanyaan yang dapat diuji (hipotesis) dan penyelidikan ilmiah.

#### *c. Tahap Explanation*

Pada tahap *explanation*, kegiatan diawali dengan pengenalan konsep baru yang digunakan pada pola-pola yang diperoleh pada tahap eksplorasi. Konsep baru tersebut dapat diperkenalkan oleh guru, melalui buku bacaan, film atau media lainnya. Selama tahap eksplanasi guru memotivasi peserta didik untuk menjelaskan konsep yang dibahas dengan kata-kata sendiri, mengajukan fakta dan klarifikasi terhadap penjelasannya, dan mendengarkan

secara kritis penjelasan peserta didik. Tahap eksplanasi selalu mengikuti tahap eksplorasi dan berkaitan langsung dengan pola yang ditemukan selama kegiatan eksplorasi.

Tahap eksplanasi memberi kesempatan pada peserta didik untuk menghubungkan pengetahuan awalnya dengan hasil belajarnya dan menyusun pemahaman konseptual “baru”. Tahap ini juga dilakukan untuk melatih kemampuan berbahasa dengan menggunakan bahasa yang baik dan benar serta ilmiah. Tahap eksplanasi mendorong peserta didik untuk melakukan hal-hal berikut.

- Menjelaskan konsep dan gagasannya (dengan kalimat sendiri) tentang masalah dan penyelesaian masalah.
- Membiasakan peserta didik mendengar dan membandingkan penjelasan peserta didik lain.
- Berdiskusi dalam kelompok kecil maupun diskusi kelas sehingga terbiasa mengemukakan gagasannya secara lisan.
- Merekam dan memperbaiki gagasannya berdasarkan pertimbangannya pada saat diskusi.
- Menggunakan simbol, terminologi dan bahasa formal.
- Membandingkan pemikirannya dengan pemikiran sebelumnya.

d. Tahap *Elaboration*

Tahap berikutnya adalah *elaboration* atau disebut juga aplikasi konsep. Pada tahap ini peserta didik menerapkan konsep atau keterampilan pada situasi baru. Tahap ini memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk menggunakan konsep-konsep yang telah diperkenalkan untuk menyelidiki konsep-konsep tersebut lebih lanjut. Penerapan konsep diarahkan pada kehidupan sehari-hari. Misalnya pada saat menerapkan konsep aksi-reaksi Hukum 1.3 Newton, guru menunjukkan sebuah beban yang tergantung pada ujung tali dan ujung tali lainnya diikat pada sebuah papan. Peserta didik diminta untuk menunjukkan dan menjelaskan gaya-gaya bekerja pada tali dan beban.

Tahap elaborasi memberi kesempatan pada peserta didik untuk melakukan hal-hal berikut.

- Membuat hubungan konseptual antara pengalaman baru dengan pengalaman sebelumnya, hubungan konsep yang dipelajari dengan konsep sebelumnya melalui penyelidikan ilmiah.
- Menghubungkan gagasan, pemecahan masalah dan menerapkan gagasannya dalam situasi baru.
- Menggunakan istilah dan deskripsi ilmiah.
- Memperdalam pemahaman tentang konsep dan proses ilmiah.
- Mengomunikasikan pemahamannya pada peserta didik lain.

e. Tahap *Evaluation*

Tahap terakhir adalah *evaluation* yang dilakukan pada seluruh pengalaman belajar peserta didik. Aspek yang dievaluasi pada tahap ini adalah pengetahuan atau keterampilan, aplikasi konsep, dan perubahan proses berpikir peserta didik. Tahap evaluasi juga memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menilai cara belajarnya, mengevaluasi kemajuan belajar dan proses pembelajaran. Evaluasi dapat dilakukan secara tertulis pada akhir pembelajaran atau secara lisan berupa pertanyaan selama pembelajaran berlangsung. Evaluasi dapat diberikan pada tes sumatif untuk menguji apa yang telah dikuasai baik dalam konsep maupun dalam kerja ilmiah.

Tahap evaluasi memberi kesempatan pada peserta didik untuk melakukan hal-hal berikut.

- Mendemonstrasikan apa yang dipahami tentang penyelidikan ilmiah dan bagaimana menggunakan pengetahuannya dalam penyelidikan ilmiahnya, serta untuk mengevaluasi penyelidikan di kelas.
- Mengkomunikasi gagasan terbaru pada peserta didik lain (jika dengan tes lisan).
- Menilai kemajuan belajar peserta didik dengan membandingkan pemahaman baru dengan pengetahuan awal peserta didik.
- Menguji kedalaman pemahaman konsep peserta didik melalui pertanyaan.

Pada model siklus belajar 6 tahap (*learning cycle 6E*) adalah pengembangan dari siklus belajar 5E dengan penambahan tahap *elicitation*, dilanjutkan, *engagement*, *exploration*, *explanation*, *elaboration*, dan *evaluation*. Pada model siklus belajar tujuh tahap (*learning cycle 6E*), merupakan pengembangan dari model siklus belajar lima tahap (5E), dengan perubahan tahap *engagement* menjadi dua tahapan yaitu *elicitation* dan *engagement*, sedangkan pada tahap *elaboration* dan *evaluation* menjadi tiga tahapan menjadi *elaboration*, *evaluation* dan *extension*. Selain siklus belajar 5E, model siklus belajar yang lain tidak dibahas secara rinci pada buku guru ini.



## Bab IV

# Karakteristik Peserta Didik dan Pembelajaran IPA Kelas VII SMP/MTs

## A. Karakteristik Peserta Didik dan Pembelajaran IPA di SMP/MTS

Ditinjau dari teori perkembangan, peserta didik SMP/MTs berada pada periode perkembangan yang sangat penting dari segala aspek. Mereka mempunyai perasaan, pikiran, keinginan dan aspirasi yang sangat besar terhadap segala sesuatu yang ditemuinya. Mereka juga membutuhkan pemenuhan kebutuhan dasar (pangan, sandang, papan), kebutuhan akan rasa aman, kebutuhan untuk mendapatkan pengakuan, dan kebutuhan untuk mengaktualisasi dirinya (menjadi dirinya sendiri sesuai dengan potensinya).

Berdasarkan tahap perkembangan Piaget, peserta didik SMP berada pada tahap periode perkembangan *operasional formal* (umur 11/12-18 tahun). Ciri pokok perkembangan pada tahap ini adalah anak sudah mampu berpikir abstrak dan logis. Model berpikir ilmiah dengan tipe *hipotetico-deductive* dan *inductive* sudah mulai dimiliki anak, dengan kemampuan menarik kesimpulan, menafsirkan dan mengembangkan hipotesis (Budiningasih, 2005). Sebagai upaya memahami mekanisme perkembangan intelektual, Piaget menggambarkan fungsi intelektual kedalam tiga perspektif, yaitu: (1) proses mendasar bagaimana terjadinya perkembangan kognitif (asimilasi, akomodasi, dan equilibrium); (2) cara bagaimana pembentukan pengetahuan; dan (3) tahap-tahap perkembangan intelektual. Perkembangan yang sangat erat kaitannya dengan pembelajaran IPA adalah perkembangan aspek kognitif, psikomotor, dan afektif.

### 1. Perkembangan Aspek Kognitif

Menurut Piaget, periode yang dimulai pada usia 12 tahun, yaitu yang lebih kurang sama dengan usia peserta didik SMP, merupakan '*period of formal operation*'. Pada usia ini, yang berkembang pada peserta didik adalah kemampuan berpikir secara simbolis dan bisa memahami sesuatu secara bermakna (*meaningfully*) tanpa memerlukan objek yang konkret atau bahkan objek yang visual. Peserta didik telah memahami hal-hal yang bersifat imajinatif (Depdiknas, 2006).

Implikasinya dalam pembelajaran IPA bahwa belajar akan bermakna kalau *input* (materi pelajaran) sesuai dengan minat dan bakat peserta didik. Pembelajaran IPA akan berhasil kalau penyusun silabus dan guru mampu menyesuaikan tingkat kesulitan dan variasi *input* dengan harapan serta karakteristik peserta didik sehingga motivasi belajar mereka berada pada tingkat maksimal.

Pada tahap perkembangan ini juga berkembang ketujuh kecerdasan dalam *Multiple Intelligences* yang dikemukakan oleh Gardner (Depdiknas, 2006), yaitu: 1) kecerdasan linguistik (kemampuan berbahasa yang fungsional), 2) kecerdasan logis-matematis (kemampuan berfikir runtut), 3) kecerdasan musikal (kemampuan menangkap dan menciptakan pola nada dan irama), 4) kecerdasan spasial (kemampuan membentuk imaji mental tentang realitas), 5) kecerdasan kinestetik-ragawi (kemampuan menghasilkan gerakan motorik yang halus), 6) kecerdasan intra-pribadi (kemampuan untuk mengenal diri sendiri dan mengembangkan rasa jati diri), kecerdasan antarpribadi (kemampuan memahami orang lain). Di antara ketujuh macam kecerdasan ini sesuai dengan karakteristik keilmuan IPA akan dapat berkembang pesat dan bila dapat dimanfaatkan oleh guru IPA untuk berlatih mengeksplorasi gejala alam, baik gejala kebendaan maupun gejala kejadian/peristiwa guna membangun konsep IPA.

## **2. Perkembangan Aspek Psikomotor**

Aspek psikomotor merupakan salah satu aspek yang penting untuk diketahui oleh guru. Perkembangan aspek psikomotor juga melalui beberapa tahap. Tahap-tahap tersebut antara lain:

- a. Tahap kognitif: tahap ini ditandai dengan adanya gerakan-gerakan yang kaku dan lambat. Ini terjadi karena peserta didik masih dalam taraf belajar untuk mengendalikan gerakan-gerakannya. Dia harus berpikir sebelum melakukan suatu gerakan.
- b. Tahap asosiatif: pada tahap ini, seorang peserta didik membutuhkan waktu yang lebih pendek untuk memikirkan tentang gerakan-gerakannya. Peserta didik mulai dapat mengasosiasikan gerakan yang sedang dipelajarinya dengan gerakan yang sudah dikenal. Tahap ini masih dalam tahap pertengahan dalam perkembangan psikomotor.
- c. Tahap otonomi: pada tahap ini, seorang peserta didik telah mencapai tingkat autonomi yang tinggi. Proses belajarnya sudah hampir lengkap meskipun dia tetap dapat memperbaiki gerakan-gerakan yang dipelajarinya. Tahap ini disebut tahap autonomi karena peserta didik sudah tidak memerlukan kehadiran instruktur untuk melakukan gerakan-gerakan.

### 3. Perkembangan Aspek Afektif

Keberhasilan proses pembelajaran IPA juga ditentukan oleh pemahaman tentang perkembangan aspek afektif peserta didik. Ranah afektif tersebut mencakup emosi atau perasaan yang dimiliki oleh setiap peserta didik. Pemahaman terhadap apa yang dirasakan dan direspon, dan apa yang diyakini dan diapresiasi merupakan suatu hal yang sangat penting dalam teori pemerolehan bahasa kedua atau bahasa asing. Faktor pribadi yang lebih spesifik dalam tingkah laku peserta didik yang sangat penting dalam penguasaan berbagai materi pembelajaran, yang meliputi hal-hal berikut (Depdiknas, 2006).

- a. *Self-esteem*, yaitu penghargaan yang diberikan seseorang kepada dirinya sendiri.
- b. *Inhibition*, yaitu sikap mempertahankan diri atau melindungi ego.
- c. *Anxiety* (kecemasan), yang meliputi rasa frustrasi, khawatir, tegang, dan sebagainya.
- d. Motivasi, yaitu dorongan untuk melakukan suatu kegiatan.
- e. *Risk-taking*, yaitu keberanian mengambil risiko.
- f. Empati, yaitu sifat yang berkaitan dengan pelibatan diri individu pada perasaan orang lain.

Secara umum, semakin tinggi tahap perkembangan kognitif seseorang akan semakin teratur dan semakin abstrak cara berfikirnya. Guru harus memahami tahap-tahap perkembangan kognitif, psikomotorik, dan afektif peserta didiknya, agar ketika mendesain dan melaksanakan proses pembelajaran sesuai dengan tahap perkembangan yang telah dijelaskan diatas. Dengan demikian, pembelajaran IPA di SMP menjadi proses pembelajaran yang bermakna (*meaningfully*).

## B. Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Laboratorium IPA SMP/MTS

Pembelajaran IPA di SMP/MTs tidak lepas dari penyediaan dan pengelolaan laboratorium IPA. Laboratorium adalah tempat untuk mengaplikasikan teori keilmuan, pengujian teoritis, pembuktian uji coba, penelitian, dan sebagainya dengan menggunakan alat bantu yang menjadi kelengkapan dari fasilitas dengan kuantitas dan kualitas yang memadai (Depdiknas, 2008). Laboratorium IPA SMP merupakan tempat peserta didik melakukan kegiatan penyelidikan yang dapat menghasilkan pengalaman belajar dimana peserta didik berinteraksi dengan berbagai alat dan bahan untuk mengobservasi gejala-gejala yang dapat diamati secara langsung dan membuktikan sendiri sesuatu yang dipelajari.

Pada pelaksanaannya, kegiatan di laboratorium IPA sering melibatkan bahan, peralatan dan instrumentasi khusus yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan bila dilakukan dengan cara yang tidak tepat. Kecelakaan itu dapat juga terjadi karena kelalaian atau kecerobohan kerja yang dapat membuat guru atau peserta didik cedera. Kecelakaan di laboratorium dapat juga terjadi karena kurangnya pengetahuan dan pemahaman mengenai bahan, proses-proses dan perlengkapan atau peralatan yang tidak jelas serta kurangnya bimbingan terhadap peserta didik yang sedang bekerja di laboratorium. Selain itu tidak tersedianya perlengkapan keamanan dan pelindung untuk kegiatan, tidak mengikuti petunjuk atau aturan yang seharusnya ditaati, tidak menggunakan perlengkapan pelindung atau menggunakan peralatan/ bahan tidak sesuai dan tidak berhati-hati dalam kegiatan dapat pula menjadi sumber kecelakaan.

Kurikulum 2013 mensyaratkan beberapa kompetensi dasar dapat dicapai dengan melaksanakan beberapa kegiatan di laboratorium yang mungkin mengandung resiko kecelakaan apabila tidak dilaksanakan dengan hati-hati. Sebagai contoh, pada percobaan untuk menguji perubahan sifat kimia, praktikum pengujian bahan makanan dan praktikum untuk menguji fotosintesis. Pada praktikum tersebut menggunakan api sebagai salah satu bahan yang harus digunakan peserta didik, apabila tidak hati-hati potensi terjadinya kebakaran cukup besar. Demikian pula praktikum yang menggunakan alat-alat gelas yang rentan pecah, maka pecahan gelas tersebut dapat melukai peserta didik yang tidak hati-hati. Penggunaan bahan-bahan kimia misalnya alkohol yang digunakan untuk melarutkan klorofil pada daun pada praktikum fotosintesis dan penggunaan kloroform dalam praktikum pembedahan juga harus hati-hati. Misalnya alkohol tidak boleh dipanaskan langsung di api karena dapat meledak sehingga dalam pelaksanaannya alkohol direbus dengan cara direbus dengan pemanas air.

### **Alat dan bahan laboratorium**

Laboratorium IPA pada umumnya memiliki alat dan bahan khusus. Sebagai contoh, alat yang terkait dengan fisika antara lain galvanometer, multimeter, voltmeter dan bahan-bahan seperti kabel-kabel dan sebagainya. Bahan-bahan kimia seperti asam pekat dan encer, buret, pipet-pipet, alat titrasi dan sebagainya, biasanya juga terdapat dalam laboratorium IPA. Selain itu, ada pula mikroskop, spesimen-spesimen yang dikumpulkan dari tumbuhan dan hewan, dan sebagainya.

Alat dan bahan yang digunakan dalam kegiatan di laboratorium IPA memerlukan perlakuan khusus sesuai sifat dan karakteristik masing-masing. Perlakuan yang salah dalam membawa, menggunakan dan menyimpan alat dan bahan di laboratorium IPA dapat menyebabkan kerusakan alat dan bahan, terjadinya kecelakaan kerja serta dapat menimbulkan penyakit.

Peralatan laboratorium sebaiknya dikelompokkan berdasarkan penggunaannya. Setelah selesai digunakan harus segera dibersihkan kembali dan disusun seperti semula. Semua alat-alat ini sebaiknya diberi penutup (*cover*), misal plastik transparan, terutama terutama alat-alat yang memang memerlukannya. Alat-alat yang tidak berpenutup akan cepat berdebu, kotor dan akhirnya dapat merusak alat yang bersangkutan.

1. Untuk alat-alat gelas (*glassware*) Alat-alat gelas harus dalam keadaan bersih, apalagi peralatan gelas yang sering dipakai. Untuk alat-alat gelas yang memerlukan sterilisasi, sebaiknya disterilisasi sebelum dipakai. Semua alat-alat gelas ini seharusnya ditempatkan pada lemari khusus.
2. Untuk bahan-bahan kimia Untuk bahan-bahan kimia yang bersifat asam dan alkalis, sebaiknya ditempatkan pada kamar/ruang khusus (untuk mengeluarkan gas-gas yang mungkin timbul). Demikian juga untuk bahan-bahan yang mudah menguap. Ruang khusus tersebut perlu dilengkapi pendingin udara atau kipas angin, agar udara/uap yang ada dapat terpompa keluar. Bahan kimia yang ditempatkan dalam botol berwarna coklat atau gelap tidak boleh langsung terkena sinar matahari, sebaiknya ditempatkan pada lemari khusus.
3. Alat-alat mikroskop. Alat-alat mikroskop dan alat-alat optik lainnya seharusnya disimpan pada tempat yang kering dan tidak lembab. Kelembaban yang tinggi akan menyebabkan lensa-lensa berjamur, jika jamur ini banyak, maka mikroskop akan rusak dan tidak dapat dipakai sama sekali. Sebagai tindakan pencegahan, mikroskop selalu ditempatkan dalam kotaknya, yang biasanya dilengkapi dengan silica-gel dan sebelum disimpan dicek kembali kebersihannya. Mikroskop ini seharusnya ditempatkan di dalam lemari-lemari khusus yang dikendalikan kelembabannya. Untuk lemari biasanya diberi lampu pijar 10-15 watt, agar ruang ini tetap selalu panas atau kering dan akan mengurangi kelembaban udara. Alat optik lainnya seperti lensa pembesar (*loupe*), alat kamera optik, kamera digital, microphoto-camera, juga ditempatkan pada lemari khusus yang tidak lembab.
4. Jika laboratorium mempunyai neraca, sebaiknya dirawat secara khusus. Alat ini merupakan alat yang mahal, dan umurnya bergantung pada cara menggunakannya dan bagaimana memeliharanya. Diusahakan agar neraca itu mendapat tempat yang baik. Neraca itu harus berdiri di atas sebuah meja yang tahan getaran dan letaknya jangandekat jendela atau pintu yang sering dibuka. Setiap tahun neraca hendaknya ditera, untuk dapat mempertahankan ketelitiannya. Setelah menimbang sesuatu, piring penimbang hendaknya dibersihkan. Jika ada zat yang tertumpah ketika sedang menimbang, segera piring neraca dicuci dengan

air, lalu dikeringkan. Ketika menimbang harus diusahakan agar daya beban yang telah ditentukan tidak dilampaui. Juga harus dijaga agar jumlah batu timbang tetap lengkap.

Penyimpanan bahan kimia perlu memperhatikan hal-hal berikut, untuk mencegah terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan.

1. Semua peralatan yang berisi bahan kimia harus diberi label yang menyatakan nama bahan itu.
2. Botol-botol yang berisi bahan kimia disimpan pada rak atau lemari yang disediakan khusus.
3. Jangan menggunakan tutup dari kaca untuk botol yang berisi bahan yang bersifat basa, karena lama kelamaan tutup itu akan melekat pada botol dan susah dibuka.
4. Bahan kimia yang dapat bereaksi hebat hendaknya jangan disimpan berdekatan.
5. Bahan-bahan kimia yang beracun dan berbahaya hendaknya dibeli dalam jumlah kecil dan tanggal pembeliannya dicatat.

Pada saat menggunakan bahan-bahan kimia, perlu memperhatikan hal-hal berikut.

1. Tabung reaksi yang berisi zat kimia tidak boleh diarahkan ke wajah sendiri atau orang lain.
2. Senyawa kimia tidak boleh dibau secara langsung.
3. Senyawa/zat kimia tertentu (asam kuat dan basa kuat) tidak boleh dicampur karena akan terjadi reaksi yang hebat, kecuali sudah diketahui pasti tidak menimbulkan bahaya.
4. Penggunaan pelindung wajah sangat diperlukan jika menangani zat-zat/ senyawa-senyawa kimia yang berbahaya
5. Tidak diperbolehkan mengembalikan zat/senyawa kimia yang terlanjur tertuang untuk dikembalikan ke botol asalnya.

Salah satu hal yang sangat penting dalam kegiatan di laboratorium adalah pemahaman terhadap beberapa simbol yang sering dijumpai pada bahan kimia. Beberapa simbol yang sering dijumpai adalah berikut ini.

### ***Harmful***



Bahan kimia dapat menyebabkan iritasi, luka bakar pada kulit, berlendir, mengganggu sistem pernafasan bila kontak dengan kulit, dihirup atau ditelan.

### ***Toxic***



Bahan kimia bersifat racun, dapat menyebabkan kematian atau sakit yang serius bila masuk ke dalam tubuh melalui pernafasan, menghirup uap, bau atau debu, atau penyerapan melalui kulit.

### ***Corrosive***



Bahan kimia bersifat korosif, dapat merusak jaringan hidup, menyebabkan iritasi pada kulit, gatal-gatal bahkan dapat menyebabkan kulit mengelupas.

### ***Flammable***



Bahan kimia memiliki titik nyala rendah dan mudah menyala/terbakar dengan api bunsen, permukaan metal panas atau loncatan bunga api.

### ***Explosive***



Bahan kimia bersifat dapat meledak dengan adanya panas, percikan bunga api, guncangan atau gesekan.

### ***Oxidising***



Bahan kimia bersifat pengoksidasi, dapat menyebabkan kebakaran dengan menghasilkan panas saat kontak dengan bahan organik, bahan pereduksi, dll.

### ***Nature polluting***



Bahan kimia bersifat berbahaya bagi satu atau beberapa komponen dalam lingkungan kehidupan.

Kemasan bahan kimia dapat mengandung satu bahkan lebih simbol bahaya. Namun demikian, kemasan tanpa simbol bahaya bukanlah berarti bahwa bahan kimia tersebut aman dan bebas bahaya, untuk itu diperlukan kehati-hatian dalam penanganan bahan kimia.

## Tindakan preventif

Keselamatan kerja di laboratorium merupakan kewajiban bagi setiap individu yang sadar akan kepentingan kesehatan, keamanan dan kenyamanan kerja. Keselamatan kerja di laboratorium IPA SMP menjadi tanggung jawab guru sebagai pengelola laboratorium IPA. Tanggung jawab tersebut diwujudkan dalam bentuk upaya-upaya preventif untuk mencegah terjadinya kecelakaan di laboratorium. Upaya-upaya preventif tersebut dapat antara lain dengan menyediakan alat pemadam api, alat untuk menghindarkan terjadinya kebocoran gas, dan kotak Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K).

Salah satu tindakan preventif untuk mencegah kecelakaan dan menjaga kelancaran serta keselamatan bekerja atau melakukan praktikum di dalam laboratorium, sebaiknya pada setiap laboratorium diberikan tata tertib. Tata tertib dapat ditempel di dinding dan di setiap yepat praktikum seperti meja praktikum atau lemari alat/bahan. Berikut ini beberapa contoh tata tertib.

1. Bekerja di laboratorium hendaknya memakai jas laboratorium. Alat dan bahan di dalam laboratorium tidak diperkenankan diambil keluar tanpa seizin guru.
2. Alat dan bahan harus digunakan sesuai dengan petunjuk praktikum yang diberikan.
3. Jika tidak mengerti atau ragu-ragu dalam melakukan percobaan, peserta didik bertanya kepada guru.
4. Jika ada alat yang rusak atau pecah, segera dilaporkan kepada guru.
5. Jika terjadi kecelakaan, sekalipun kecil, seperti kena kaca, terbakar, atau terkena bahan kimia, segera dilaporkan ke guru.
6. Label bahan yang hilang atau rusak segera dilaporkan kepada guru, agar dapat segera diganti.
7. Tidak diperkenankan makan dan minum di dalam laboratorium.
8. Setelah selesai percobaan, alat dan sisa bahan hendaknya dikembalikan ke tempat semula dalam keadaan bersih.
9. Sampah dibuang pada tempatnya.
10. Sebelum meninggalkan laboratorium, meja praktikum harus dalam keadaan bersih, kran air dan gas ditutup, dan kontak listrik dicabut.

Tindakan preventif yang lain, juga dapat dilakukan dengan hal-hal berikut.

1. Membuat desain dan penataan ruangan yang memenuhi persyaratan keamanan.
2. Mengetahui lokasi dan perlengkapan darurat.
3. Menggunakan perlengkapan keselamatan pada saat bekerja.
4. Memahami sifat bahan dan memahami kemungkinan bahaya yang terjadi.

5. Memberikan tanda peringatan pada bahan atau alat yang berbahaya.
6. Membuat aturan agar setiap pengguna bekerja dengan prosedur yang benar.
7. Membuang sisa kegiatan praktikum di tempat yang telah disediakan dan dengan prosedur yang benar.
8. Menjaga kebersihan dan kerapian laboratorium.

Guru wajib selalu mengingatkan peserta didik untuk selalu berhati-hati dalam bekerja. Peserta didik diberi pengetahuan tentang simbol-simbol tanda bahaya berikut artinya. Peserta didik juga diberi pengetahuan akan bahan-bahan kimia berbahaya. Peserta didik setingkat SMP sebaiknya tidak dibiarkan melakukan praktikum tanpa pengawasan. Guru juga harus menerapkan tata tertib yang ketat ketika mengajak peserta didik bekerja di laboratorium.

Peserta didik yang cenderung tidak fokus sebaiknya segera diperingatkan ketika bekerja di laboratorium, Peserta didik sudah seharusnya dilatih untuk bertanggung jawab atas semua alat dan bahan yang digunakan dan dibiasakan untuk selalu menjaga kebersihan laboratorium. Sisa-sisa bahan praktikum yang dapat membusuk dan menimbulkan bau tidak sedap harus dibuang diluar laboratorium. Peserta didik juga dibiasakan untuk menjaga kebersihan bak pencucian dan tidak menjadikannya sebagai tempat sampah. Selain itu peserta didik sebaiknya juga dibiasakan untuk mematikan kran air dan seluruh sumber listrik yang tidak terpakai ketika meninggalkan laboratorium.

### **Tindakan kuratif**

Tindakan kuratif merupakan tindakan pertolongan pertama terhadap kecelakaan yang terjadi untuk menghindari bahaya lebih lanjut. Prosedur penanganan kecelakaan tergantung pada jenis kecelakaannya. Di dalam laboratorium harus tersedia kotak P3K (Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan) yang berisi obat-obatan dan alat-alat yang diperlukan dalam tindakan kuratif. Kotak P3K biasanya berisi peralatan seperti gunting kecil, gunting besar dan pinset, perban, plester, kapas, kasa steril dan sapu tangan putih. Selain peralatan, kotak P3K biasanya berisi obat-obatan dan bahan berikut.

- a. Obat merah (mercurochrom), anti infeksi untuk luka baru.
- b. Alkohol 70% untuk membersihkan luka-luka kecil.
- c. *Boor water*, untuk membersihkan percikan yang mengenai mata.
- d. Obat pengurang rasa sakit dan pusing.
- e. Obat tetes mata untuk menghilangkan atau mencegah iritasi jaringan mata.

- f. Salep untuk luka bakar.
- g. Obat gosok untuk gigitan serangga dan salah urat.
- h. Kain Kasa yang mengandung salep antibiotik.
- i. Kompres luka.

Apabila terjadi kecelakaan karena terkena bahan kimia, maka tindakan yang harus segera dilakukan adalah berikut ini.

1. Jangan panik.
2. Bersihkan bagian yang mengalami kontak langsung tersebut (cuci bagian yang mengalami kontak langsung tersebut dengan air apabila memungkinkan).
3. Bila kulit terkena bahan kimia, janganlah digaruk agar tidak tersebar.
4. Bawa ke tempat yang cukup oksigen.
5. Hubungi atau bawa ke paramedik secepatnya (dokter, rumah sakit).

Jika terjadi kebakaran maka yang sebaiknya dilakukan adalah berikut ini.

1. Jangan panik.
2. semprotkan gas pemadam api apabila api masih mungkin dipadamkan.
3. Hindari menghirup asap secara langsung.
4. Hubungi pemadam kebakaran.

## C. Standar Kompetensi Lulusan, Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar IPA Kelas VIII SMP/MTs

### 1. Standar kompetensi lulusan SMP/MTs

Lulusan SMP/MTs memiliki sikap, pengetahuan, dan keterampilan sebagai berikut.

Dimensi	Kualifikasi Kemampuan
Sikap	Memiliki perilaku yang mencerminkan sikap orang beriman, berakhlak mulia, berilmu, percaya diri, dan bertanggung jawab dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam dalam jangkauan pergaulan dan keberadaannya.

Pengetahuan	Memiliki pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, dan budaya dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian yang tampak mata.
Keterampilan	Memiliki kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain sejenis.

## 2. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar IPA Kelas VIII SMP/MTs

Berikut ini disajikan KD-KD lengkap dari KI-1, KI-2, KI-3 dan KI-4. Pada setiap bab dalam **bagian khusus**, hanya **diberikan KD-KD dari KI-3 dan KI-4** untuk *direct teaching*. Pada proses pembelajaran, guru tetap diminta melakukan proses pembelajaran *indirect teaching* untuk pencapaian KI-1 dan KI-2.

Kompetensi Inti	Kompetensi Dasar
1. Menghargai dan menghayati ajaran agama yang dianutnya	1.1 Mengagumi keteraturan dan kompleksitas ciptaan Tuhan tentang aspek fisik dan kimiawi, kehidupan dalam ekosistem, dan peranan manusia dalam lingkungan serta mewujudkannya dalam pengamalan ajaran agama yang dianutnya
2. Menghargai dan menghayati perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (toleransi, gotong royong), santun, percaya diri, dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam dalam jangkauan pergaulan dan keberadaannya	2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari 2.2 Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan. 2.3 Menunjukkan perilaku bijaksana dan bertanggung jawab dalam aktivitas sehari-hari 2.4 Menunjukkan penghargaan kepada orang lain dalam aktivitas sehari-hari

<p>3. Memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan,</p>	<p>3.1 Memahami gerak lurus, dan pengaruh gaya terhadap gerak berdasarkan Hukum Newton, serta penerapannya pada gerak makhluk hidup dan gerak benda dalam kehidupan sehari-hari</p> <p>3.2 Menjelaskan keterkaitan struktur jaringan tumbuhan dan fungsinya, serta berbagai pemanfaatannya dalam teknologi yang terilhami oleh struktur tersebut</p>
--	--

<p>teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata</p>	<p>3.3 Mendeskripsikan keterkaitan sifat bahan dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari, serta pengaruh pemanfaatan bahan tertentu terhadap kesehatan manusia</p> <p>3.7 Mendeskripsikan zat aditif (alami dan buatan) dalam makanan dan minuman (segar dan dalam kemasan), dan zat adiktif-psikotropika serta pengaruhnya terhadap kesehatan</p> <p>3.8 Memahami tekanan pada zat cair dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari untuk menjelaskan tekanan darah, difusi pada peristiwa respirasi, dan tekanan osmosis</p> <p>3.9 Menjelaskan struktur dan fungsi sistem ekskresi pada manusia dan penerapannya dalam menjaga kesehatan diri</p> <p>3.10 Memahami konsep getaran, gelombang, bunyi, dan pendengaran, serta penerapannya dalam sistem sonar pada hewan dan dalam kehidupan sehari-hari</p> <p>3.11. Mendeskripsikan sifat-sifat cahaya, pembentukan bayangan, serta aplikasinya untuk menjelaskan penglihatan manusia, proses pembentukan bayangan pada mata serangga, dan prinsip kerja alat optik</p> <p>3.12 Mendeskripsikan struktur bumi untuk menjelaskan fenomena gempa bumi dan gunung api, serta tindakan yang diperlukan untuk mengurangi resiko bencana</p> <p>3.13 Mendeskripsikan karakteristik matahari, bumi, bulan, planet, benda angkasa lainnya dalam ukuran, struktur, gaya gravitasi, orbit, dan gerakannya, serta pengaruh radiasi matahari terhadap kehidupan di bumi</p>
--	--

	3.14 Mendeskripsikan gerakan bumi dan bulan terhadap matahari serta menjelaskan perubahan siang dan malam, peristiwa gerhana matahari dan gerhana bulan, perubahan musim serta dampaknya bagi kehidupan di bumi
4. Mengolah, menyaji, dan menalar dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori	<p>3.1 Melakukan penyelidikan tentang gerak, gerak pada makhluk hidup, dan percobaan tentang pengaruh gaya terhadap gerak</p> <p>3.2 Melakukan pengamatan terhadap struktur jaringan tumbuhan, serta menghasilkan ide teknologi sederhana yang terilhami oleh struktur tersebut (misalnya desain bangunan)</p> <p>3.3 Melakukan penyelidikan tentang sifat-sifat bahan dan mengusulkan ide-ide pemanfaatan bahan berdasarkan sifatnya dalam kehidupan sehari-hari</p> <p>3.4 Menyajikan tulisan tentang upaya menjaga kesehatan rangka manusia dikaitkan dengan zat gizi makanan dan perilaku sehari-hari</p> <p>3.5 Melakukan penyelidikan tentang keuntungan mekanik pada pesawat sederhana</p> <p>3.6 Melakukan penyelidikan tentang pencernaan mekanis dan enzimatik pada makanan</p> <p>3.7 Menyajikan data, informasi, dan mengusulkan ide pemecahan masalah untuk menghindari terjadinya penyalahgunaan zat aditif dalam makanan dan minuman serta zat adiktif-psikotropika</p> <p>3.8 Melakukan percobaan untuk menyelidiki tekanan cairan pada kedalaman tertentu, gaya apung, kapilaritas (menyelidiki transport cairan dalam batang tumbuhan) dan tekanan cairan pada ruang tertutup</p>

	<p>3.9 Membuat peta pikiran (<i>mapping mind</i>) tentang struktur dan fungsi sistem ekskresi pada manusia dan penerapannya dalam menjaga kesehatan diri</p> <p>3.10 Melakukan pengamatan atau percobaan tentang getaran, gelombang, dan bunyi</p> <p>3.11 Membuat laporan hasil penyelidikan tentang pembentukan bayangan pada cermin, lensa, dan alat optik</p> <p>3.12 Menyajikan laporan hasil pengamatan atau penelusuran informasi tentang karakteristik komponen tata surya</p>
--	--

## D. Pemetaan Kompetensi Dasar dan Materi Kelas VIII SMP/MTS

BAB	JUDUL BAB	KOMPETENSI DASAR
I	<b>Gerak pada Makhluk Hidup Dan Benda</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.1 Memahami gerak lurus, dan pengaruh gaya terhadap gerak berdasarkan Hukum Newton, serta penerapannya pada gerak makhluk hidup dan gerak benda dalam kehidupan sehari-hari.</li> <li>• 4.1 Melakukan penyelidikan tentang gerak, gerak pada makhluk hidup, dan percobaan tentang pengaruh gaya terhadap gerak.</li> </ul>
II	<b>Rangka, Otot dan Prinsip Pesawat Sederhana</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.4 Mendeskripsikan struktur rangka dan otot manusia, serta fungsinya pada berbagai kondisi</li> <li>• 4.4 Menyajikan tulisan tentang upaya menjaga kesehatan rangka manusia dikaitkan dengan zat gizi makanan dan perilaku sehari-hari</li> <li>• 3.5 Mendeskripsikan kegunaan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari dan hubungannya dengan kerja otot pada struktur rangka manusia.</li> <li>• 4.5 Melakukan penyelidikan tentang keuntungan mekanik pada pesawat sederhana</li> </ul>
III	<b>Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan serta Pemanfaatannya dalam Teknologi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.2. Menjelaskan keterkaitan struktur jaringan tumbuhan dan fungsinya, serta berbagai pemanfaatannya dalam teknologi yang terilhami oleh struktur tersebut,</li> <li>• 4.2 Melakukan pengamatan terhadap struktur jaringan tumbuhan, serta menghasilkan ide teknologi sederhana yang terilhami oleh struktur tersebut (misalnya desain bangunan)</li> </ul>

MATERI BIOLOGI	MATERI KIMIA	MATERI FISIKA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerak pada tumbuhan</li> <li>• Gerak pada hewan di darat, udara, dan air</li> <li>• Pengaruh rangsang terhadap gerak tumbuhan.</li> <li>• Pengaruh gravitasi terhadap gerak tumbuhan.</li> <li>• Pengaruh struktur rangka terhadap kecepatan gerak hewan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kemotropi</li> <li>• Kemotaksis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerak pada benda</li> <li>• Gerak lurus</li> <li>• Kecepatan</li> <li>• Percepatan</li> <li>• Gaya</li> <li>• Hukum I Newton</li> <li>• Hukum II Newton</li> <li>• Hukum III Newton</li> <li>• Gerak pada makhluk hidup dijelaskan dengan hukum Newton</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur dan fungsi rangka dan otot manusia</li> <li>• Macam tulang yang berperan saat tubuh melakukan gerakan untuk suatu aktifitas.</li> <li>• Jenis-jenis otot pada manusia.</li> <li>• Macam otot rangka yang berperan saat tubuh melakukan gerakan untuk suatu aktifitas.</li> <li>• Tipe persendian pada manusia.</li> <li>• Kelainan pada sistem gerak manusia.</li> <li>• Upaya menjaga kesehatan rangka manusia terkait dengan pola hidup dan zat gizi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahan-bahan kimia penyusun otot dan rangka manusia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jenis pesawat dan prinsip pesawat sederhana (tuas, bidang miring, katrol)</li> <li>• Jenis dan prinsip kerja pesawat sederhana seperti pada tulang dan otot saat tubuh melakukan aktifitas.</li> <li>• Aplikasi prinsip gerak makhluk hidup pada pesawat sederhana.</li> <li>• Penyelidikan untuk mengetahui keuntungan mekanik pesawat sederhana (misalnya: pengungkit).</li> <li>• Pencarian informasi berbagai pesawat sederhana dari berbagai sumber</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur dan fungsi jaringan tumbuhan (pada organ akar, batang, dan daun).</li> <li>• Akar termodifikasi</li> <li>• Batang termodifikasi</li> <li>• Ide teknologi sederhana yang meniru struktur tumbuhan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemanfaatan bahan kimia untuk uji fotosintesis</li> <li>• Reaksi kimia proses fotosintesis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teknologi sederhana berdasar pengamatan struktur jaringan tumbuhan</li> </ul>

BAB	JUDUL BAB	KOMPETENSI DASAR
IV	<b>Sifat Bahan dan Pemanfaatannya dalam Kehidupan Sehari-hari</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.3 Mendeskripsikan keterkaitan sifat bahan dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari, serta pengaruh pemanfaatan bahan tertentu terhadap kesehatan manusia</li> <li>• 4.3 Melakukan penyelidikan tentang sifat-sifat bahan dan mengusulkan ide-ide pemanfaatan bahan berdasarkan sifatnya dalam kehidupan sehari-hari.</li> </ul>
V	<b>Sistem Pencernaan Makanan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.6 Mendeskripsikan sistem pencernaan serta keterkaitannya dengan sistem pernapasan, sistem peredaran darah, dan penggunaan energi makanan</li> <li>• 4.6 Melakukan penyelidikan tentang pencernaan mekanis dan enzimatik pada makanan</li> </ul>
VI	<b>Zat Aditif dan Adiktif-Psikotropika</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.7 Mendeskripsikan zat aditif (alami dan buatan) dalam makanan dan minuman (segar dan dalam kemasan), dan zat adiktif-psikotropika serta pengaruhnya terhadap kesehatan</li> <li>• 4.7 Menyajikan data, informasi, dan mengusulkan ide pemecahan masalah untuk menghindari terjadinya penyalahgunaan zat aditif dalam makanan dan minuman serta zat adiktif-psikotropika</li> </ul>

MATERI BIOLOGI	MATERI KIMIA	MATERI FISIKA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sifat bahan yang berasal dari alam dari tumbuhan dan hewan maupun non mahluk hidup seperti logam, batuan, dan lain-lain), pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari serta pengaruhnya terhadap kesehatan.</li> <li>• Penyelidikan tentang sifat bahan dari alam, serta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sifat bahan sintetis dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari serta pengaruhnya terhadap kesehatan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sifat fisik bahan alam dan sintetis, dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari serta pengaruhnya terhadap kesehatan.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kandungan zat gizi dalam suatu bahan makanan.</li> <li>• Sistem pencernaan pada manusia</li> <li>• Organ, saluran dan kelenjar pencernaan pada manusia beserta fungsinya</li> <li>• Percobaan pencernaan mekanis dan enzimatis bahan-bahan makanan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahan-bahan mineral yang diperlukan tubuh</li> <li>• Pencernaan kimiawi</li> <li>• Uji kandungan nutrisi pada bahan makanan</li> <li>• Uji penetralan asam oleh berbagai macam obat maag (antasida)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percobaan proses absorpsi (analogi penyerapan pada usus halus).</li> <li>• Peristiwa fisika pada sistem pencernaan</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zat adiktif yang terkandung di dalam makanan dan minuman dalam kehidupan sehari-hari.</li> <li>• Zat adiktif psikotropik dan pengaruhnya terhadap kesehatan</li> <li>• Pengawetan secara biologi</li> <li>• Dampak penggunaan zat aditif pada makanan bagi kesehatan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kandungan zat aditif dan zat adiktif pada berbagai makanan.</li> <li>• Pengawetan secara kimiawi</li> <li>• Upaya pemecahan masalah terhadap upaya pencegahan penyalahgunaan zat aditif, adiktif-psikotropika.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengawetan bahan makanan secara fisika</li> </ul>

BAB	JUDUL BAB	KOMPETENSI DASAR
VII	<b>Sistem Tranpor-tasi Dan Respi-rasi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.8 Memahami tekanan pada zat cair dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari untuk menjelaskan tekanan darah, difusi pada peristiwa respirasi, dan tekanan osmosis</li> <li>• 4.8 Melakukan percobaan untuk menyelidiki tekanan cairan pada kedalaman tertentu, gaya apung, kapilaritas (menyelidiki transport cairan dalam batang tumbuhan) dan tekanan cairan pada ruang tertutup</li> </ul>
VIII	<b>Sistem Ekskresi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.9 Menjelaskan struktur dan fungsi sistem ekskresi pada manusia dan penerapannya dalam menjaga kesehatan diri.</li> <li>• 4.9 Membuat peta pikiran (mapping mind) tentang struktur dan fungsi sistem ekskresi pada manusia dan penerapannya dalam menjaga kesehatan diri.</li> </ul>
IX	<b>Indera Pendeng-aran dan Sistem Sonar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.10 Memahami konsep getaran, gelombang, bunyi, dan pendengaran, serta penerapannya dalam sistem sonar pada hewan dan dalam kehidupan sehari-hari</li> <li>• 4.10 Melakukan pengamatan atau percobaan tentang getaran, gelombang, dan bunyi</li> </ul>

	<b>MATERI BIOLOGI</b>	<b>MATERI KIMIA</b>	<b>MATERI FISIKA</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem transportasi makhluk hidup</li> <li>• Organ dan saluran transportasi makhluk hidup</li> <li>• Peredaran darah dan tekanan darah,</li> <li>• Gangguan sistem peredaran darah</li> <li>• Difusi pada peristiwa respirasi,</li> <li>• Percobaan transport cairan dalam tumbuhan.</li> <li>• Tekanan osmosis pada tumbuhan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahan-bahan kimia dalam sistem transportasi</li> <li>• Bahan-bahan kimia dalam sistem respirasi</li> <li>• Konsentrasi cairan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difusi</li> <li>• Tekanan osmosis</li> <li>• Kapilaritas</li> <li>• Tekanan zat cair pada ruang tertutup, pada sistem peredaran darah</li> <li>• Tekanan zat cair pada kedalaman tertentu</li> <li>• Gaya apung</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur dan fungsi organ sistem ekskresi manusia.</li> <li>• Gangguan sistem ekskresi.</li> <li>• Upaya untuk menjaga kesehatan sistem ekskresi pada manusia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahan kimia pada sistem ekskresi pada manusia</li> <li>• Uji urin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tekanan pada zat cair pada sistem ekskresi</li> <li>• Tekanan udara</li> <li>• Osmosis</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indera pendengaran pada manusia</li> <li>• Bagian-bagian telinga sebagai organ pendengaran</li> <li>• Proses mendengar pada manusia</li> </ul>	<p>Kandungan cairan serumen pada telinga</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Getaran (frekuensi, periode, amplitudo)</li> <li>• Gelombang (transversal, longitudinal)</li> <li>• Bunyi (audiosonik, ultrasonik, infrasonik)</li> <li>• Resonansi</li> <li>• Pemanfutan bunyi</li> <li>• Pemanfaatan sistem sonar</li> </ul>

BAB	JUDUL BAB	KOMPETENSI DASAR	
X	<b>Indera Penglihatan dan Alat Optik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.11 Mendeskripsikan sifat-sifat cahaya, pembentukan bayangan, serta aplikasinya untuk menjelaskan penglihatan manusia, proses pembentukan bayangan pada mata serangga, dan prinsip kerja alat optik</li> <li>• 4.11 Membuat laporan hasil penyelidikan tentang pembentukan bayangan pada cermin, lensa, dan alat optik</li> </ul>	
XI	<b>Sistem Tata Surya dan Kehidupan di bumi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.12 Mendeskripsikan struktur bumi untuk menjelaskan fenomena gempa bumi dan gunung api, serta tindakan yang diperlukan untuk mengurangi resiko bencana</li> </ul>	

	<b>MATERI BIOLOGI</b>	<b>MATERI KIMIA</b>	<b>MATERI FISIKA</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem penglihatan manusia</li> <li>• Mata sebagai alat optik</li> <li>• Bagian dan fungsi mata sebagai indera penglihatan</li> <li>• Gangguan indera penglihatan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vitamin yang dibutuhkan untuk kesehatan mata</li> <li>• Mekanisme kerja rhodopsin pada kerja pupil mata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sifat-sifat cahaya</li> <li>• Lensa cembung dan cekung, silinder pada sistem penglihatan manusia</li> <li>• Cermin datar, cekung, cembung</li> <li>• Lensa cembung dan lensa cekung</li> <li>• Alat optik <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaca mata</li> <li>• Mikroskop</li> <li>• Kaca Pembesar (lup)</li> <li>• Teleskop</li> <li>• Kamera</li> </ul> </li> <li>• Percobaan pembentukan bayangan pada cermin, lensa, dan alat optik</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan pada lapisan bumi.</li> <li>• Nilai pergeseran lapisan bumi dalam kehidupan makhluk hidup .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kandungan mineral lapisan bumi</li> <li>• Kandungan mineral pada tanah hasil letusan gunung berapi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur bumi dan antipaksi bencana alam</li> <li>• Sifat fisika lapisan bumi.</li> <li>• Gerakan fisik lapisan bumi</li> <li>• Kekuatan getar pergeseran lapisan bumi.</li> <li>• Teknologi peringatan dini gempa bumi.</li> <li>• Tindakan untuk mengurangi bencana alam</li> <li>• Mitigasi bencana</li> </ul>

BAB	JUDUL BAB	KOMPETENSI DASAR	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.13 Mendeskripsikan karakteristik matahari, bumi, bulan, planet, benda angkasa lainnya dalam ukuran, struktur, gaya gravitasi, orbit, dan gerakannya, serta pengaruh radiasi matahari terhadap kehidupan di bumi.</li> <li>• 3.14 Mendeskripsikan gerakan bumi dan bulan terhadap matahari serta menjelaskan perubahan siang dan malam, peristiwa gerhana matahari dan gerhana bulan, perubahan musim serta dampaknya bagi kehidupan di bumi</li> <li>• 4.12 Menyajikan laporan hasil pengamatan atau penelusuran informasi tentang karakteristik komponen tata surya</li> </ul>	

	MATERI BIOLOGI	MATERI KIMIA	MATERI FISIKA
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Macam Siklus musim semi, musim bunga, musim gugur untuk tanaman tertentu di berbagai belahan bumi</li> <li>• Pengaruh fotoperiodisitas terhadap tumbuhan</li> <li>• Pengaruh radisai Matahari terhadap kehidupan di Bumi</li> <li>• Perubahan musim dan dampaknya bagi kehidupan di Bumi</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tata Surya, susunan tata surya dan ukuran planet</li> <li>• Gerak planet (hukum Kepler)</li> <li>• Gerhana bulan.</li> <li>• Gerhana matahari.</li> <li>• Gerak semu harian matahari</li> </ul>

## E. Alokasi Waktu

Pembagian alokasi waktu pembelajaran IPA mengacu pada Permendikbud Tahun 2013 No. 68 tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum SMP/MTs sebagai berikut.

1. Alokasi waktu matapelajaran IPA sebanyak 5 jam/minggu. Alokasi waktu tersebut dapat dibagi menjadi 3 JP dan 2 JP (JP = jam pelajaran).
2. Beban belajar di kelas 8 dalam satu semester paling sedikit 18 minggu dan paling banyak 20 minggu.
3. Durasi setiap satu JP adalah 40 menit.

Pembagian alokasi waktu berikut juga mempertimbangkan keluasan, kedalaman, serta kekompleksan materi pada setiap topik. Berikut contoh rincian alokasi setiap pokok materi matapelajaran IPA kelas 8.

### Semester I

Bab	Materi Pokok/Topik	Pertemuan
1	Gerak pada Mahluk Hidup Dan Benda	6 kali
2	Rangka, Otot dan Prinsip Pesawat Sederhana	5 kali
3	Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan serta Pemanfaatannya dalam Teknologi	5 kali
4	Sifat Bahan dan Pemanfaatannya dalam Kehidupan Sehari-hari	3 kali
5	Sistem Pencernaan Makanan	5 kali
6	Zat Aditif dan Adiktif-Psikotropika	3 kali
Jumlah pertemuan		27 kali

### Semester II

Bab	Materi Pokok/Topik	Pertemuan
7	Sistem Transportasi Dan Respirasi	5 kali
8	Sistem Ekskresi	5 kali
9	Indera Pendengaran dan Sistem Sonar	6 kali
10	Indera Penglihatan dan Alat Optik	5 kali
11	Sistem Tata Surya dan Kehidupan di bumi	7 kali
Jumlah pertemuan		27 kali

Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa untuk pembelajaran efektif dilakukan sebanyak 27 kali pertemuan di setiap semester. Jika 1 semester = 18 minggu, dalam satu minggu ada 2 tatap muka, maka dalam satu semester terdapat 36 kali kesempatan tatap muka. Dengan demikian, masih ada sisa kesempatan 9 kali tatap muka, yang dapat digunakan untuk ulangan harian, ulangan tengah semester, dan ulangan akhir semester, maupun untuk program pengayaan dan remedial.

# Bab

# I

## Gerak Pada Makhluk Hidup dan Benda

### A. Pengantar

Bab I ini berisi materi **Gerak pada Makhluk Hidup dan Benda**. Pada bab ini terdiri dari 2 bagian yaitu **Gerak pada Makhluk Hidup** dan **Gerak pada Benda**. Pada bagian **Gerak pada Makhluk Hidup** peserta didik mempelajari gerak pada tumbuhan dan gerak pada hewan. Pada bagian **Gerak pada Benda** peserta didik mempelajari gerak lurus beraturan, gaya, dan hukum Newton tentang gerak, serta pada gerak hewan dan manusia yang dijelaskan dengan hukum Newton.

### B. KI dan KD pada Materi Gerak pada Makhluk Hidup dan Benda

Berikut ini adalah KI, KD dan Indikator Pencapaian Kompetensi Bab I tentang Gerak pada Makhluk Hidup dan Benda. KI dan KD diambil dari lampiran Permen Dikbud No 68 tahun 2013 sedangkan indikator yang tercantum pada buku ini dapat dikembangkan lagi oleh guru.

**Tabel 1.1.** KI, KD dan Indikator Pencapaian Kompetensi Bab I tentang Gerak pada Makhluk Hidup dan Benda

<b>Kompetensi Inti</b>	3. Memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata
<b>Kompetensi Dasar</b>	3.1 Memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
3.1.1 Menjelaskan jenis gerak pada tumbuhan berdasarkan penyebabnya. 3.1.2 Menganalisis contoh gerak pada tumbuhan berdasarkan penyebabnya dan jenis rangsang yang diterima atau bagian tumbuhan yang menanggapi rangsang 3.1.3 Menganalisis alat gerak hewan berdasarkan kesesuaian dengan lingkungan hidupnya 3.1.4 Menjelaskan sistem otot hewan yang sesuai dengan pola gerak yang dilakukan 3.1.5 Menghitung kecepatan seorang anak bersepeda dengan menggunakan rumusan gerak lurus beraturan	

3.1.6 Menganalisis peristiwa kelembaman berdasarkan grafik $v - t$ yang disajikan 3.1.7 Menyimpulkan hubungan antara gaya dan massa dengan percepatan benda bergerak 3.1.8 Menyebutkan pasangan gaya aksi dan reaksi 3.1.9 Membandingkan besar gaya aksi reaksi yang terjadi antara burung dengan udara ketika burung sedang terbang 3.1.10 Mengevaluasi penerapan hukum III Newton dalam kehidupan sehari-hari	
<b>Kompetensi Inti</b>	4. Mengolah, menyaji, dan menalar dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori
<b>Kompetensi Dasar</b>	4.1 Melakukan penyelidikan tentang gerak, gerak pada makhluk hidup, dan percobaan tentang pengaruh gaya terhadap gerak.
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
4.1.1 Melakukan penyelidikan pengaruh berbagai rangsang terhadap gerak daun putri malu. 4.1.2 Melakukan pengamatan tentang jenis gerak pada 10 jenis tanaman yang berbeda. 4.1.3. Melakukan percobaan gerak lurus pada benda 4.1.4. Melakukan percobaan tentang pengaruh gaya terhadap gerak. 4.1.5 Menghitung jarak tempuh hewan yang berlari dengan kecepatan dan waktu tertentu 4.1.6 Menghitung berat benda dengan menggunakan persamaan hukum II Newton 4.1.7 Menganalisis penerapan hukum III Newton pada atlet lompat tinggi	

## C. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada bab I ini, peserta didik diharapkan dapat melakukan hal-hal berikut.

1. Menjelaskan gerak tumbuhan dan faktor yang mempengaruhinya
2. Menjelaskan gerak pada hewan berdasarkan fungsi tubuh dan habitatnya
3. Menjelaskan gerak lurus dan pengaruh gaya terhadap benda
4. Menjelaskan penerapan hukum Newton pada gerak hewan dan manusia

## D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab I tentang Gerak pada Makhluk Hidup memerlukan waktu 16 jam atau 7 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 7 TM tersebut adalah sebagai berikut.

**Tabel 1.2.** Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pertemuan ke	Materi	Jam Pelajaran (JP)
1	Gerak Pada Makhluk Hidup <ul style="list-style-type: none"><li>Melakukan percobaan pengaruh rangsang terhadap gerak putri</li></ul>	3 x 40 menit
2	Gerak Pada Makhluk Hidup <ul style="list-style-type: none"><li>Menganalisis gerak hewan berdasarkan struktur tubuh dan massanya</li></ul>	2 x 40 menit
3	Gerak pada Benda <ul style="list-style-type: none"><li>Melakukan percobaan gerak lurus beraturan</li></ul>	3 x 40 menit
4	Gerak pada Benda <ul style="list-style-type: none"><li>Melakukan percobaan kelembaman</li></ul>	2 x 40 menit
5	Gerak pada Benda <ul style="list-style-type: none"><li>Melakukan percobaan hukum II Newton</li></ul>	3 x 40 menit
6	Gerak pada Benda <ul style="list-style-type: none"><li>Mendiskusikan hukum III Newton</li></ul>	2 x 40 menit
7	Tes Tulis	1 x 40 menit

## E. Materi Esensial

1. Gerak tumbuhan berdasarkan penyebabnya dibagi menjadi gerak endonom, gerak higroskopis, dan gerak esionom.
2. Gerak endonom (gerak spontan) adalah gerak tumbuhan yang tidak memerlukan rangsang dari luar atau tidak diketahui penyebabnya. Rangsangan pada gerak endonom diduga berasal dari dalam tumbuhan itu sendiri.
3. Gerak higroskopis adalah gerak bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh perubahan kadar air di dalam sel sehingga terjadi pengerutan yang tidak merata.
4. Gerak esionom adalah gerak tumbuhan yang disebabkan oleh adanya rangsangan dari lingkungan sekitar.
5. Gerak esionom dibagi menjadi gerak tropisme (yang terdiri dari gerak geotropisme, hidrotropisme, tigmotropisme, foto tropisme, dan gerak kemotropisme), gerak taksis (yang terdiri dari gerak kemotaksis dan fototaksis), dan gerak nasti (yang terdiri dari gerak niktinasti, fotonasti, seismonasti, termonasti, dan nasti kompleks).

6. Hewan melakukan gerakan khas sesuai dengan habitat serta adaptasi fisiologi dan morfologinya.
7. Benda dan makhluk hidup yang bergerak mengikuti hukum Newton tentang gerak
8. Hukum I Newton membahas tentang kecenderungan benda untuk mempertahankan keadaan gerak atau diamnya (inersia) atau  $\sum F = 0$
9. Hukum II Newton menjelaskan tentang percepatan gerak sebuah benda berbanding lurus dengan gaya yang diberikan, namun berbanding terbalik dengan massanya atau  $a = \frac{\sum F}{m}$
10. Hukum III Newton menjelaskan tentang gaya aksi reaksi pada dua benda. Ketika benda pertama mengerjakan gaya ( $F_{aksi}$ ) ke benda kedua, maka benda kedua tersebut akan memberikan gaya ( $F_{reaksi}$ ) yang sama besar ke benda pertama namun berlawanan arah atau  $F_{aksi} = -F_{reaksi}$ .

## F. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab I tentang Gerak pada Makhluk Hidup dan Benda, guru dapat menerapkan pembelajaran *Problem Base Learning* (PBL), *Inquiry*, atau *Learning Cycle*, atau model pembelajaran lain, yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

### Materi Bagian I. Gerak pada Makhluk Hidup (2 TM)

#### Pertemuan 1 (3 JP)

##### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi dan motivasi dengan menunjukkan fenomena atau mengajukan pertanyaan yang relevan dengan materi yang akan dipelajari.  
 “Manusia dan hewan memiliki perilaku gerak yang tidak jauh berbeda. Manusia dan hewan sama-sama bisa berjalan dan menunjukkan gerakan-gerakan yang mudah diamati. Namun bagaimana dengan gerak pada tumbuhan? Bagian apa saja dari tumbuhan yang dapat bergerak?”
2. Guru meminta peserta didik mengamati gambar 1.1 (burung terbang), dan meminta siswa menjawab pertanyaan pada kolom Ayo Tebak
3. Guru menyampaikan kepada peserta didik tujuan pembelajaran yang tertera pada bagian ‘Ayo Kita Pelajari?’
4. Guru menyampaikan kepada peserta didik nilai yang diperoleh setelah mempelajari bab I ini yang tertera pada ‘Mengapa Penting?’

## Inti

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan percobaan pengaruh rangsang terhadap gerak putri malu pada kegiatan 'Ayo Kita Coba'

### **Ayo Kita Coba**

#### **PENGARUH RANGSANG TERHADAP GERAK MENUTUP dan MEMBUKANYA DAUN PUTRI MALU**

##### **Apa yang kamu coba?**

Melakukan percobaan pengaruh rangsang terhadap gerak daun putri malu.

##### **Apa yang kamu duga?**

1. Daun putri malu bila disentuh....
2. Daun putri malu bila diberi rangsang suhu dingin....
3. Daun putri malu bila diberi rangsang suhu panas....

##### **Apa yang kamu sediakan?**

1. Tumbuhan putri malu (hidup)
2. Es dibungkus plastik
3. Korek api atau lilin yang dinyalakan
4. *Stopwatch* (alat pengukur waktu)

##### **Apa yang kamu lakukan?**

1. Memberi perlakuan pada putri malu sebagai berikut.
  - a. Menyentuh menggunakan ujung jari tangan pada bagian atas permukaan daun
  - b. Menyentuh menggunakan ujung jari tangan pada tangkai daun.
  - c. Memberi hawa dingin di bagian bawah permukaan daun dengan meletakkan seongkah es batu.
  - d. Memberi hawa panas di bagian bawah permukaan daun dengan menyalakan korek api atau lilin yang menyala. **Berhati-hatilah saat menggunakan korek api.**
2. Mengamati gerak daun dan batang putri malu.
3. Mencatat kecepatan respon tanaman terhadap rangsang menggunakan *stopwatch*.
4. Mengulangi langkah 1-3 sebanyak tiga kali.
5. Merekam data pada tabel berikut.

Tabel 1.1 Pengamatan Tanaman Putri Malu

PERLAKUAN	WAKTU (MENIT)		
	1 menutup	2 menutup	3 menutup
Disentuh pada permukaan daun			
Disentuh pada tangkai daun			

Diberi hawa dingin pada permukaan bawah daun			
Diberi hawa panas pada permukaan bawah daun			

### Apa yang dapat kamu simpulkan?

1. Bagaimana tanggapan tumbuhan ketika diberi rangsang sentuhan pada bagian atas permukaan daun?
  2. Bagaimana tanggapan tumbuhan ketika diberi rangsang sentuhan pada tangkai daun?
  3. Bagaimana tanggapan tumbuhan ketika diberi rangsang panas?
  4. Bagaimana tanggapan tumbuhan ketika diberi rangsang dingin?
  5. Bagian mana dari tumbuhan yang paling sensitif terhadap rangsang sentuhan?
  6. Apakah kecepatan responnya berbeda dengan rangsangan yang berbeda?
2. Setelah melakukan percobaan pengaruh rangsang terhadap gerak putri malu peserta didik secara berkelompok berdiskusi menjawab pertanyaan. Guru menyarankan pada peserta didik untuk mempelajari buku siswa tentang gerak pada makhluk hidup. Untuk menunjukkan ketercapaiannya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik dalam melakukan percobaan dengan cermat, jujur, dan bekerja sama dengan kelompoknya.

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan dari kegiatan pembelajaran hari ini.  
Kesimpulan:
  - a. Gerak tumbuhan berdasarkan penyebabnya dibagi menjadi gerak endonom, gerak higroskopis, dan gerak esionom.
  - b. Gerak endonom (gerak spontan) adalah gerak tumbuhan yang tidak memerlukan rangsang dari luar atau tidak diketahui penyebab luarnya. Rangsangan pada gerak endonom diduga berasal dari dalam tumbuhan itu sendiri.
  - c. Gerak higroskopis adalah gerak bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh perubahan kadar air di dalam sel sehingga terjadi pengerutan yang tidak merata.
  - d. Gerak esionom adalah gerak tumbuhan yang disebabkan oleh adanya rangsangan dari lingkungan sekitar.

- e. Gerak esionom dibedakan menjadi gerak tropisme (yang terdiri dari gerak geotropism, hidrotropisme, tigmotropisme, foto tropisme, dan kemotropisme), gerak taksis (yang terdiri dari gerak kemotaksis dan fototaksis), dan gerak nasti (yang terdiri dari gerak niktinasti, fotonasti, seismonasti, termonasti, dan nasti kompleks).
2. Guru menugaskan peserta didik untuk mengamati gerak tanaman yang ada di sekitar tempat tinggal peserta didik.

 **Ayo Kita Coba**

Amati tanaman yang ada di sekitar kamu. Temukan 10 tanaman yang berbeda, kemudian identifikasi jenis gerakan yang dilakukan tanaman tersebut! Laporkan hasil temuannya ke gurumu!

No	Nama Tanaman	Jenis Gerakan yang dilakukan	Bukti yang Mendukung

**Pertemuan kedua (2JP)**

**Pendahuluan**

1. Guru melakukan apersepsi mengaitkan materi pada pertemuan 1 dengan materi yang akan dipelajari. “Coba kamu perhatikan gerak hewan darat dan gerak hewan yang hidup di air! Mengapa berbeda?”
2. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa ada 2 kegiatan yang dilakukan yaitu “Bagaimana burung dapat terbang bebas di udara?” pada kegiatan ‘Ayo Kita Selesaikan’ dan ‘Ayo Kita Pahami’.

**Inti**

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan diskusi tentang gerak hewan pada kolom “Ayo Kita Selesaikan”.

## Ayo Kita Selesaikan

Amati tabel di bawah ini!

**Tabel Massa dan Kecepatan Gerak Beberapa Hewan Darat**

	Nama Hewan	Kecepatan gerak (km/jam)
	Gajah	25
	Kerbau	50
	Kuda	76
	Kijang	97
	Macan/ <i>Cheetah</i>	112

1. Berdasarkan data di atas, hewan manakah yang mempunyai kecepatan gerak paling besar?
2. Mengapa hewan-hewan tersebut memiliki kecepatan gerak yang berbeda-beda? Coba analisislah!
3. Kesimpulan apa yang dapat kamu ambil dari analisis data di atas?

### **Alternatif jawaban "Ayo Kita Selesaikan"**

1. Macan/ cheetah
2. Gajah dan kerbau memiliki massa tubuh yang sangat besar, akibatnya untuk bergerak gajah dan kerbau harus melawan inersia yang nilainya juga sangat besar. Lain halnya dengan kuda, cheetah, dan kijang, ketiga hewan tersebut memiliki struktur rangka dan otot yang sangat kuat, namun kijang dan cheetah yang memiliki bentuk kaki yang lebih ramping sehingga kijang dan cheetah mampu menyimpan elastisitas yang tinggi. Hal tersebut mengakibatkan pada saat berlari kijang dan cheetah lebih banyak melompat ke udara dan meluncur di udara. Gaya gesek udara yang jauh lebih kecil daripada gaya gesek permukaan tanah membuat kijang dapat berlari kecepatan yang lebih tinggi daripada kuda.
3. Setiap hewan melakukan jenis gerak yang berbeda-beda tergantung bentuk tubuh dan habitatnya.

2. Guru membimbing peserta didik melakukan kegiatan diskusi untuk menjawab pertanyaan pada kolom "Ayo Kita Selesaikan".
3. Setelah peserta didik selesai melakukan kegiatan 'Ayo Kita Selesaikan', guru membimbing peserta didik melakukan kegiatan berikutnya yaitu mendiskusikan konsep gerak hewan pada kolom 'Ayo Kita Pahami'.
4. Peserta didik secara berkelompok berdiskusi menjawab pertanyaan 'Apa yang dapat kamu simpulkan dan terapkan'? Guru menyarankan pada peserta didik untuk mempelajari buku siswa bagian Gerak pada Hewan.

### **Penutup**

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.  
"Hewan melakukan gerakan khas sesuai dengan habitat serta adaptasi fisiologi dan morfologinya".
2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang berikutnya.

## **Materi Bagian II. Gerak pada Benda (4 TM)**

### **Pertemuan ke 3 (2 JP)**

#### **Pendahuluan**

1. Pada awal bagian ini guru memberi apersepsi dengan mengajukan pertanyaan "Mengapa benda dapat bergerak? Gerakan seperti apa saja yang dapat dilakukan oleh benda? apakah keadaan sekitar benda dapat mempengaruhi gerak benda?"
2. Guru menyampaikan kepada peserta didik tujuan pembelajaran yang tertera pada kegiatan 'Ayo Kita Pelajari!'
3. Guru menyampaikan kepada peserta didik nilai yang diperoleh setelah mempelajari bagian ini yang tertera pada 'Mengapa Hal ini Penting?'

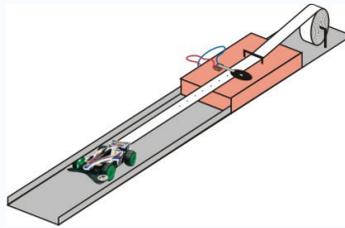
## Inti

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan percobaan gerak lurus beraturan yang tertera pada kolom 'Ayo Kita Coba'!

### Percobaan Gerak Lurus

#### Apa yang kamu coba?

1. Menjelaskan prinsip kerja perangkat percobaan *Ticker timer*
2. Menjelaskan hubungan jarak tempuh dengan waktu yang teramati pada percobaan



Gambar Set Percobaan Gerak Lurus Beraturan (GLB)

#### Apa yang kamu sediakan?

##### Peralatan

1. Mobil mainan
2. Mistar
3. *Ticker timer*

##### Bahan

Pita kertas

#### Apa yang kamu lakukan?

1. Merangkai peralatan seperti pada gambar.
2. Mengoperasikan *ticker timer*.
3. Menyalakan mesin mobil mainan kemudian melepaskannya hingga menarik pita.
4. Mengukur jarak antar titik yang terbentuk pada pita kertas
5. Mencatat data pengamatan pada tabel.

#### Apa yang dapat kamu temukan?

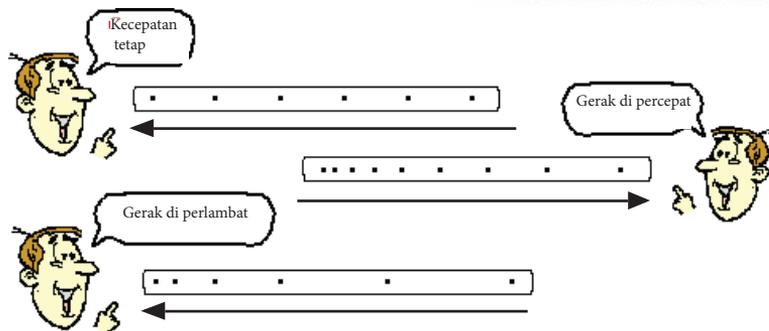
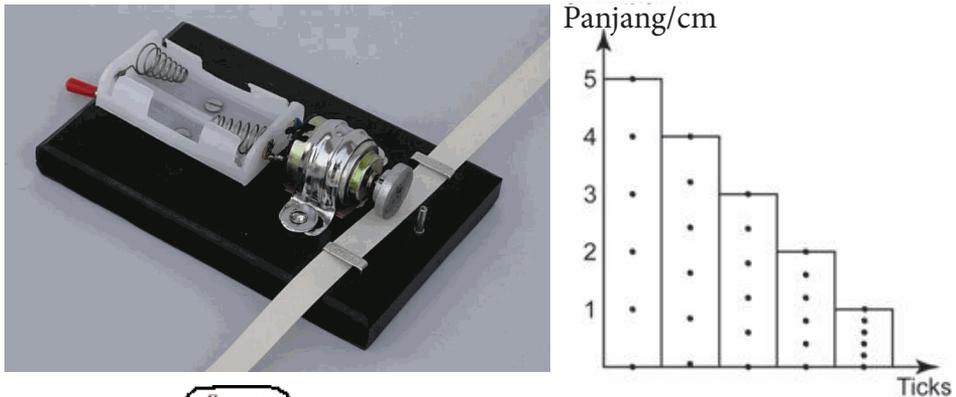
1. Dalam praktikum yang kamu lakukan, bagaimana prinsip kerja rangkaian percobaan?
2. Buatlah grafik hubungan antara jarak (sebagai sumbu-y) dengan waktu (sebagai sumbu-x)!
3. Buatlah grafik hubungan antara kecepatan (sebagai sumbu-y) dengan waktu (sebagai sumbu-x)!
4. Berdasarkan grafik yang telah kamu buat,
  - a) bagaimana bentuk hubungan antara jarak dan waktu?
  - b) bagaimana hubungan antara kecepatan gerak mobil dengan waktu?

#### Apa yang dapat kamu temukan?

1. Dalam praktikum yang kamu lakukan, bagaimana prinsip kerja rangkaian percobaan?

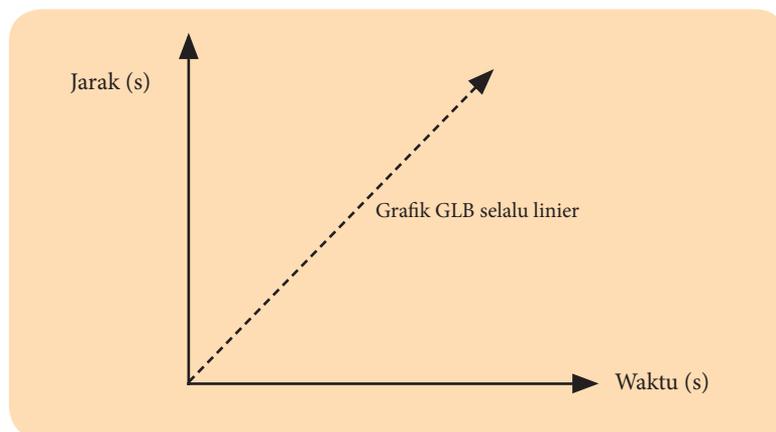
Alternatif jawaban no 1

Penggunaan ticker timer pada percobaan ini berfungsi sebagai pencatat waktu dan jarak untuk mobil-mobilan yang sedang bergerak.

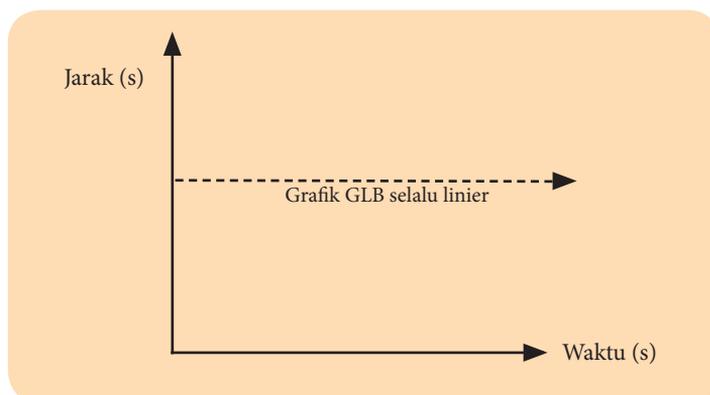


2. Buatlah grafik hubungan antara jarak (sebagai sumbu-Y) dengan waktu (sebagai sumbu-X)!

Alternatif jawaban no.2



3. Buatlah grafik hubungan antara kecepatan (sebagai sumbu-Y) dengan waktu (sebagai sumbu-X)!  
Alternatif jawaban no. 3



4. Berdasarkan grafik yang telah kamu buat,  
a. Bagaimana bentuk hubungan antara jarak dan waktu?  
b. Bagaimana hubungan antara kecepatan gerak mobil dengan waktu?

Alternatif jawaban:

- a. Grafik Antara jarak dan waktu menunjukkan hubungan yang linear, sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu berbanding lurus dengan jarak tempuh mobil-mobilan.  
b. Pada GLB kecepatan bernilai konstan terhadap waktu

1. Peserta didik berdiskusi secara berkelompok menjawab pertanyaan pada poin 'Apa yang dapat kamu simpulkan?'
2. Guru menyarankan pada peserta didik untuk mempelajari buku siswa bagian gerak pada benda.

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.  
"Hukum I Newton membahas tentang kecenderungan benda untuk mempertahankan keadaan gerak atau diamnya (inersia) atau  $\sum F = 0$  atau  $\sum F = 0$ ".
2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang berikutnya dan mengerjakan soal pada kolom 'Ayo Kita Coba'.

## ✓ Ayo Kita Coba

- 1) Perhatikan tabel di bawah ini!  
Tabel Waktu dan Jarak tempuh Bersepeda

Waktu (detik)	Jarak (meter)
0	0
1	2
2	4
3	6
4	8
5	10

Tabel tersebut mendeskripsikan besarnya jarak dan waktu yang diperlukan sepeda untuk bergerak. Dengan menggunakan rumus kelajuan dan percepatan, hitung:

- a. Kelajuan sepeda pada detik ke 2
- b. Kelajuan sepeda pada detik ke 4
- c. Kelajuan sepeda pada detik ke 5
- d. Percepatan yang dialami sepeda

$$a) v = \frac{s}{t} = \frac{4 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad b) v = \frac{s}{t} = \frac{8 \text{ m}}{4 \text{ s}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad c) v = \frac{s}{t} = \frac{10 \text{ m}}{5 \text{ s}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$d) a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_5 - v_2}{t_5 - t_2} = \frac{2 - 2}{5 - 2} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \dots \text{artinya benda bergerak dengan kecepatan konstan}$$

3. Sebuah mobil yang mula-mula diam bergerak dipercepat hingga kecepatannya menjadi 72 km/jam setelah bergerak selama 30 sekon. Percepatan yang dialami mobil tersebut adalah....

$$a = \frac{v}{t} = \frac{72 \text{ km/jam}}{0.5 \text{ jam}} = 144 \text{ km}$$

### Pertemuan ke 4 (3 JP)

#### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi dengan menceritakan kisah Newton saat menemukan hukum Newton.

**Sir Isaac Newton FRS** (1642) adalah seorang ilmuwan fisika berkebangsaan Inggris yang mempelajari tentang gravitasi. Ide Newton tentang gravitasi bumi muncul saat ia sedang duduk di bawah pohon apel. Saat itu Newton tertimpa apel. Newton berpikir mengapa apel yang sudah masak selalu jatuh ke tanah dan tidak pernah sekalipun tiba-tiba melayang di udara. Menurut Newton, apel yang jatuh menuju pusat bumi disebabkan oleh adanya gaya tarik bumi yang nilainya jauh lebih besar daripada gaya tarik apel ke bumi. Gaya tarik bumi yang sangat besar mampu mempengaruhi gerakan seluruh benda-benda yang ada di permukaan bumi.

2. Guru menginformasikan kepada peserta didik bahwa kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan yaitu sifat kelembaman suatu benda.

### Inti

1. Peserta didik secara berkelompok melakukan kegiatan sifat kelembaman suatu benda mengikuti langkah-langkah yang ada di buku siswa.

### Ayo Kita Coba

#### Sifat Kelembaman Suatu Benda

##### Apa yang kamu coba?

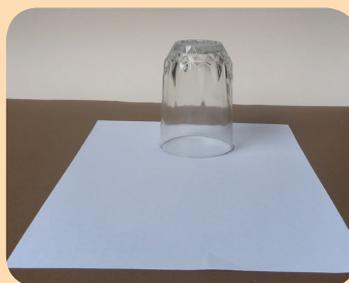
Membuktikan sifat kelembaman suatu benda

##### Apa yang kamu duga?

\*coret pernyataan yang tidak tepat!

Apabila kertas yang di letakkan di bawah gelas ditarik dengan cepat, maka gelas akan \*(ikut bergerak mengikuti gerak kertas)

\*(tetap berada diam mempertahankan kedudukannya)



##### Apa yang kamu sediakan?

Kertas HVS 1 lembar, dan gelas

##### Apa yang kamu lakukan?

1. Meletakkan selembar kertas di atas meja, kemudian meletakkan gelas di atas kertas tersebut (seperti pada gambar di bawah ini).
2. Menarik kertas secara horisontal dengan perlahan. Mengamati apa yang terjadi pada gelas. Mengulangi hingga 3 kali.
3. Menarik kertas secara horisontal dengan sekali hentakan yang cepat. Mengamati peristiwa yang terjadi pada gelas. Mengulangi hingga 3 kali.

##### Jawablah Pertanyaan berikut!

1. Bagaimana keadaan gelas pada saat kertas ditarik secara perlahan?  
*Gelas akan ikut bergerak mengikuti gerakan kertas.*
2. Bagaimana keadaan gelas pada saat kertas ditarik dengan cepat?  
*Gelas tetap mempertahankan posisi diamnya.*
3. Samakah hasil antara keadaan gelas jika kertas ditarik dengan perlahan atau ditarik dengan cepat?  
*Hasilnya tidak sama.*
4. Jika hasilnya berbeda, apa yang menyebabkan hal tersebut?  
*Pada percobaan kedua, gelas mengalami peristiwa kelembaman.*

3. Peserta didik secara berkelompok melakukan kegiatan 'Apa yang kamu diskusikan'. Guru menyarankan kepada peserta didik untuk mempelajari bagian hukum I Newton.

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.  
"Hukum I Newton membahas tentang kecenderungan benda untuk mempertahankan keadaan gerak atau diamnya (inersia) atau  $\sum F = 0$  atau  $\sum F = 0$ ".
2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang berikutnya.

### Pertemuan ke 5 (2 JP)

#### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi dengan mengajukan pertanyaan yang relevan dengan materi yang akan dibahas.  
"Mengapa memindahkan meja besar lebih cepat dilakukan bila dikerjakan oleh 2 orang daripada dilakukan 1 orang?"
2. Guru menginformasikan kepada peserta didik bahwa kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan yaitu percobaan hukum II Newton.

#### Inti

1. Peserta didik secara berkelompok melakukan percobaan hukum II Newton.

#### Ayo Kita Coba

#### Percobaan Hukum Newton II

##### Apa yang kamu coba?

1. Menganalisis hubungan antara gaya dengan percepatan benda
2. Menganalisis hubungan antara massa dengan percepatan benda

##### Apa yang kamu duga?

1. Bagaimana hubungan antara gaya yang dikerjakan pada benda dengan percepatan benda?
2. Bagaimana hubungan antara massa benda dengan percepatan gerak benda?

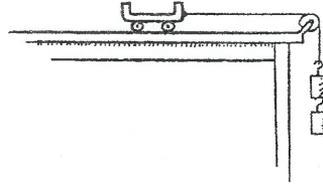
##### Apa yang kamu sediakan?

1. Beban
2. Katrol
3. Tali
4. Kereta

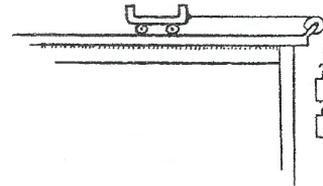
### Apa yang kamu lakukan?

Lakukan kegiatan sesuai dengan langkah percobaan berikut!

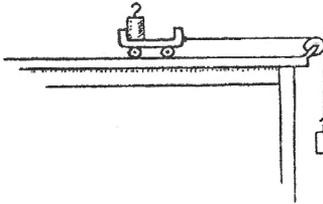
1. Merangkai kereta, katrol, tali, dan beban (100 g) seperti gambar di samping. Mengamati percepatan gerak kereta.



2. Menambahkan beban (2 x 100 g) pada rangkaian percobaan seperti pada gambar di samping! Mengamati percepatan gerak kereta.



3. Menambahkan beban (100 g) pada kereta dan mengurangi beban (100 g) yang menggantung seperti pada gambar di samping. Mengamati percepatan gerak kereta.



### Data Hasil Percobaan

No	F = Berat beban yang digantung (N)	m = Massa kereta + Massa beban (Kg)	Percepatan Kereta
1	1	Massa kereta + 0,1	Cepat
2	2	Massa kereta + 0,2	Tercepat
3	1	Massa kereta + 0,1	Kurang cepat

Keterangan: untuk menuliskan data percepatan 1) tercepat, 2) cepat, dan 3) kurang cepat.

### Jawablah pertanyaan dibawah ini?

1. Apa yang mempengaruhi perbedaan besar percepatan kereta pada percobaan 1 dan 2?

*Besar gaya yang menarik kereta (beban yang digantung)*

2. Bagaimana hubungan antara gaya (berat beban yang digantung) dengan percepatan kereta berdasarkan percobaan 1 dan 2?

*Gaya (berat beban yang digantung) berbanding lurus dengan percepatan kereta*

$$F \sim a$$

3. Apa yang mempengaruhi perbedaan besar percepatan kereta pada percobaan 1 dan 3?

*Besar massa kereta yang ditarik beban (m)*

4. Bagaimana hubungan antara massa total (massa kereta + massa beban) dengan percepatan kereta berdasarkan percobaan 1 dan 3?

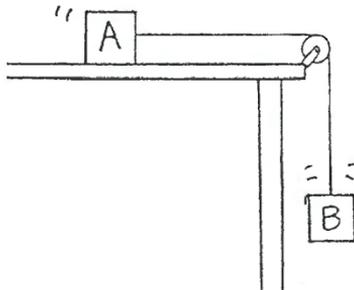
*Massa kereta berbanding terbalik dengan percepatan  $m \sim \frac{1}{a}$*

5. Seorang pemain sepatu roda yang massanya 50 kg meluncur dengan percepatan 4 m/s<sup>2</sup> pada saat resultan gayanya 200 N. Bagaimanakah gerakan pemain sepatu roda jika mengalami perubahan kecepatan seperti dalam tabel.

Lengkapi tabel berikut.

Gaya (N)	Massa (kg)	Percepatan (m/s <sup>2</sup> )
200	50	4
100	50	2
100	25	4
50	25	2
200	40	5

6. Balok A dan B dihubungkan dengan menggunakan tali dan katrol seperti pada gambar dibawah. **Apabila massa balok A sama dengan massa balok B**, tentukan jawaban yang benar dari masing-masing pertanyaan dibawah ini! (Lingkari jawaban yang benar)



a. Masa sistem (A + B) adalah [m] [2m]

b. Gaya yang bekerja pada sistem adalah berat balok [A] [B] [A+B]

c. Berat balok B adalah

[mg] [2mg]

d. Besar percepatan sistem adalah

[kurang dari g] [g] [lebih besar dari g]

Ingat!

g adalah percepatan gravitasi bumi yang besarnya 10 m/s<sup>2</sup>

### Apa yang kamu simpulkan?

Apa yang dapat kamu simpulkan tentang hubungan antara gaya, massa, dan percepatan benda?

1. Peserta didik secara berkelompok mendiskusikan permasalahan-permasalahan yang ada pada poin 'apa yang dapat kamu diskusikan?'.  
2. Peserta didik mendiskusikan penerapan hukum II Newton dalam kehidupan sehari-hari. Guru menyarankan kepada peserta didik untuk mempelajari hukum II Newton.

## Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan “Hukum II Newton menjelaskan tentang percepatan gerak sebuah benda berbanding lurus dengan gaya yang diberikan, namun berbanding terbalik dengan massanya” atau:

$$a = \frac{\sum F}{m}$$

2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang berikutnya.

## Pertemuan ke 6 (3 JP)

### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi dengan menanyakan “Bagaimana cara roket dapat meluncur jauh ke angkasa?”
2. Guru menginformasikan kepada peserta didik bahwa kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan adalah hukum III Newton.

### Inti

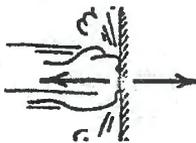
1. Peserta didik secara berkelompok melakukan kegiatan diskusi pada kolom ‘Ayo Kita Selesaikan’ mengikuti langkah-langkah yang ada di buku siswa.

### Ayo Kita Selesaikan

#### Pertanyaan Diskusi!

1. Perhatikan contoh-contoh dibawah ini! Pada gambar a - g disajikan pasangan gaya aksi – reaksi yang ditunjukkan dengan menggunakan anak panah (vektor gaya) dan keterangan gaya aksi yang bekerja pada benda. Tugasmu adalah menggambarkan anak panah untuk gaya reaksi dan menuliskan keterangan gaya reaksi yang bekerja, kemudian pada benda b sampai dengan g, dan menggambarkan satu contoh tambahan pada poin h.

#### Contoh



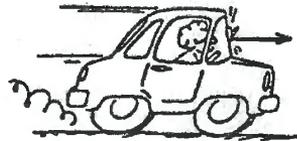
Tangan menghantam tembok

Tembok menghantam tangan



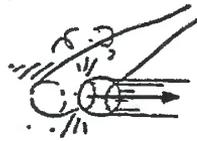
Kepala menyundul bola

a. Bola menghantam kepala



Kaca mobil menghantam serangga

b. Serangga menghantam kaca mobil



Baseball bat menghantam bola

c. Bola menghantam baseball bat



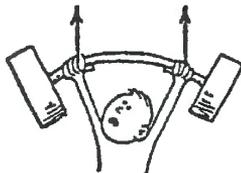
Jari memencet hidung

d. Hidung memencet tangan



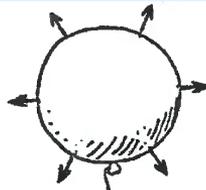
Tangan menarik bunga

e. Bunga menarik tangan



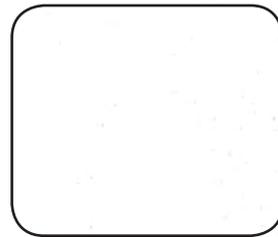
Atlet mengangkat barbel

f. Barbell menekan atlet



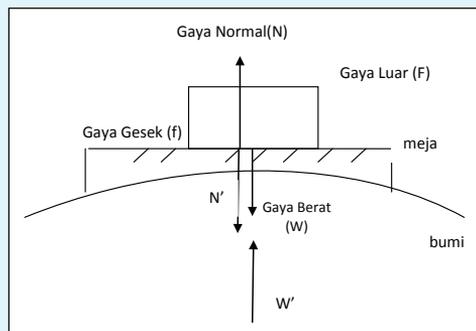
Udara di dalam balon menekan kesegala arah  
Balon menekan udara

g. \_\_\_\_\_



h. \_\_\_\_\_

2. Sebuah balok diletakkan di atas meja seperti pada gambar dibawah ini. Balok diam dan memiliki berat sebesar 1 N.



W = gaya pada balok oleh bumi  
 $W'$  = gaya pada bumi oleh balok  
 $f$  = gaya pada balok oleh meja  
 $f'$  = gaya pada meja oleh balok  
 $N$  = gaya pada balok oleh meja  
 $N'$  = gaya pada meja oleh balok

Berdasarkan gambar tersebut pilihlah jawaban yang benar dari pertanyaan-pertanyaan berikut!

- Gaya berat ( $w$ ) balok sebesar 1 N disebabkan oleh **[bumi] [lantai]**
- Lantai menahan balok dengan gaya normal  $N$  dan arah yang berlawanan dengan  $W$ . Besar  $N$  **[sama dengan  $W$ ] [kurang dari  $W$ ] [lebih dari  $W$ ]**
- Karena balok berada pada keadaan seimbang (diam), maka total gaya yang bekerja pada balok adalah **[nol] [tidak sama dengan nol]**
- Nilai  $N$  sama dengan  $W$  dan  $N$  berlawanan arah dengan  $W$ , maka  $N$  dan  $W$

merupakan **[pasangan gaya aksi – reaksi] [bukan merupakan pasangan gaya aksi – reaksi]**

Hal tersebut dikarenakan pasangan gaya aksi – reaksi selalu bekerja pada

**[satu benda yang sama] [dua benda yang berbeda]**

dan dapat dilihat bahwa N dan W **[keduanya bekerja pada benda yang sama]**

**[keduanya bekerja pada benda yang berbeda]**

Sehingga dapat disimpulkan bahwa N dan W merupakan

**[pasangan gaya aksi – reaksi] [bukan merupakan pasangan gaya aksi reaksi]**

Alternatif jawaban no 2:

- Bumi
- Sama dengan W
- Nol
- Bukan merupakan pasangan gaya aksi-reaksi, dua benda yang berbeda, keduanya bekerja pada benda yang sama
- Bukan merupakan pasangan gaya aksi reaksi

- Peserta didik secara berkelompok melakukan kegiatan 'Apa Kita Coba'. Guru menyarankan kepada peserta didik untuk mempelajari bagian hukum III Newton.

### **Ayo Kita Coba**

- Lengkapi Tabel Berikut dengan analisis peristiwa-peristiwa yang tertera pada tabel. Beri tanda centang (✓) apakah peristiwa tersebut merupakan penerapan dari Hukum I, II, atau III Newton, kemudian tuliskan alasanmu pada kolom alasan dengan baik dan benar!

No	Peristiwa	Hukum Newton			Alasan
		I	II	III	
1	Dua ekor kijang yang saling beradu kekuatan terpental akibat saling mendorong satu sama lain.			✓	Terpentalnya kedua ekor kijang dikarenakan gaya aksi reaksi dari masing-masing kijang yang saling beradu

2	Dua ekor badak jantan yang bermassa sama melakukan adu kekuatan untuk memperebutkan daerah kekuasaan. Keduanya saling mendorong dengan gaya yang sama, sehingga tidak ada satu-pun badak yang bergeser dari posisinya.	√			Kedua gaya yang sama dan berlawanan arah mengakibatkan resultan gaya bernilai nol
3	Seekor anak badak bermain-main dengan induknya. Anak badak tersebut terpelantak ke belakang karena mencoba mendorong induknya dengan kuat.			√	Anak badak terlempar ke belakang akibat gaya reaksi dari gaya aksi saat mendorong induknya
4	Seekor banteng jantan mendorong anak-anak kijang dengan kekuatan penuh hingga terpelantak jauh.		√		Dengan gaya yang kuat banteng jantan mampu menggerakkan anak kijang dengan percepatan tertentu
5	Seekor elang terbang bebas di udara dengan cara mengepakkan sayapnya ke bawah. Kecepatan udara yang lebih cepat di bagian atas sayap mengakibatkan elang tersebut terangkat ke atas.			√	Kepakan sayap burung ke bawah (gaya aksi) mengakibatkan burung terangkat ke atas (gaya reaksi)
6	Seekor gajah betina mendorong anaknya ke sungai untuk minum. Gajah betina tersebut mendorong anaknya dengan hati-hati karena massa tubuhnya yang jauh lebih besar dari pada massa tubuh anaknya.		√		Dengan gaya yang gajah betina mampu menggerakkan anak gajah dengan percepatan tertentu

7	Seekor ikan berenang di dalam air dengan cara menggerakkan siripnya ke belakang.			√	Gerakan sirip ikan kebelakang (gaya aksi) mengakibatkan ikan terdorong kedepan (gaya reaksi)
8	Seekor jerapah jantan memiliki kepala yang besar untuk menyerang jerapah jantan lainnya saat dewasa.			√	Kepala yang besar berarti massanya juga besar, sehingga dengan massa yang besar gaya yang akan dikeluarkan saat menyerang jerapah lainnya juga akan bernilai besar.
9	Seekor kuda berlari dengan kecepatan konstan sambil membawa sebuah paket dipunggungnya. Secara tiba-tiba kuda tersebut berhenti sehingga paket tersebut terlempar kedepan.	√			Paket terlempar kedepan karena ingin mempertahankan keadaannya
10	Seorang joki kuda mengikuti kompetisi final berkuda. Pada menit terakhir kuda yang ditungganginya berhenti secara tiba-tiba, sehingga joki tersebut terpental ke depan.	√			Joki terlempar kedepan karena ingin mempertahankan keadaannya

\*Jawaban dapat bervariasi tergantung sudut pandang guru saat memahami pernyataan

2. Jelaskan dengan hukum Newton gerak pada kegiatan olah raga seperti basket, golf, senam lantai, sepak bola dan lain-lain!

### Hukum II Newton

Pemain golf memukul bola sekuat tenaga agar bola golf dapat terlempar dengan sempurna (*hole*)

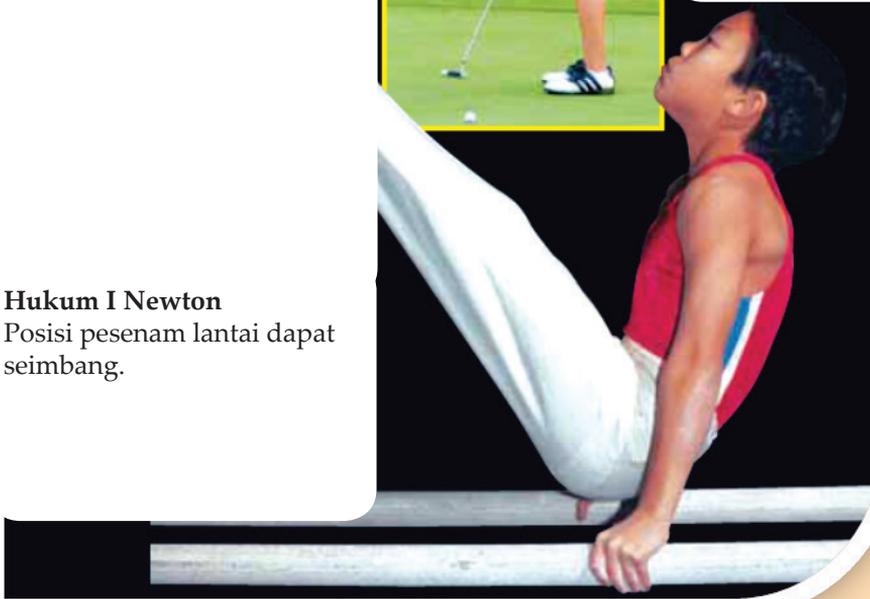


### Hukum III Newton

Tangan pesenam menekan besi penyangga senam, besi penyangga memberikan gaya yang sama besar ke atas pesenam namun berlawanan arah

### Hukum I Newton

Posisi pesenam lantai dapat seimbang.



Sumber: Dingrando, Laurel et al. 2007

Gambar 1.31 Berbagai Gerak dalam Kegiatan Olah Raga

## Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.  
“Hukum III Newton menjelaskan tentang gaya aksi-reaksi pada dua benda. Ketika benda pertama mengerjakan gaya ( $F_{aksi}$ ) ke benda kedua, maka benda kedua tersebut akan memberikan gaya ( $F_{reaksi}$ ) yang sama besar ke benda pertama namun berlawanan arah atau ( $F_{aksi} = -F_{reaksi}$ )”
2. Guru menugaskan peserta didik belajar menghadapi tes pada pertemuan berikutnya.

## G. Penilaian

1. Jenis/teknik penilaian: tes tertulis, pengamatan sikap, dan keterampilan.
2. Bentuk instrumen dan instrumen: lembar tes tertulis berbentuk essay dengan soal-soal yang dapat diambil di buku siswa atau dikembangkan oleh guru sendiri. **Sikap** dan **keterampilan** peserta didik dapat dinilai oleh guru selama proses pembelajaran, dengan menggunakan format-format seperti dicontohkan pada buku guru kelas 8 pada bagian **Penilaian**, buku guru kelas 7, atau dikembangkan sendiri oleh guru, disesuaikan dengan sikap dan keterampilan yang dinilai.

No	KD	Indikator Pencapaian	Teknik
1	3.1	3.1.1 Menjelaskan jenis gerak pada tumbuhan berdasarkan jenis rangsang yang diterima atau bagian tumbuhan yang menanggapi rangsang	Tes tulis
2		3.1.2 Menganalisis contoh gerak pada tumbuhan berdasarkan jenis rangsang yang diterima atau bagian tumbuhan yang menanggapi rangsang	Tes tulis
3		3.1.3 Menganalisis alat gerak hewan berdasarkan kesesuaian dengan lingkungan hidupnya	Tes tulis
4		3.1.4 Menyebutkan hewan yang memiliki otot paling elastis	Tes tulis
5		3.1.5 Menghitung kecepatan seorang anak bersepeda dengan menggunakan rumusan gerak lurus beraturan	Tes tulis
6		3.1.6 Menganalisis peristiwa kelembaman berdasarkan grafik $v - t$ yang disajikan	Tes tulis
7		3.1.7 Menyimpulkan hubungan antara gaya dan massa dengan percepatan benda bergerak	Tes unjuk kerja
8		3.1.8 Menyebutkan pasangan gaya aksi dan reaksi	Tes tulis
9		3.1.9 Membandingkan besar gaya aksi reaksi yang terjadi antara burung dengan udara ketika burung sedang terbang	Tes tulis
10		3.1.10 Mengevaluasi penerapan hukum III Newton dalam kehidupan sehari-hari	Tes tulis

11	4.1	4.1.1 Menjelaskan jenis-jenis gerak yang dilakukan oleh tanaman putri malu	Tes unjuk kerja
12		4.1.2 Menjelaskan prinsip gerak yang dilakukan oleh burung, ikan, dan kuda berdasarkan bentuk tubuhnya	Tes tertulis
13		4.1.3 Menghitung jarak tempuh hewan yang berlari dengan kecepatan dan waktu tertentu	Tes tertulis
14		4.1.4 Menghitung berat benda dengan menggunakan persamaan hukum II Newton	Tes tertulis
15		4.1.5 Menganalisis penerapan hukum III Newton pada atlet lompat tinggi	Tes tertulis

\*Jawaban dapat bervariasi tergantung sudut pandang guru saat memahami pernyataan

## H. Program Remedial dan Pengayaan

Pada akhir bab peserta didik diberi tes. Hasil tes dianalisis untuk mengetahui ketercapaian ketercapaian KKM, serta mengidentifikasi indikator-indikator mana yang belum dicapai peserta didik atau materi-materi yang belum dikuasai oleh peserta didik. Bagi peserta didik yang belum mencapai KKM diberi remedial yaitu mempelajari kembali materi yang belum dikuasai dengan dibimbing guru. Pelaksanaan remedial dilakukan satu minggu setelah tes akhir bab dijadwalkan pada waktu tertentu misalnya setelah jam sekolah berakhir selama 30 menit.

Bagi peserta didik yang sudah memenuhi KKM namun masih belum memasuki bab berikutnya, maka diberi program pengayaan misalnya melalui program pemberian tugas yang lebih menantang (*challance*). Pelaksanaan program pengayaan dan remedial dapat dilaksanakan dalam waktu yang bersamaan.

## I. Interaksi dengan Orang Tua

Komunikasi dengan orang tua dapat menggunakan buku penghubung yang memfasilitasi komunikasi yang baik antara sekolah/guru dengan orang tua peserta didik. Buku penghubung ini juga bermanfaat membangun kerjasama pihak sekolah dengan orang tua dalam membantu keberhasilan peserta didik. Buku penghubung ini memuat hari/ tanggal, matapelajaran, pokok bahasan/ sub pokok bahasan, bentuk tugas, tanda tangan orang tua.

Contoh Lembar Monitoring orang tua

Hari/ Tgl	Mata pelajaran	Pokok bahasan/ sub pokok bahasan	Bentuk Tugas	Tanda Tangan Guru	Tanda tangan orang tua

## J. Kunci Uji Kompetensi pada Buku Siswa

### A. Pilihan Ganda

- |      |       |
|------|-------|
| 1. D | 6. B  |
| 2. D | 7. B  |
| 3. D | 8. C  |
| 4. D | 9. C  |
| 5. D | 10. C |

### B. Essay

- Gerak yang terjadi pada tumbuhan putri malu sebagai berikut.  
 Pada akar tumbuhan putri malu terjadi gerak geotropisme positif, yaitu gerak menuju pusat bumi  
 Pada daun tumbuhan putri malu terjadi gerak seismonasti yaitu gerak menutupnya daun yang disebabkan oleh rangsangan berupa getaran atau sentuhan.  
 Pada batang tumbuhan putri malu terjadi gerak geotropism negative yaitu gerak yang menjauhi pusat bumi.
- Burung memiliki otot sayap yang kuat dan rangka yang ringan untuk memudahkan saat terbang. Ikan memiliki bentuk *stream line* untuk mengurangi hambatan saat bergerak di dalam air. ikan juga memiliki sirip yang memudahkan untuk melakukan maneuver di dalam air.  
 Kuda memiliki otot dan rangka yang kuat untuk berlari di darat.
- 3a. Mobil pada posisi 2,6 km- 2,8 km mengalami pertambahan kecepatan atau mengalami percepatan.  
 3b. Jawaban A.  
 Pada posisi nol km sampai 0,3 km mobil mengalami penurunan kecepatan, setelah itu mengalami pertambahan kecepatan. Dari 0,6-1,0 km mobil bergerak dengan kecepatan tetap. Selanjutnya mobil mengalami penurunan kecepatan sampai pada posisi 1,3 km. Kemudian naik lagi kekecepatannya sampai pada posisi 1,7 km, dan selanjutnya bergerak dengan kecepatan tetap sampai pada posisi 2,3 km. Mobil mengalami penurunan kecepatan sampai pada posisi 2,6 km. Dari 2,6-2,8 mengalami peningkatan kecepatan setelah itu mobil bergerak dengan kecepatan tetap, dengan besar kecepatan sama dengan kecepatan awal.

4. Diketahui:  
 $W_b = 600 \text{ N}$   
 Ditanya  
 $W_B$   
 Dijawab  
 $W_B = 6 \times W_b = 6 \times 600 = 3600 \text{ N}$   
 Jadi berat pesawat ulang alik jika dibawa ke Bumi adalah 3600 N.
5. Lebih besar dari  $w$  dan sama dengan  $F$ , karena peloncat harus mampu mengimbangi gaya beratnya namun gaya tekan pada tanah nilainya sama dengan gaya yang diberikan tanah kepada peloncat (aksi reaksi)
6. Berdasarkan gambar pada soal no 6
- Gambar A Geotropisme/gravitropisme dan gambar B dan Fototropisme.
  - Gerak tumbuhan dapat dilihat melalui beberapa gejala, salah satunya adalah arah tumbuh. Arah tumbuh tumbuhan dapat berubah karena pengaruh lingkungan. Gerak tumbuhan yang arah geraknya dipengaruhi arah datangnya rangsang dari luar disebut tropisme. Berdasarkan rangsangannya, gerak tropisme dibagi menjadi geotropisme, hidrotropisme, tigotropisme, kemotropisme, dan fototropisme. Sebagai contoh, gerak akar dan batang tanaman yang mendekati dan menjauhi pusat bumi (Gambar A). dan tumbuhan yang diletakkan dekat jendela batangnya tumbuh menuju cahaya (Gambar B) yang disebut fototropisme. Cahaya merupakan rangsang yang datangnya dari luar tumbuhan.

## K. Proyek

### Proyek Penerapan Konsep

Kerjakan kegiatan berikut dalam kerja kelompok (satu kelompok 3-5 orang) dan konsultasikan rancangan dan teknik pelaporan kegiatan yang akan kamu lakukan pada guru.

#### Kemanakah Tumbuhan Akan Bergerak?

Sebelum melakukan pengamatan ini berkumpul dengan teman satu kelompok (1 kelompok terdiri atas 3).

#### Apa yang akan Kamu amati?

Mengamati arah gerakan batang kecambah kacang hijau

#### Apa yang Kamu duga?

.....

### Apa yang harus kamu siapkan?

1. Kardus bekas
2. Lakban
3. *Cutter* atau pisau
4. Kecambah kacang hijau yang tingginya  $\pm 10$  cm (pilihlah tanaman yang memiliki batang tegak)

### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Lubangi salah satu sisi kardus bekas dengan menggunakan *cutter* atau pisau. Diameter lubang yang harus kamu buat  $\pm 4$  cm. **Lakukan kegiatan ini dengan hati-hati. Jangan sampai cutter atau pisau yang kamu gunakan mengenai tangan kamu. Jika kamu mengalami kesulitan, mintalah bantuan pada guru.**
2. Letakkan kecambah kacang hijau ke dalam kardus yang telah kamu lubangi.
3. Buatlah gambar posisi batang kecambah kacang hijau yang telah kamu masukkan ke dalam kardus.
4. Tutuplah kardus kemudian berilah lakban agar cahaya matahari tidak bisa masuk melalui celah-celah tutup kardus. Selain itu, pastikan pula hanya ada satu lubang sebagai tempat masuknya cahaya.
5. Letakkan set percobaan kamu di tempat yang terkena cahaya matahari.
6. Lakukan pengamatan terhadap posisi batang kecambah kacang hijau pada hari pertama hingga hari ke tujuh. Kemudian buatlah gambar pada buku IPA kamu, posisi batang kecambah kacang hijau yang kamu amati. **Lakukan pengamatan ini dengan cermat dan teliti.**

Gambar Hasil Pengamatan Posisi Batang Kecambah Kacang Hijau terhadap Lubang Cahaya



dst hingga hari ke 7

### Apa yang dapat kamu simpulkan

Berdasarkan percobaan yang telah kamu lakukan, apakah kesimpulan yang dapat kamu susun?

Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama ± dua minggu. Pada minggu pertama, peserta didik melakukan kegiatan “**Apa yang kamu lakukan**” langkah 1-6. Kemudian pada minggu kedua peserta didik melakukan kegiatan menyusun poster untuk ditampilkan di majalah dinding. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru.

Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dengan disesuaikan tugas peserta didik.

## Bab

# II

## Rangka, Otot, dan Prinsip Pesawat Sederhana

### A. Pengantar

Bab II pada buku ini memuat materi **Rangka, Otot dan Pesawat Sederhana**. Apabila manusia melakukan gerakan, maka akan melibatkan kerja rangka dan otot. Ternyata, rangka dan otot manusia bekerja seperti prinsip yang terdapat pada pesawat sederhana. Pesawat sederhana adalah alat yang dapat digunakan untuk memudahkan aktivitas manusia. Ada banyak sekali pesawat sederhana yang terdapat di lingkungan sekitar kita dan mungkin kita pernah menggunakannya. Pada Bab II akan membahas mengenai rangka dan otot pada manusia, berbagai macam pesawat sederhana serta keuntungan mekanik yang diperoleh dengan penggunaan pesawat sederhana dan prinsip kerja pesawat sederhana pada otot dan rangka manusia.

### B. KI dan KD pada Materi Rangka, Otot dan Prinsip Pesawat Sederhana

Berikut ini adalah KI, KD dan Indikator Pencapaian Kompetensi Bab II tentang Rangka, Otot dan Prinsip Pesawat Sederhana. KI dan KD diambil dari Lampiran Permen Dikbud No. 68 Tahun 2013. Indikator yang tercantum pada buku ini dapat lebih dikembangkan lagi oleh guru.

**Tabel 2.1.** KI, KD dan Indikator Pencapaian Kompetensi Bab II tentang Rangka, Otot dan Prinsip Pesawat Sederhana

<b>Kompetensi Inti</b>	3. Memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata
<b>Kompetensi Dasar</b>	3.4 Mendeskripsikan struktur rangka dan otot manusia, serta fungsinya pada berbagai kondisi, 3.5 Mendeskripsikan kegunaan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari dan hubungannya dengan kerja otot pada struktur rangka manusia.
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	

<p>3.4.1 Menjelaskan fungsi sistem rangka bagi tubuh manusia</p> <p>3.4.2 Mengidentifikasi jenis tulang penyusun sistem gerak manusia.</p> <p>3.4.3 Mendeskripsikan struktur tulang manusia.</p> <p>3.4.4 Mendeskripsikan fungsi sistem rangka bagi manusia.</p> <p>3.4.5 Mendeskripsikan struktur otot manusia.</p> <p>3.4.6 Mendeskripsikan fungsi otot bagi manusia.</p> <p>3.4.7 Mengidentifikasi jenis sendi yang terdapat pada tubuh manusia.</p> <p>3.5.1 Mengidentifikasi jenis pesawat sederhana yang terdapat di sekitar peserta didik.</p> <p>3.5.2 Mendeskripsikan kegunaan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari.</p> <p>3.5.3 Menjelaskan prinsip kerja pesawat sederhana pada otot dan rangka manusia.</p>	
<b>Kompetensi Inti</b>	4. Mengolah, menyaji, dan menalar dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/ teori
<b>Kompetensi Dasar</b>	<p>4.4 Menyajikan tulisan tentang upaya menjaga kesehatan rangka manusia dikaitkan dengan zat gizi makanan dan perilaku sehari-hari.</p> <p>4.5 Melakukan penyelidikan tentang keuntungan mekanik pada pesawat sederhana</p>
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
<p>4.4.1 Menyusun sebuah brosur tentang upaya menjaga kesehatan rangka manusia dikaitkan dengan zat gizi makanan dan perilaku sehari-hari.</p> <p>4.5.1 Menyelidiki keuntungan mekanik pesawat sederhana.</p>	

## C. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada bab II ini, peserta didik diharapkan dapat melakukan hal-hal berikut.

1. Mendeskripsikan struktur dan fungsi sistem gerak manusia.
2. Mengidentifikasi jenis sendi yang terdapat pada tubuh manusia.
3. Melakukan identifikasi jenis serta kegunaan pesawat sederhana yang ada di lingkungan sekitar peserta didik
4. Melakukan penyelidikan keuntungan mekanik pesawat sederhana
5. Menjelaskan keterkaitan prinsip kerja pesawat sederhana dengan prinsip

kerja otot dan rangka manusia

## D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian pada Bab II tentang materi Rangka, Otot dan Pesawat Sederhana memerlukan waktu 13 jam atau 5 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/ minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 5 TM tersebut adalah sebagai berikut

Tabel 2.2. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pertemuan ke	Materi	JP
1	Struktur sistem rangka dan Fungsi Rangka Bagi Tubuh Manusia <ul style="list-style-type: none"><li>Melakukan pengamatan sebuah model rangka atau gambar sistem rangka manusia</li><li>Mengidentifikasi jenis tulang penyusun sistem gerak manusia</li><li>Mengklasifikasikan berbagai jenis tulang penyusun sistem rangka manusia.</li></ul>	3 jp
2	Sendi pada Tubuh Manusia <ul style="list-style-type: none"><li>Melakukan identifikasi berbagai macam jenis sendi yang berperan pada berbagai aktifitas yang dilakukan peserta.</li></ul>	2 jp
3	Struktur dan Fungsi Otot Manusia <ul style="list-style-type: none"><li>Mengamati diameter otot saat terjadi kontraksi dan relaksasi</li><li>Mengamati struktur otot jantung, otot rangka dan otot polos</li></ul>	3 jp
4	Jenis Pesawat Sederhana dan Keuntungan Mekanik Pesawat Sederhana <ul style="list-style-type: none"><li>Mengidentifikasi manfaat pesawat sederhana</li><li>Melakukan identifikasi berbagai macam pesawat sederhana yang ada di lingkungan sekitar peserta.</li><li>Mengidentifikasi keuntungan mekanik pesawat sederhana</li></ul>	2 jp
5	Prinsip Kerja Pesawat Sederhana pada Otot dan Rangka Manusia <ul style="list-style-type: none"><li>Membuktikan bahwa sekrup adalah salah satu contoh bidang miring</li></ul>	3 jp

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan pengamatan pada gambar prinsip kerja pesawat sederhana yang terdapat pada tubuh manusia</li> </ul>	
6	Tes Tulis	2 jp

## E. Materi Esensial

- Fungsi Sistem Rangka Bagi Tubuh Manusia**  
 Ada empat fungsi utama sistem rangka bagi tubuh kita.
  - Memberikan bentuk dan mendukung tubuh kita
  - Melindungi organ dalam, sebagai contohnya tulang rusuk melindungi jantung dan paru-paru, tulang tengkorak melindungi otak.
  - Tempat menempelnya otot yang merupakan alat gerak aktif yang dapat menggerakkan tulang.
  - Tempat pembentukan sel darah. Sel darah dibentuk di bagian sumsum tulang, yaitu jaringan lunak yang terdapat di bagian tengah tulang.
- Struktur Tulang Manusia**  
 Tulang manusia tersusun atas periosteum, sumsum tulang, tulang kompak, tulang spons serta pembuluh darah.
- Jenis Tulang Berdasarkan Bentuk dan Ukurannya**  
 Berdasarkan bentuk dan ukurannya, tulang pada sistem rangka manusia dibedakan menjadi empat, yaitu tulang panjang, tulang pipih, tulang pendek dan tulang tak beraturan.
- Jenis Tulang Penyusun Sistem Rangka Manusia**  
 Sistem rangka manusia tersusun atas ±206 tulang dengan ukuran dan bentuk yang berbeda-beda.
- Pengertian Sendi**  
 Sendi adalah tempat bertemunya dua tulang atau lebih. Dengan adanya sendi, hubungan antara tulang-tulang tubuh dapat digerakkan.
 

**Macam-macam Persendian Pada Sistem Gerak Manusia:**  
 Terdapat enam macam sendi yang ada pada tubuh manusia. Keenam persendian tersebut antara lain sendi lesung/peluru, sendi engsel, sendi putar, sendi tak dapat digerakkan, sendi pelana serta sendi geser.
- Fungsi Otot pada Manusia**  
 Otot adalah penggerak bagian-bagian tubuh, sehingga otot disebut alat gerak aktif. Jaringan ini dapat berkontraksi menjadi lebih pendek. Proses kontraksi ini mengakibatkan bagian-bagian tubuh manusia bergerak. Pada kontraksi ini diperlukan energi.

### **Perbedaan Kondisi Otot pada saat Kontraksi serta Relaksasi**

Pada saat melakukan kontraksi otot akan memadat dan memendek, sehingga pada saat diukur diameter otot akan membesar. Sebaliknya, pada saat otot dalam keadaan relaksasi, otot akan memanjang, sehingga pada saat diukur diameter otot akan mengecil.

### **Perbedaan antara Otot Jantung, Rangka dan Polos**

- **Otot Rangka** adalah otot yang paling banyak di dalam tubuh. Jika diamati di bawah mikroskop, sel-sel otot rangka terlihat bergaris-garis melintang, sehingga otot ini juga disebut dengan otot lurik. Otot rangka melekat pada tulang dengan perantaraan tendon. **Tendon** adalah pita tebal, berserabut, dan liat yang melekatkan otot pada tulang. Otot rangka tergolong otot sadar. Otot rangka cenderung cepat berkontraksi dan cepat lelah.
  - **Otot polos** terdapat pada dinding lambung usus halus, rahim, kantung empedu, dan pembuluh darah. Otot polos berkontraksi dan berelaksasi dengan lambat. Otot ini berbentuk gelendong serta memiliki sebuah inti pada tiap selnya.
  - **Otot jantung** hanya ditemukan di jantung. Otot jantung juga tergolong otot tidak sadar. Otot jantung mempunyai garis-garis seperti otot rangka. Sebaliknya, otot jantung mirip otot polos karena tergolong otot tidak sadar. Otot jantung berkontraksi sekitar 70 kali per menit sepanjang hari selama hidupmu. kamu mengetahui bahwa otot jantung berkontraksi pada saat jantung berdenyut. Otot ini merupakan contoh otot tak sadar.
7. Kelainan pada Sistem Gerak Manusia
- Macam-macam kelainan yang terjadi pada Sistem Gerak Manusia sebagai berikut.
- a. Riketsia  
Riketsia terjadi karena kekurangan vitamin D yang membantu penyerapan kalsium dan fosfor sehingga proses pengerasan tulang terganggu.
  - b. Osteoporosis  
Osteoporosis disebabkan karena kekurangan kalsium.
  - c. Fraktura (Patah Tulang)  
Salah satu penyebab terjadinya patah tulang adalah karena tulang mengalami benturan yang keras, misalnya pada saat kecelakaan atau jatuh dari tempat yang tinggi. Ada dua jenis fraktura, yaitu fraktura tertutup dan fraktura terbuka. **Fraktura tertutup** terjadi jika tulang patah tetapi bagian ujung yang patah tidak menembus kulit. **Fraktura terbuka** terjadi jika ujung tulang yang patah keluar menembus kulit.

- d. Arthritis  
Arthritis adalah penyakit sendi. Penderita penyakit ini mempunyai tulang rawan sendi yang rusak.
- e. Lordosis, Kifosis dan Skoliosis  
**Lordosis** merupakan kelainan dengan melengkungnya tulang belakang yang berlebihan ke arah depan di bagian pinggang.  
**Kifosis** merupakan kelainan dengan melengkungnya tulang belakang yang berlebihan di bagian dada ke arah belakang.  
**Skoliosis** adalah melengkungnya tulang belakang ke arah samping.

8. Pesawat Sederhana bagi Kehidupan  
Pesawat sederhana adalah alat yang dapat digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia.

### Macam-macam Pesawat Sederhana dan Keuntungan Mekaniknya

- a. Katrol  
Ada tiga jenis katrol yaitu, katrol tetap tunggal, katrol bebas tunggal, dan katrol gabungan atau majemuk.
- Keuntungan mekanik katrol tetap sama dengan 1. Jadi, katrol tetap tunggal tidak menggandakan gaya kuasa.
  - Keuntungan mekanik dari katrol bebas lebih besar daripada 1. Pada kenyataannya keuntungan mekanik dari katrol bebas tungsalsama dengan 2.
  - Keuntungan mekanik dari katrol majemuk sama dengan jumlah tali yang menyokong berat beban.
- b. Roda berporos  
Roda berporos memiliki fungsi untuk mempercepat gaya.
- c. Bidang miring  
Keuntungan mekanik bidang miring dapat dihitung dengan membagi jarak kuasa dengan jarak beban.

$$KM = \frac{\text{Gaya Beban}}{\text{Gaya Kuasa}} = \frac{\text{Panjang Bidang Miring}}{\text{Ketinggian}} = \frac{l}{h}$$

- d. Pengungkit  
Keuntungan mekanik pengungkit dapat dihitung dengan membagi panjang lengan kuasa dengan panjang lengan beban.

$$KM = \frac{F_b}{F_k} = \frac{l_k}{l_b}$$

Keterangan:

- KM : keuntungan mekanis  
 $F_b$  : gaya beban  
 $F_k$  : gaya kuasa  
 $l_k$  : lengan kuasa  
 $l_b$  : lengan beban

### Contoh Pesawat Sederhana yang ada di sekitar Peserta Didik

Ada banyak sekali contoh pesawat sederhana yang ada di sekitar siswa.

- a. Gunting, termasuk pengungkit jenis pertama.
  - b. Pisau, termasuk bidang miring.
  - c. Tangga, termasuk bidang miring.
  - d. Katrol tunggal yang terpasang pada sumur, termasuk katrol tunggal.
  - e. Sekrup, termasuk bidang miring.
  - f. Steples, termasuk pengungkit jenis ketiga.
  - g. Gear sepeda, termasuk roda berporos.
  - h. Dongkrak mobil, termasuk pengungkit jenis ketiga. Dst.
9. Prinsip Kerja Pesawat Sederhana pada Otot dan Rangka Manusia  
Pada saat manusia melakukan suatu aktivitas, maka otot, tulang dan sendi akan bekerja bersama-sama. Prinsip kerja ketiganya seperti sebuah **pengungkit**, dimana tulang sebagai lengan, sendi sebagai titik tumpu dan kontraksi dan relaksasi otot memberikan gaya untuk menggerakkan bagian tubuh.

## F. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab II tentang Rangka, Otot dan Pesawat Sederhana, guru dapat menerapkan pembelajaran *Problem Base Learning* (PBL), *Inquiry*, atau *Learning Cycle*, atau model pembelajaran lain, yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

### Pertemuan 1 ( 3 JP)

#### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi dan motivasi dengan mengajukan pertanyaan sebagai berikut.
  - a. Coba amati teman yang sedang duduk di sebelah kamu! Mengapa tubuh temanmu itu dapat duduk dengan tegak?
  - b. Menurut kamu apa yang membuat tubuh temanmu seperti itu?
2. Guru menyampaikan kepada peserta didik tujuan pembelajaran yang tertera pada kegiatan 'Ayo Kita pelajari!'. Materi yang akan dipelajari oleh peserta didik pada pertemuan ini sebagai berikut.
  - a. Rangka dan Otot pada Manusia
  - b. Struktur dan Fungsi Rangka pada Manusia
  - c. Struktur dan Fungsi Otot pada Manusia
  - d. Kelainan pada Sistem gerak Manusia
3. Guru menyampaikan kepada peserta didik nilai yang diperoleh setelah

mempelajari bab II ini yang tertera pada ‘Mengapa hal ini penting?’, yaitu agar peserta didik mengetahui sistem gerak yang terdapat pada tubuh manusia sehingga manusia dapat melakukan aktivitas.

4. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa ada 3 kegiatan yang dilakukan yaitu “Mengamati sistem rangka pada tubuh manusia” pada kegiatan ‘Ayo Kita Coba’, “Mengklasifikasikan jenis tulang berdasarkan bentuk dan ukuran” pada kegiatan ‘Ayo Kita Lakukan’ dan “Menganalisis bukti bahwa tulang adalah komponen yang hidup” pada kegiatan ‘Ayo Kita Selesaikan’.

### Inti

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan mengamati sistem rangka pada tubuh manusia pada kegiatan ‘Ayo Kita Coba’. Pada kegiatan ini peserta didik diminta melakukan identifikasi minimal 10 macam tulang penyusun sistem rangka manusia. Selain itu peserta didik diminta pula mengidentifikasi letak serta fungsi dari masing-masing tulang yang diidentifikasi. Untuk menunjang tercapainya KI-2, jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya. Data yang diperoleh dituliskan pada buku IPA.

### **Ayo Kita Coba**

#### **Mengamati Sistem Rangka pada Tubuh Manusia**

##### **Apa yang harus kamu persiapkan?**

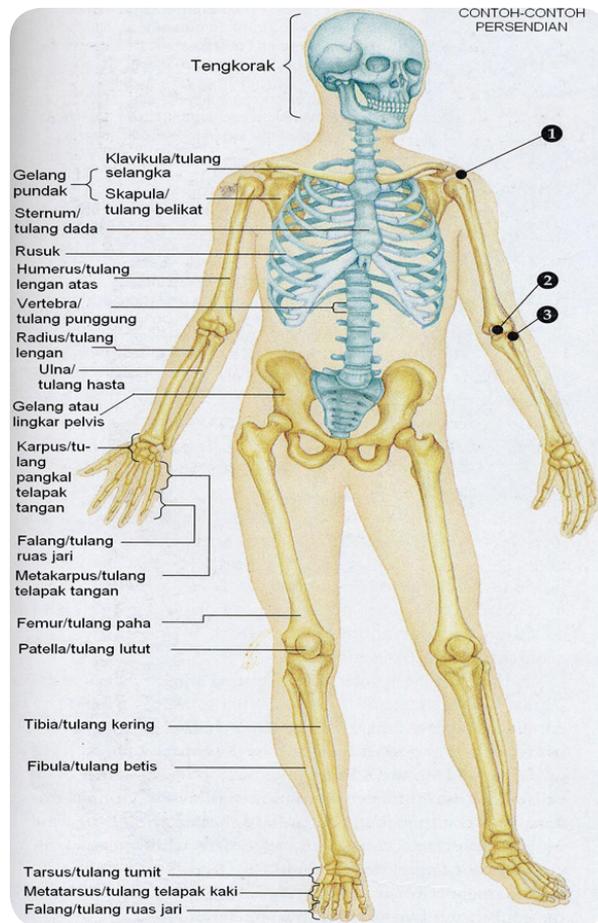
1. Model rangka atau gambar sistem rangka manusia
2. Alat tulis
3. Buku IPA

##### **Apa yang harus kamu lakukan?**

1. Lakukan pengamatan pada torso atau gambar rangka manusia!
2. Identifikasilah minimal 10 macam tulang penyusun sistem rangka manusia!
3. Selain mengidentifikasi macamnya, identifikasi pula letak serta fungsi tulang tersebut! Bekerjasamalah dengan teman satu kelompokmu dalam menyelesaikan kegiatan ini.
4. Catatlah hasil identifikasimu pada buku IPAmu.

## Jawaban “Ayo Kita Coba” Sistem Rangka pada Tubuh Manusia

- a) Tulang tengkorak
- Letak: pada bagian kepala.
  - Fungsi: melindungi otak.
- b) Tulang rusuk
- Letak: pada bagian dada.
  - Fungsi: melindungi paru-paru dan jantung.
- c) Tulang lengan atas/ humerus
- Letak: pada lengan tangan bagian atas.
  - Fungsi: sebagai alat gerak pasif.
- d) Tulang ruas jari
- Letak: pada bagian jari.
  - Fungsi: sebagai alat gerak pasif.
- e) Tulang radius dan ulna
- Letak: pada lengan tangan bagian bawah.
  - Fungsi: sebagai alat gerak pasif.
- f) Tulang paha/ femur
- Letak: pada tulang kaki bagian atas
  - Fungsi: sebagai alat gerak pasif.
- g) Tulang betis
- Letak: pada tulang kaki bagian bawah
  - Fungsi: sebagai alat gerak pasif.
- h) Tulang punggung/ tulang belakang
- Letak: Tubuh bagian belakang
  - Fungsi: tulang yang menegakkan tubuh.
- (perhatikan gambar sistem rangka)



Sumber: Reece, Jane B. et. Al. 1999

Gambar 2.1. Sistem Rangka Manusia

- Guru membimbing peserta didik melakukan kegiatan mengklasifikasikan jenis tulang berdasarkan bentuk dan ukuran pada kegiatan "Ayo Kita Lakukan". Pada kegiatan ini peserta didik diminta mengklasifikasikan tulang yang telah diidentifikasi pada kegiatan "Ayo Kita Coba". Kegiatan pengklasifikasian dilakukan berdasarkan bentuk dan ukuran tulang. Data hasil klasifikasi dituliskan dalam bentuk tabel. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat.

### ✓ Ayo Kita Lakukan

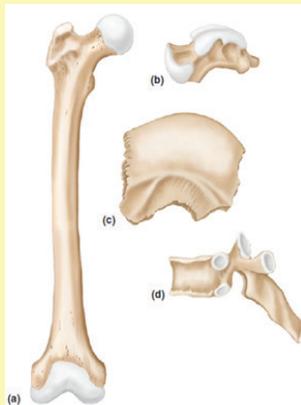
#### Klasifikasi Tulang Penyusun Sistem Rangka Manusia

Sebelumnya kamu telah melakukan identifikasi tulang penyusun sistem rangka manusia. Sekarang lakukan pengklasifikasian tulang-tulang tersebut berdasarkan ukuran dan bentuknya. Agar mempermudah kerja kamu, susunlah data tersebut dalam Tabel 2.1. **Jangan lupa lakukan kegiatan ini dengan cermat dan teliti agar kamu dapat melakukan klasifikasi dengan tepat**

Tabel 2.1 Klasifikasi Tulang Berdasarkan Bentuk dan Ukuran

No.	Nama Tulang	Jenis Tulang			
		Tulang Panjang	Tulang Pipih	Tulang Pendek	Tulang Tak Beraturan

#### Jawaban "Ayo Kita Lakukan" Klasifikasi Tulang



Sumber: Shier, David, et al. 2010  
 Gambar 2.2 Macam Tulang Berdasarkan Bentuk dan Ukurannya  
 (a) Tulang Panjang, (b) Tulang Pendek, (c) Tulang Pipih, (d) Tulang tidak Beraturan.

**Tabel 2.2** Klasifikasi Tulang Berdasarkan Bentuk dan Ukuran

No.	Nama Tulang	Jenis Tulang			
		Tulang Panjang	Tulang Pipih	Tulang Pendek	Tulang Tak Beraturan
1	Tengkorak		√		
2	Rusuk		√		
3	Lengan atas	√			
4	Ruas jari			√	
5	Radius dan ulna	√			
6	Paha/ femur	√			
7	Betis	√			
8	Punggung/ tulang belakang			√	
Dst.					

- Setelah melakukan kegiatan pengamatan sistem rangka pada tubuh manusia pada kegiatan “Ayo Kita Coba” dan dilanjutkan dengan kegiatan mengklasifikasikan jenis tulang berdasarkan bentuk dan ukuran pada kegiatan “Ayo Kita Lakukan” guru mengajak peserta didik untuk menganalisis bukti bahwa tulang adalah komponen yang hidup pada kegiatan “Ayo Kita Selesaikan”. Pada kegiatan ini peserta didik diminta membuktikan bahwa tulang adalah komponen hidup dengan mengaitkan fakta tersebut dengan ciri-ciri makhluk hidup yang telah dipelajarinya pada kelas VII. Melalui kegiatan ini diharapkan peserta didik dapat berpikir bahwa tulang merupakan komponen yang hidup yang membutuhkan nutrisi serta dapat mengalami pertumbuhan. Untuk menunjang ketercapaian KI-2, peserta didik diminta menyelesaikan tugas ini dengan teliti.

### **Ayo Kita Selesaikan**

Coba pikirkan apakah tulang manusia tersusun dari materi kering seperti batu? Bagaimana dengan tulang-tulang di tubuhmu?

Ternyata, tulang-tulang di dalam tubuh adalah materi hidup. Masing-masing tulang dalam tubuhmu adalah organ hidup yang tersusun dari berbagai jaringan. Sel-sel di dalam tulang-tulang ini membutuhkan makanan dan energi seperti sel-sel lain dalam tubuhmu.

Sekarang kamu telah tahu bahwa tulang adalah materi hidup. Coba buktikan bahwa tulang yang terdapat pada tubuh kamu adalah materi hidup! Kaitkan dengan ciri-ciri makhluk hidup yang telah kamu pelajari pada kelas VII?

### Jawaban “Ayo Kita Selesaikan”

Sebelum menjawab pertanyaan tersebut, sebaiknya diingat dulu tentang ciri-ciri makhluk hidup. Terdapat ciri-ciri makhluk hidup sebagai berikut.

- a. Bernapas
- b. Peka terhadap rangsangan/ iritabilitas
- c. Bergerak
- d. Makan/ nutrisi
- e. Mengeluarkan zat sisa
- f. Tumbuh dan berkembang
- g. Reproduksi (berkembang biak)
- h. Adaptasi (menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan)

Berdasarkan atas ciri-ciri makhluk hidup yang telah dipaparkan di atas, dapat disimpulkan bahwa tulang pada tubuh manusia merupakan komponen hidup. Tulang pada tubuh manusia memiliki ciri-ciri kehidupan yaitu membutuhkan nutrisi serta dapat melakukan pertumbuhan. Sebagai buktinya adalah tulang membutuhkan nutrisi berupa mineral serta fosfor agar tulang tetap sehat serta tidak menderita kelainan tulang seperti osteoporosis ataupun riketsia. Bukti bahwa tulang manusia mengalami pertumbuhan adalah terjadinya perombakan serta penggantian beberapa tulang rawan dengan tulang keras serta terjadinya pemanjangan pada tulang.

### Informasi Tambahan

Tulang manusia tersusun atas komponen anorganik (70%), organik (10%) serta air. Komponen anorganik penyusun tulang adalah mineral yang strukturnya mirip dengan hidroksiapatit  $[Ca_{10}(PO_4)_3CO_3]$ . Hidroksiapatit merupakan mineral yang paling stabil di dalam tulang.

Komponen organik penyusun tulang antara lain glikosoaminoglikan, glikoprotein, lipid, peptida dan enzim. Komponen penyusun tulang terakhir adalah air. Pada tulang, air terdiri dari tiga tipe, yaitu struktural, terikat dan air bebas. Air struktural terdapat pada struktur kolagen dengan jumlah sekitar 0 – 0,07 g/g. Air terikat adalah molekul air yang terikat pada rantai kolagen dan terdapat pada ruang antar molekul. Sedangkan air bebas adalah komponen air dengan jumlah lebih tinggi dari 0,45 g/g.

Untuk mendapatkan informasi tambahan, guru dapat mengunjungi website berikut ini!

<http://ikor.unnes.ac.id/wp-content/uploads/2012/05/HISTOLOGI-TULANG.pdf>

## Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan. Materi yang harus disimpulkan antara lain fungsi sistem rangka bagi tubuh manusia, struktur tulang manusia, jenis tulang penyusun sistem rangka manusia serta jenis tulang berdasarkan bentuk dan ukurannya.
  - a. Fungsi sistem rangka bagi tubuh manusia antara lain, memberikan bentuk dan mendukung tubuh, melindungi organ dalam, tempat menempelnya otot, tempat pembentukan sel darah.
  - b. Struktur tulang manusia tersusun atas periosteum, sumsum tulang, tulang kompak, tulang spons serta pembuluh darah.
  - c. Berdasarkan bentuk dan ukurannya, tulang pada sistem rangka manusia dibedakan menjadi empat, yaitu tulang panjang, tulang pipih, tulang pendek dan tulang tak beraturan.
2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya yaitu kegiatan 'Ayo kita lakukan'

## Pertemuan kedua (2JP)

### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi dengan mengajukan pertanyaan. Pertanyaan tersebut adalah sebagai berikut.
  - Masih ingatkah kamu dengan komponen penyusun tulang kompak? Selanjutnya, guru mengatakan bahwa, "dengan adanya zat kapur dan fosfor, maka akan dapat menyebabkan tulang menjadi keras."
  - Mengapa kamu dapat melakukan berbagai macam gerakan? Padahal, tulang yang termasuk salah satu sistem gerak manusia sangat keras serta tidak dapat dibengkokkan.
2. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa ada 2 kegiatan yaitu 'Mengidentifikasi sendi-sendi yang bekerja pada aktivitas sehari-hari' pada kegiatan 'Ayo Kita Lakukan' dan menganalisis secara singkat prinsip kerja dari sendi pada kegiatan 'Ayo Kita Selesaikan'

### Inti

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan identifikasi sendi-sendi yang bekerja pada aktivitas sehari-hari pada kegiatan "Ayo Kita Lakukan" dan kemudian dilanjutkan dengan kegiatan menganalisis secara singkat prinsip kerja dari sendi pada kegiatan "Ayo Kita Selesaikan".
2. Guru membimbing peserta didik melakukan kegiatan identifikasi sendi-sendi yang bekerja pada aktivitas sehari-hari pada kegiatan ayo kita lakukan. Kegiatan ini dilakukan secara berkelompok. Hasil identifikasi dituliskan pada buku IPA. Untuk menunjang ketercapaian KI-2, jang

lupa mengingatkan peserta didik untuk berbagi tugas dengan teman satu kelompok serta mengamati setiap gerakan yang dilakukan oleh temannya dengan cermat agar peserta didik dapat mengidentifikasi sendi-sendi yang bekerja pada setiap aktivitas dengan tepat.

### **Ayo Kita Lakukan**

#### **Mengidentifikasi Sendi-sendi yang Bekerja pada Aktifitas Sehari-hari.**

##### **Apa yang harus kamu siapkan?**

Buku tulis dan alat tulis

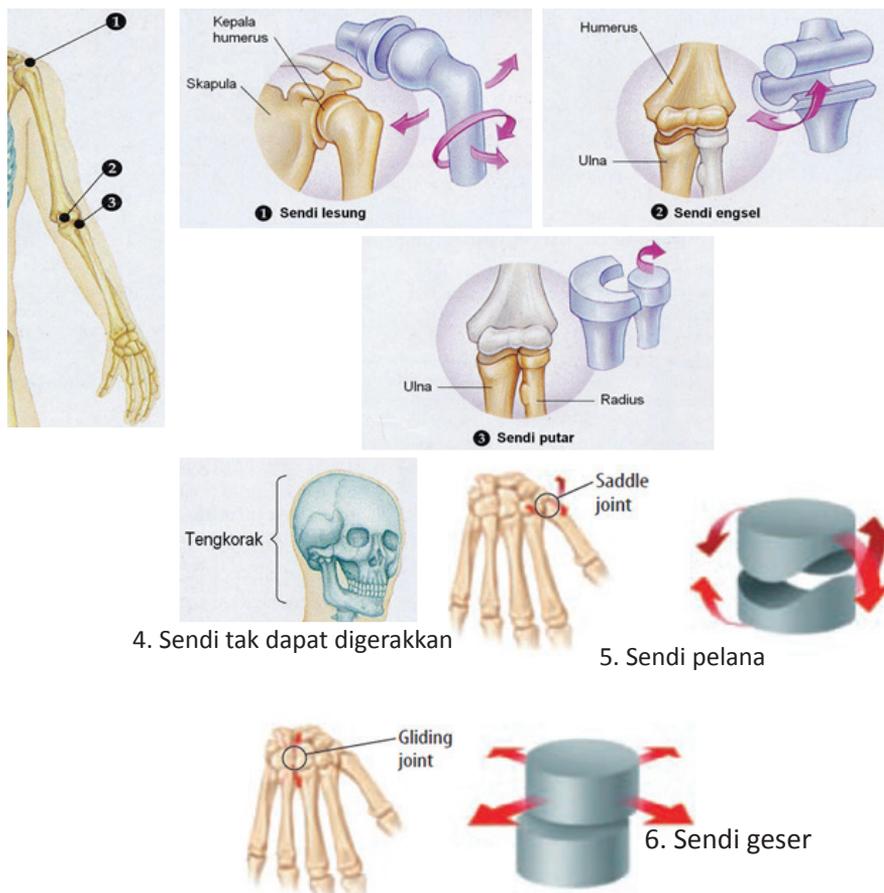
##### **Apa yang akan kamu lakukan?**

Lakukan kegiatan ini bersama dengan teman satu kelompokmu!

1. Mintalah salah satu anggota kelompokmu untuk melakukan beberapa aktifitas di bawah ini!
  - a. Menggelengkan serta menganggukkan kepala.
  - b. Memutar pergelangan tangan.
  - c. Memegang pensil dan menulis.
  - d. Berlari.
  - e. Meluruskan tangan dan kemudian membengkokkan tangan ke atas.
2. Bersama dengan teman satu kelompokmu, identifikasilah sendi-sendi yang berperan dalam setiap aktifitas tersebut! Dalam menyelesaikan tugas ini berbagilah tugas dengan teman satu kelompokmu. selain itu, perhatikan setiap gerakan yang dilakukan oleh temanmu dengan cermat agar kamu dapat mengidentifikasi sendi-sendi yang bekerja pada setiap aktivitas dengan tepat.
3. Catat hasil identifikasi dan hasil diskusimu pada buku IPA.

#### **“Ayo Kita Lakukan” Mengidentifikasi Sendi-sendi yang Bekerja pada Aktifitas Sehari-hari**

Sendi merupakan pertemuan antara dua tulang atau lebih. Sendi tersusun atas tulang yang dihubungkan (dua atau lebih), ligamen dan kartilago. Ligamen adalah jaringan berbentuk pita yang tersusun atas serabut-serabut liat yang mengikat tulang yang satu dengan tulang yang lain pada sendi. Fungsi lain dari ligamen adalah agar sendi dapat bergerak dengan fleksibel. Kartilago merupakan jaringan tulang rawan yang terletak pada bagian ujung tulang. Fungsi dari kartilago adalah menjaga agar tidak terjadi benturan atau gesekan antara tulang yang satu dengan tulang yang lain yang dihubungkan oleh persendian. Terdapat enam macam sendi yang ada pada tubuh manusia. Keenam persendian tersebut antara lain sendi lesung/peluru, sendi engsel, sendi putar, sendi tak dapat digerakkan, sendi pelana serta sendi geser. Keenam sendi tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Sumber: Campbell, 1999 dan Berwald, Juli et al. 2007

Gambar 2.3 Tipe Persendian Manusia

**Sendi yang berperan pada berbagai gerakan ini adalah sebagai berikut:**

- Mengelengkan serta menganggukkan kepala.  
Aktivitas ini melibatkan kerja persendian antara tulang tengkorak dan tulang leher. Tipe persendiannya adalah sendi putar.
- Memutar pergelangan tangan.  
Aktivitas ini melibatkan kerja persendian yang berada pada pergelangan tangan. Tipe persendiannya adalah sendi geser.
- Memegang pensil dan menulis.  
Aktivitas ini melibatkan kerja berbagai persendian. Pertama, sendi pada pangkal ibu jari, tipe persendiannya adalah sendi pelana. Kedua, persendian yang berada pada pergelangan tangan, tipe persendiannya adalah sendi geser. Ketiga, persendian yang terdapat pada ruas-ruas jari, tipe persendiannya adalah sendi engsel.

d. Berlari.

Aktivitas ini melibatkan kerja berbagai persendian. Pertama, sendi yang berada diantara tulang pinggul dan tulang paha, tipe persendiannya adalah sendi peluru. Kedua, persendian yang berada diantara tulang lengan atas dan tulang belikat, tipe persendiannya adalah sendi peluru. Ketiga, persendian yang terdapat pada siku, lutut dan jari tangan dan kaki, tipe persendiannya adalah sendi engsel. Keempat, persendian yang terdapat pada pergelangan kaki, tipe persendiannya adalah sendi geser.

e. Meluruskan tangan dan kemudian membengkokkan tangan ke atas.

Aktivitas ini melibatkan kerja persendian yang berada pada siku. Tipe persendiannya adalah sendi engsel.

3. Selanjutnya guru membimbing peserta didik untuk menjawab pertanyaan yang terdapat pada kegiatan “Ayo Kita Selesaikan”. Melalui kegiatan ini diharapkan peserta didik dapat mengetahui bahwa tidak semua persendian tidak dapat digerakkan. Tipe persendian yang tidak dapat digerakkan adalah sendi-sendi yang menghubungkan tulang yang terdapat pada tulang tengkorak.

### **Ayo Kita Selesaikan**

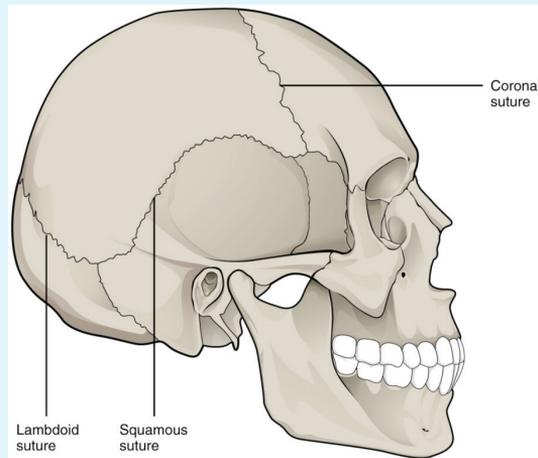
Sekarang kamu telah mengetahui berbagai macam sendi pada sistem gerak kita. Menurut kamu, apakah semua tulang yang dihubungkan oleh persendian itu dapat digerakkan?

#### **Alternatif Jawaban “Ayo Kita Selesaikan”**

Tidak semua tulang yang dihubungkan oleh persendian itu dapat digerakkan. Sebagai contohnya adalah tulang-tulang yang terdapat pada tengkorak. Gambar dari persendian yang terdapat di tengkorak dapat dilihat pada Gambar 2.4

Untuk mendapatkan informasi tambahan, guru dapat mengunjungi website berikut ini!

<http://cnx.org/content/m46383/latest/?collection=col11496/latest>



Sumber: CNX Anatomy and Physiology. 2013  
**Gambar 2.4** Persendian pada Tengkorak

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.
  - a. Sendi adalah tempat bertemunya dua tulang atau lebih.
  - b. Terdapat enam macam sendi yang ada pada tubuh manusia. Keenam persendian tersebut antara lain sendi lesung/ peluru, sendi engsel, sendi putar, sendi tak dapat digerakkan, sendi pelana serta sendi geser.
2. Guru menugaskan peserta didik untuk membaca kegiatan yang akan dilakukan oleh peserta didik pada kegiatan “Ayo Kita Lakukan”.

### Pertemuan ke 3 (3 JP)

#### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi dengan mengaitkan materi yang telah dipelajari oleh peserta didik dengan materi yang akan dipelajari pada hari ini. Kegiatan tersebut dilakukan dengan memberikan pertanyaan sebagai berikut.
  - Sebelumnya kamu telah mempelajari bahwa tulang merupakan alat gerak pasif.
  - Coba sekarang kamu pikirkan, apakah tulang-tulang penyusun rangka tubuh manusia dapat digerakkan tanpa adanya bagian lainnya?
2. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa ada 2 kegiatan yaitu mengamati diameter otot pada kegiatan ‘Ayo Kita Lakukan’ dan mengamati otot jantung, otot rangka dan otot polos pada kegiatan ‘Ayo Kita Coba’

## Inti

1. Sebelum masuk pada materi pelajaran, guru membimbing peserta didik untuk menjawab pertanyaan pada kegiatan “Ayo Tebak”. Melalui kegiatan ini diharapkan peserta didik dapat tertarik untuk mengikuti materi tentang “Otot”. Kegiatan ini tidak perlu dilakukan secara berkelompok. Cukup dilakukan seperti kegiatan tebak-tebakan saja.



### AYO TEBAK

Seluruh tubuh orang yang ada pada Gambar 2.8 ditutupi oleh suatu jaringan. Jaringan ini dapat memungkinkan manusia untuk menggerakkan anggota tubuhnya. Jaringan apakah yang dimaksud?

Jawaban Ayo Tebak : JaringanOtot

2. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan mengamati diameter otot pada saat berkontraksi dan berelaksasi pada kegiatan ‘Ayo kita lakukan’ dan mengamati otot jantung, otot rangka dan otot polos pada kegiatan ‘ayo kita coba’
3. Guru membimbing peserta didik melakukan kegiatan mengamati diameter otot pada kegiatan ‘Ayo kita lakukan’ serta menjawab pertanyaan-pertanyaan yang terdapat pada kegiatan tersebut. Pada kegiatan ini peserta didik diminta untuk mengamati diameter otot jika otot dalam keadaan kontraksi serta dalam keadaan relaksasi. Melalui kegiatan ini diharapkan peserta didik dapat mengetahui kondisi otot jika otot dalam keadaan kontraksi serta dalam keadaan relaksasi. Hasil dari kegiatan ini dituliskan pada buku IPA. Untuk menunjang ketercapaian KI-2, jangan lupa mengingatkan siswa agar dapat bekerjasama dengan teman satu kelompok serta berbagi tugas dengan teman satu kelompok. Selain itu peserta didik diharapkan juga dapat melakukan kegiatan pengukuran dengan cermat dan teliti agar dapat mengetahui perbedaan diameter otot pada saat relaksasi dan kontraksi.

## **Ayo Kita Lakukan**

### **Mengamati Diameter Otot**

#### **Apa yang harus kamu siapkan?**

1. Meteran (yang biasa digunakan oleh penjahit), jika kamu tidak memilikinya, boleh menggunakan tali rafia, tali pita, atau benang dengan panjang 50 cm.
2. Alat tulis
3. Buku tulis

#### **Apa yang akan kamu lakukan?**

1. Duduklah bersama dengan teman satu kelompokmu!
2. Luruskan tanganmu di atas meja dengan santai! Mintalah temanmu melingkarkan pita meteran pada lengan atasmu untuk mengukur besarnya lengan atasmu! Catatlah hasilnya pada tabel! **Lakukan pengukuran dengan cermat dan teliti agar kamu memperoleh hasil yang tepat.**
3. Kepalkan tanganmu selanjutnya bengkokkan tanganmu ke atas! Ukurlah kembali besar lengan atasmu! Lakukan pengukuran di tempat yang sama dengan langkah 2. Catatlah hasilnya pada tabel! **Lakukan pengukuran dengan cermat dan teliti agar kamu memperoleh hasil yang tepat.**

#### **Jawablah pertanyaan berikut ini, tuliskan jawabanmu pada buku IPA!**

1. Adakah perubahan diameter otot lengan atas saat diluruskan dan dibengkok? Jelaskan!
2. Jika terjadi perubahan diameter, bagaimanakah perubahannya serta apakah yang sebenarnya terjadi pada ototmu?
3. Tulislah kesimpulan atas pengamatan yang telah kamu lakukan!

#### **Jawaban “Ayo Kita Lakukan” Mengamati Diameter Otot**

Apabila dilakukan pengukuran, maka akan terdapat perubahan diameter otot lengan atas pada saat diluruskan dan dibengkokkan. Pada saat lengan atas dan bawah diluruskan diameter otot lebih kecil, sedangkan apabila lengan atas dan lengan bawah dibengkokkan maka diameternya akan lebih besar.

Pada saat lengan atas dan lengan bawah dibengkokkan, maka akan terjadi kontraksi otot. Apabila terjadi kontraksi otot, maka otot akan memadat dan memendek, sehingga pada saat dilakukan pengukuran diameter otot akan membesar. Sebaliknya, pada saat lengan atas dan lengan bawah dibengkokkan pada saat itu terjadi relaksasi otot. Pada keadaan relaksasi, otot akan memanjang, sehingga pada saat diukur diameternya akan mengecil. Gambar 2.6. menunjukkan kondisi otot pada saat kontraksi dan relaksasi.



Sumber: Dokumen Penulis

Gambar 2.5 Siswa yang Sedang Mengukur Diameter Otot



Sumber: Reece, J, et al. 2012

Gambar 2.6 Kondisi Otot pada Saat Berkontraksi dan Relaksasi

4. Selanjutnya, guru membimbing siswa untuk mengamati otot jantung, otot rangka dan otot polos pada kegiatan 'ayo kita coba' serta menjawab pertanyaan-pertanyaan yang terdapat pada kegiatan tersebut. Kegiatan dilakukan dengan menggunakan preparat otot jantung, polos dan otot

rangka serta mikroskop. Jika di sekolah tidak tersedia preparat awetan otot jantung, otot rangka dan otot polos dan mikroskop diharapkan guru dapat menyediakan gambar otot jantung, otot rangka dan otot polos. Melalui kegiatan ini siswa diharapkan dapat mengamati bentuk masing-masing otot.

### ✓ Ayo Kita Coba

#### Mengamati Otot Jantung, Otot Rangka dan Otot Polos

##### Apa yang kamu siapkan?

1. Preparat awetan otot jantung, otot rangka dan otot polos
2. Mikroskop
3. Buku dan alat tulis

Jika di sekolah kamu tidak tersedia preparat awetan otot jantung, otot rangka dan otot polos dan mikroskop mintalah kepada gurumu untuk menyediakan gambar otot jantung, otot rangka dan otot polos.

##### Apa yang kamu lakukan?

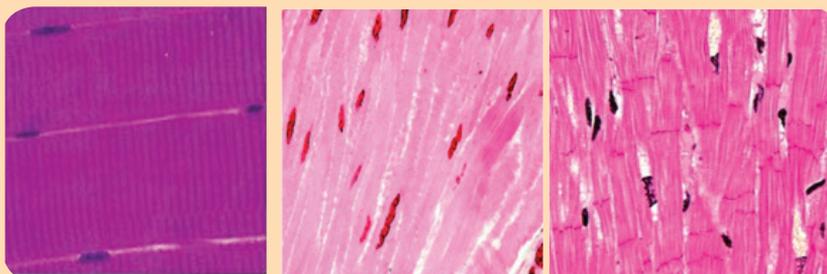
1. Lakukan pengamatan pada preparat awetan atau gambar yang telah disediakan. Hal yang perlu kamu amati adalah bentuk sel dari masing-masing jenis otot. **Lakukan kegiatan pengamatan ini dengan cermat dan teliti, agar kamu dapat mengidentifikasi perbedaan dari ketiga jenis otot ini.**
2. Gambarlah hasil pengamatanmu kemudian berikan keterangan pada bagian-bagian otot yang tampak.

##### Jawablah pertanyaan berikut ini, tuliskan jawabanmu pada buku IPA!

1. Sebutkan perbedaan dari ketiga jenis otot yang telah kamu amati!
2. Berdasarkan percobaan yang telah kamu lakukan, kesimpulan apa yang dapat kamu tarik?

#### Alternatif Jawaban “Ayo Kita Coba” Mengamati Otot Jantung, Otot Rangka, Otot Polos

Ketiga jenis otot yang diamati oleh siswa adalah sebagai berikut!



Otot Rangka

Otot Polos

Otot Jantung

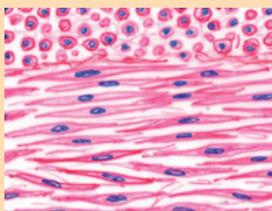
Sumber: Gartner, Leslie P. 2005

Gambar 2.7 Tiga Jenis Otot pada Tubuh Manusia

Ketiga jenis otot tersebut memiliki perbedaan yang akan dipaparkan pada Tabel 2.3 berikut ini.

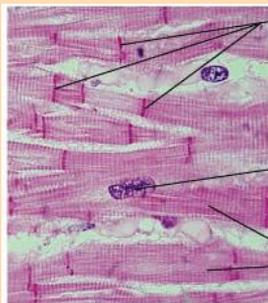
**Tabel 2.3** Perbedaan Otot Polos, Lurik dan Jantung

Hal yang Dibedakan	Otot Polos	Otot Lurik	Otot Jantung
Bentuk	Gelendong/kumparan	Serabut	Serabut Bercabang
Warna	Polos	Lurik	Lurik
Cara kerja	Tak sadar/involunter	Sadar/volunter	Tak Sadar/Involunter
Inti	Satu	Banyak dipinggir	Satu ditengah
Reaksi terhadap Rangsang	Lambat	Cepat	Cepat
Letak	Bagian viseral	Pada rangka	Pada Jantung



Otot polos berbentuk gelendong serta memiliki inti di bagian tengah. Pada gambar, inti berwarna biru.

Sumber: Caceci. Tanpa Tahun  
Gambar 2.8 Otot polos



Nodus interkalar

nukleus

Sumber: Thompson. Tanpa Tahun

Gambar 2.9 Otot jantung

Untuk mendapatkan informasi tambahan, guru dapat mengunjungi website berikut ini!

- <http://www.vetmed.vt.edu/education/curriculum/vm8054/Labs/Lab10/lab10.htm>
- <http://apbrwww5.apsu.edu/thompsonj/Anatomy%20&%20Physiology/2010/2010%20Exam%20Reviews/Exam%203%20Review/CH%2009%20Smooth%20and%20Cardiac%20Muscle.htm>

5. Selanjutnya peserta didik dibimbing untuk menjawab pertanyaan pada kegiatan “Ayo Kita Selesaikan”. Sebelum menjawab pertanyaan ini, diharapkan peserta didik melakukan aktivitas ringan berupa mengangkat kursi dengan menggunakan tangan kanan kemudian ganti dengan kiri. Peserta didik diminta membedakan hal yang dirasakannya, lebih berat mengangkat kursi dengan menggunakan tangan kanan atau kiri.

### **Ayo Kita Selesaikan**

Coba sekarang kamu angkat kursi dengan menggunakan tangan kananmu. Kemudian sekarang lakukan hal yang sama tetapi dengan menggunakan tangan kirimu. Apa yang kamu rasakan ketika mengangkat kursi dengan tangan kiri dan tangan kanan? Mengapa demikian?

#### **Alternatif Jawaban “Ayo Kita Selesaikan”**

Ketika menggunakan tangan kanan terasa lebih ringan apabila dibandingkan dengan tangan kiri. Pada aktivitas tersebut otot yang berperan adalah otot rangka. Apabila kita bandingkan, aktivitas yang dilakukan oleh tangan kanan lebih banyak dibandingkan aktivitas yang dilakukan oleh tangan kiri (kecuali bagi orang kidal). Hal ini menyebabkan otot rangka yang terdapat pada tangan kanan lebih terlatih dibandingkan otot rangka pada tangan kiri.

### **Penutup**

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.
  - a. Otot adalah penggerak bagian-bagian tubuh, sehingga otot disebut alat gerak aktif.
  - b. Pada saat melakukan kontraksi otot akan memadat dan memendek, diameter otot membesar. Pada saat otot relaksasi, otot memanjang, dan diameternya otot akan mengecil.

#### **Perbedaan antara Otot Jantung, Rangka dan Polos**

- **Otot Rangka**, sel-sel otot rangka terlihat bergaris-garis melintang, sehingga otot ini disebut otot lurik. Otot rangka melekat pada tulang dengan perantaraan tendon. Otot rangka tergolong otot sadar.
- **Otot polos** terdapat pada dinding lambung usus halus, rahim, kantung empedu, dan pembuluh darah. Otot polos tergolong otot tak sadar. Otot ini berbentuk gelendong serta memiliki sebuah inti pada tiap selnya.
- **Otot jantung** hanya ditemukan di jantung. Otot jantung juga tergolong otot tidak sadar. Otot jantung mempunyai garis-garis seperti otot rangka.

2. Guru menugaskan peserta didik untuk membaca materi tentang pesawat sederhana serta melakukan identifikasi pesawat sederhana yang ada di rumah. Hasil identifikasi dituliskan di buku IPA peserta didik.

### **Ayo Kita Lakukan**

#### **Mengidentifikasi Pesawat Sederhana yang Ada di Rumah**

##### **Apa yang harus kamu persiapkan?**

Buku IPA dan alat tulis

##### **Apa yang harus kamu lakukan?**

1. Identifikasilah minimal 10 macam alat-alat yang termasuk pesawat sederhana yang ada di rumah kamu.
2. Catatlah hasilnya di buku IPAmu.

#### **Alternatif Jawaban “Ayo Kita Lakukan” Mengidentifikasi Pesawat Sederhana yang Ada di Rumah**

Berbagai macam pesawat sederhana yang dapat dijumpai oleh peserta didik di rumah adalah sebagai berikut.

- a. Gunting, termasuk pengungkit jenis pertama.
- b. Pisau, termasuk bidang miring.
- c. Tangga, termasuk bidang miring.
- d. Katrol tunggal yang terpasang pada sumur, termasuk katrol tunggal.
- e. Sekrup, termasuk bidang miring.
- f. Steples, termasuk pengungkit jenis ketiga.
- g. Gear sepeda, termasuk roda berporos.
- h. Dongkrak mobil, termasuk pengungkit jenis ketiga. Dst ...

## **Pertemuan ke 4 (2 JP)**

### **Pendahuluan**

1. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa ada 3 kegiatan yang akan dilakukan oleh peserta didik pada pertemuan hari ini, yaitu mengidentifikasi manfaat pesawat sederhana pada kegiatan “Ayo Kita Coba” dan mengidentifikasi keuntungan mekanik pesawat sederhana pada kegiatan “Ayo Kita Coba” dan mempersentasikan hasil identifikasi pesawat sederhana yang ada di rumah.

## Inti

1. Guru membimbing siswa untuk melakukan kegiatan mengidentifikasi manfaat pesawat sederhana pada kegiatan “Ayo Kita Coba” serta menjawab pertanyaan yang ada pada kegiatan tersebut.

### **Ayo Kita Coba**

#### Mengidentifikasi Manfaat Pesawat Sederhana

##### Apa yang harus kamu siapkan?

1. Alat tulis
2. Kertas

##### Apa yang harus kamu lakukan?

Lakukan pengamatan terhadap berbagai macam aktivitas yang sering dilakukan oleh orang-orang di sekitarmu!

No	Jenis Kegiatan	Alat Bantu yang Digunakan	Jenis Pesawat Sederhana
1	Memotong Kertas	Alat Pemotong Kertas	Tuas Jenis Kedua
2	Menggunting Rumput	Gunting	Tuas Jenis Pertama
3	Memotong Daging		
4	Mencabut Paku	Catut	
5	Mengerek Bendera		
dst. hingga 15 aktivitas			

## Alternatif Jawaban “Ayo Kita Coba”

### Mengidentifikasi Manfaat Pesawat Sederhana

No	Jenis Kegiatan	Alat Bantu yang Digunakan	Jenis Pesawat Sederhana
1	Memotong Kertas	Alat Pemotong Kertas	Tuas Jenis Kedua
2	Menggunting Rumput	Gunting	Tuas Jenis Pertama
3	Memotong Daging	Pisau	Bidang Miring
4	Mencabut Paku	Catut	Tuas Jenis Pertama
5	Mengerek Bendera	Katrol	Katrol Tetap
6	Naik Sepeda	Sepeda	Roda Berporos
dst. hingga 15 aktivitas			

2. Guru membimbing peserta didik untuk melakukan kegiatan mengidentifikasi keuntungan mekanik pesawat sederhana pada bagian “Ayo Kita Coba”. Kegiatan ini dilakukan secara berkelompok. Langkah percobaan mengikuti langkah-langkah yang tertera pada kegiatan.

### Mengidentifikasi Keuntungan Mekanik Pengungkit

Jika terdapat dua orang yang memiliki berat badan berbeda yaitu gemuk dan kurus ingin bermain jungkat-jungkit, maka di manakah posisi yang dapat diduduki orang yang gemuk jika orang yang kurus duduk di ujung kiri? Mari kita jawab pertanyaan ini dengan bantuan kegiatan berikut



Sumber: Dokumen Kemendikbud

Gambar Beberapa Jenis Katrol

#### Apa yang harus kamu persiapkan?

Set percobaan pengungkit seperti pada gambar

#### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Susunlah set percobaan seperti pada gambar
2. Tentukan sisi yang bertindak sebagai kuasa dan bertindak sebagai beban.
3. Gantungkan beban gantung pada sisi beban serta beban gantung lain pada sisi kuasa.
4. Atur jaraknya antara beban dan kuasa hingga posisinya seimbang.
5. Lakukan langkah 2-4 sebanyak 5 kali dengan menambah berat beban

( $F_b$ ), tetapi letak beban ( $l_b$ ) dan berat kuasa ( $F_k$ ) tetap. Amati dan catat datanya pada tabel pengamatan.

Tabel Data Hasil Pengamatan

No	$F_b$ (N)	$l_b$ (m)	$F_k$ (N)	$l_k$ ((m)	$F_b \times l_b$ (J)	$F_k \times l_k$ (J)	$\frac{F_b}{F_k}$	$\frac{l_k}{l_b}$
1								
2								
3								
4								
5								

Keuntungan mekanis tuas adalah perbandingan besarnya gaya beban dengan gaya kuasa. Tuliskan pada buku IPA kamu persamaannya dari data yang telah dicatat di tabel!

### Panduan untuk menjawab kegiatan Mengidentifikasi Keuntungan Mekanik Pengungkit

Setelah melakukan aktivitas tersebut peserta didik akan dapat mengetahui hubungan antara gaya kuasa dan gaya beban dengan keuntungan mekanik pengungkit. Dengan demikian, peserta didik akan dapat merumuskan keuntungan mekanik pengungkit.

Keuntungan mekanik pengungkit adalah perbandingan besarnya gaya beban dengan gaya kuasa. Berikut ini rumusan matematis keuntungan mekanik pengungkit.

$$KM = \frac{F_b}{F_k} = \frac{l_k}{l_b}$$

Keterangan:

KM : keuntungan mekanis

$F_b$  : gaya beban

$F_k$  : gaya kuasa

$l_k$  : lengan kuasa

$l_b$  : lengan beban

3. Guru membimbing peserta didik untuk melakukan persentasi tugas mengidentifikasi pesawat sederhana yang ada di lingkungan sekitar peserta didik. Karena terbatasnya waktu tatap muka, maka tidak harus semua peserta didik mempersentasikan tugasnya. Hal yang perlu diperhatikan disini adalah semua contoh pesawat sederhana dapat dimunculkan pada persentasi. Dengan demikian, diharapkan peserta didik dapat benar-benar mengetahui contoh pesawat sederhana yang terdapat di lingkungan sekitarnya.

## Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.
  - a. Pentingnya Pesawat Sederhana bagi Kehidupan  
Pesawat sederhana adalah alat yang dapat digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia.
  - b. Macam-macam Pesawat Sederhana dan Keuntungan Mekaniknya  
(1) Katrol, (2) roda berporos, (3) bidang miring, (4) pengungkit.
  - c. Contoh Pesawat Sederhana yang ada di sekitar peserta didik  
Ada banyak sekali contoh pesawat sederhana yang ada di sekitar peserta didik, yaitu  
(1) Gunting, termasuk pengungkit jenis pertama. (2) Pisau, termasuk bidang miring. (3) Tangga, termasuk bidang miring. (4) Katrol tunggal yang terpasang pada sumur, termasuk katrol tunggal. (5) Sekrup, termasuk bidang miring. (6) Steples, termasuk pengungkit jenis ketiga. (7) Gear sepeda, termasuk roda berporos. (8) Dongkrak mobil, termasuk pengungkit jenis ketiga. Dst.
2. Guru menugaskan peserta didik untuk menjawab pertanyaan pada kegiatan “Ayo Kita Selesaikan” dan mempelajari materi yang berikutnya.

### **Ayo Kita Selesaikan**

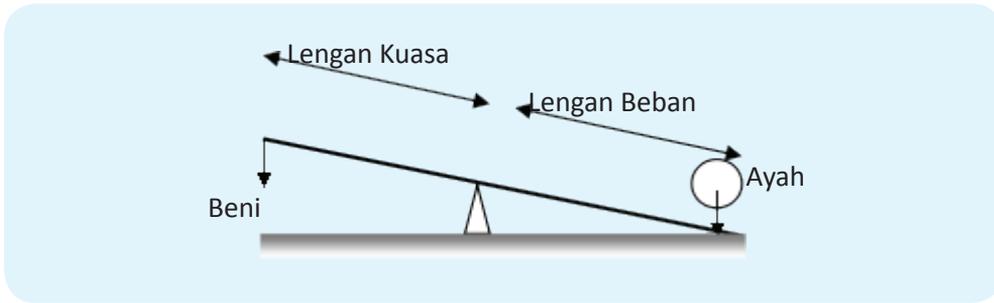
Beni dan ayahnya sedang bermain jungkat-jungkit di taman kota. Ketika tumpuan berada di tengah-tengah jungkat-jungkit, Beni tidak dapat mengangkat ayahnya. Bagaimanakah caranya agar Beni dan ayahnya dapat berjungkat-jungkit?

### **Jawaban “Ayo Kita Selesaikan”**

Apabila peserta didik mengalami kesulitan untuk menjawab pertanyaan ini, sebaiknya siswa diingatkan kembali dengan percobaan Mengidentifikasi Keuntungan Mekanik pengungkit.

Pada kondisi tersebut, berat badan ayah Beni lebih besar daripada berat badan Beni. Hal inilah yang menyebabkan Beni tidak bisa mengangkat ayahnya. Agar Beni dapat mengangkat ayahnya, maka Beni harus mengubah posisi duduknya ke belakang dan ayah Beni mengubah posisi duduknya ke depan.

Agar Beni dapat mengangkat ayahnya, maka Beni harus meningkatkan keuntungan mekanik jungkat-jungkit tersebut. Caranya adalah dengan mengubah posisi duduknya ke arah belakang. Dengan mengubah posisi duduknya ke arah belakang dan ayah Beni mengubah posisi duduknya ke depan. Dengan mengubah posisi duduknya ke belakang maka Beni akan dapat memperpanjang lengan kuasa. Dengan mengubah posisi duduk ayah Beni ke depan maka akan dapat memperpendek lengan beban. Dengan demikian, maka keuntungan mekaniknya akan semakin besar.



## Pertemuan ke 5 (3 JP)

### Pendahuluan

1. Guru menanyakan tugas yang diberikan kepada peserta didik pada pertemuan sebelumnya, yaitu menjawab pertanyaan yang terdapat pada bagian “Ayo Kita Selesaikan”.
2. Guru menginformasikan kepada peserta didik bahwa kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada hari ini ada 3. Kegiatan tersebut meliputi, mendiskusikan materi tentang prinsip kerja pesawat sederhana pada tubuh manusia, mengidentifikasi prinsip kerja pesawat sederhana pada tubuh manusia pada kegiatan “Ayo Kita Coba”, menjawab pertanyaan pada kegiatan “Ayo Kita Selesaikan” serta menjelaskan prosedur penyelesaian proyek.

### Inti

1. Peserta didik secara berkelompok melakukan kegiatan diskusi untuk memahami materi prinsip kerja pesawat sederhana pada tubuh manusia. Pada kegiatan ini diharapkan peserta didik dapat memahami bahwa pada tubuh manusia terdapat prinsip kerja pengungkit jenis I, II dan III.
2. Peserta didik secara berkelompok melakukan percobaan untuk membuktikan bahwa sekrup adalah salah satu contoh bidang miring. **Jangan lupa juga mengingatkan peserta didik untuk bekerjasama dengan teman satu kelompoknya dalam menyelesaikan tugas.**



### Ayo Kita Coba

#### Membuat Sekrup Sederhana

(Membuktikan Bahwa Sekrup adalah Salah Satu Contoh Bidang Miring)

#### Apa yang harus kamu persiapkan?

1. Paku besar
2. Kertas berbentuk segitiga siku-siku.

#### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Meletakkan paku besar di atas kertas segitiga. Perhatikan Gambar 2.25!
2. Gulunglah paku tersebut hingga mencapai ujung kertas! Amatilah bentuk kertas pada sisi gulungan.



Gambar 2.24 Kiri: Kertas Berbentuk Segitiga; Kanan: Posisi Kertas dan Paku

3. Berdasarkan pengamatanmu, buatlah kesimpulan yang berkaitan dengan bidang miring.

#### Jawaban “Ayo Kita Coba”

Percobaan berikut ini merupakan percobaan untuk membuktikan bahwa sekrup adalah salah satu contoh bidang miring. Apabila kertas berbentuk segitiga siku-siku tersebut digulung maka akan berbentuk seperti bagian ujung sekrup. Kesimpulan yang dapat diambil dari kegiatan ini adalah ‘sekrup merupakan salah satu contoh dari pesawat sederhana jenis bidang miring’.

3. Peserta didik dibimbing untuk menjawab soal yang terdapat pada bagian “Ayo kita selesaikan”.

#### ✓ Ayo Kita Selesaikan

Kegiatan A: mengangkat beban dengan tangan terlentang (tidak memanfaatkan kerja sendi yang ada diantara lengan atas dan lengan bawah).

Kegiatan B: mengangkat beban dengan kondisi tangan terlipat (memanfaatkan kerja sendi yang ada diantara lengan atas dan lengan bawah).

Mengapa kegiatan B lebih ringan dilakukan bila dibandingkan dengan kegiatan A?

Prinsip apakah yang sebenarnya berlaku pada aktivitas B?

#### Jawaban “Ayo Kita Selesaikan”

Kegiatan B lebih ringan dilakukan karena pada aktivitas ini memanfaatkan sendi antara lengan atas dan lengan bawah sebagai kuasa. Dengan adanya kuasa pada bagian sendi tersebut maka akan berlaku prinsip kerja pengungkit jenis III. Berbeda dengan kegiatan A, pada kegiatan ini tidak terdapat prinsip pengungkit, karena pada kondisi itu hanya terdapat titik tumpu (sendi yang terdapat di antara lengan atas dan tulang belikat) dan beban. Sebagaimana konsep yang telah dibahas sebelumnya, bahwa aktivitas akan lebih mudah serta ringan apabila dilakukan dengan pesawat sederhana

## Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan. Materi yang harus disimpulkan oleh peserta didik adalah tentang prinsip kerja pesawat sederhana pada otot dan rangka manusia.

### Prinsip Kerja Pesawat Sederhana pada Otot dan Rangka Manusia

Pada saat manusia melakukan suatu aktivitas, maka otot, tulang dan sendi akan bekerja bersama-sama. Prinsip kerja ketiganya seperti sebuah **pengungkit**, dimana tulang sebagai lengan, sendi sebagai titik tumpu dan kontraksi dan relaksasi otot memberikan gaya untuk menggerakkan bagian tubuh.

2. Guru memberikan penjelasan tentang proyek yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Proyek yang harus dikerjakan peserta didik terdapat pada bagian “Ayo Kita Kerjakan”. Tugas peserta didik adalah “Mengidentifikasi Kelainan atau Penyakit pada Sistem Gerak”. Guru hendaknya mengingatkan peserta didik, agar pada saat mengerjakan tugas ini peserta didik dapat mencari informasi dari koran, majalah ataupun media massa yang lainnya baik media massa, cetak, ataupun elektronik. Apabila memungkinkan peserta didik dapat mengunjungi puskesmas atau rumah sakit untuk mendapatkan informasi yang lebih banyak.
3. Guru menugaskan peserta didik belajar menghadapi tes pada pertemuan berikutnya.

## G. Penilaian

1. Jenis/teknik penilaian: tes tulis, pengamatan sikap, dan unjuk kerja
2. Bentuk instrumen dan instrumen: lembar tes tulis berbentuk essay yang tertera pada buku siswa dan lembar pengamatan untuk sikap dan keterampilan seperti yang tertera buku guru bagian penilaian.

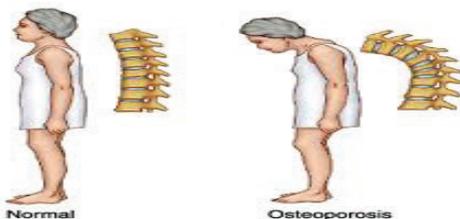
Tabel 2.3 Teknik Penilaian untuk Setiap Indikator

No.	KD	Indikator	Teknik Penilaian
1.	2.1	Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari.	Pengamatan sikap
	2.2	Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan.	Pengamatan sikap

2.	3.4.1	Mengidentifikasi jenis tulang penyusun sistem gerak manusia.	Tes tulis
	3.4.2	Mendeskripsikan struktur tulang manusia.	Tes tulis
	3.4.3	Mendeskripsikan fungsi sistem rangka bagi manusia.	Tes tulis
	3.4.4	Mendeskripsikan struktur otot manusia.	Tes tulis
	3.4.5	Mendeskripsikan fungsi otot bagi manusia.	Tes tulis
	3.4.6	Mengidentifikasi jenis sendi yang terdapat pada tubuh manusia.	Tes tulis
	3.5.1	Mengidentifikasi jenis pesawat sederhana yang terdapat di sekitar siswa.	Tes tulis
	3.5.2	Mendeskripsikan kegunaan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari.	Tes tulis
	3.5.3	Menjelaskan prinsip kerja pesawat sederhana pada otot dan rangka manusia.	Tes tulis
3.	4.4.1	Menyusun sebuah brosur tentang upaya menjaga kesehatan rangka manusia dikaitkan dengan zat gizi makanan dan perilaku sehari-hari.	Tes unjuk kerja
	4.5.1	Menyelidiki keuntungan mekanik pesawat sederhana	Tes unjuk kerja

## H. Program Remedial dan Pengayaan

Berdasarkan analisis hasil tes peserta didik yang belum memenuhi KKM di beri program remedial sedangkan yang sudah memenuhi KKM di beri program pengayaan, pelaksanaan program remedial dan pengayaan dapat di lihat pada Bagian Umum buku guru ini.



### Osteoporosis

Perlihatkan gambar di samping!  
Apakah istilah dari kelainan tulang pada gambar tersebut?

Apakah yang menyebabkan hal tersebut terjadi ?

Siapa saja yang beresiko mengalami keadaan tersebut?

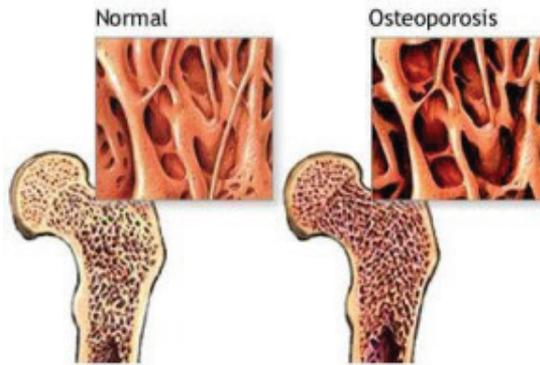
Osteoporosis berasal dari bahasa Yunani, *osteo* = tulang dan *porosis*= penuh dengan lubang. Osteoporosis adalah penyakit tulang keropos yang meningkatkan risiko patah tulang di usia tua. Menurut *National Institute of Health* (NIH), 2001 Osteoporosis adalah kelainan kerangka, ditandai dengan kekuatan tulang yang mengkhawatirkan dan dipengaruhi oleh meningkatnya risiko patah tulang. Secara singkat mekanisme terjadinya osteoporosis yaitu jumlah kalsium yang sedikit dalam plasma akan memacu terjadinya absorpsi kalsium pada tulang yang akan mengakibatkan kerapuhan pada tulang (Wardlaw, et.al. 2007).

Osteoporosis umumnya terjadi pada orang dewasa dan orang tua. Namun ada juga kasus osteoporosis yang ditemukan pada anak dan remaja. Osteoporosis pada orang tua biasanya disebabkan oleh terbentuknya hormon lebih sedikit, sehingga osteoblast sebagai pembentuk tulang kurang aktif, dan massa tulangpun jadi berkurang. Selain itu tingkat pembuatan sel tulang baru lebih rendah dari tingkat kehilangan/kerusakan sel tulang. Bila hal itu terjadi, tulang akan kehilangan mineral, massa dan struktur sehingga membuatnya lemah dan mudah patah.

### **Jenis-Jenis dan Penyebab Osteoporosis**

- 1. Osteoporosis postmenopausal**, yaitu osteoporosis yang terjadi pasca wanita manopause, hal ini dikarenakan adanya kekurangan estrogen (hormon utama pada wanita), yang membantu mengatur pengangkutan kalsium ke dalam tulang pada wanita. Biasanya gejala timbul pada wanita yang berusia di antara 51-75 tahun, tetapi bisa mulai muncul lebih cepat ataupun lebih lambat. Tidak semua wanita memiliki risiko yang sama untuk menderita osteoporosis postmenopausal, wanita kulit putih dan daerah timur lebih mudah menderita penyakit ini daripada wanita kulit hitam.
- 2. Osteoporosis senilis**, merupakan akibat dari kekurangan kalsium yang berhubungan dengan usia dan ketidakseimbangan diantara kecepatan hancurnya tulang dan pembentukan tulang yang baru. Senilis berarti bahwa keadaan ini hanya terjadi pada usia lanjut. Penyakit ini biasanya terjadi pada usia diatas 70 tahun dan 2 kali lebih sering menyerang wanita. Wanita seringkali menderita osteoporosis senilis dan postmenopausal.
- 3. Osteoporosis sekunder**, dialami kurang dari 5% penderita osteoporosis, yang disebabkan oleh keadaan medis lainnya atau oleh obat-obatan. Penyakit osteoporosis bisa disebabkan oleh gagal ginjal kronis dan kelainan hormonal (terutama tiroid, paratiroid dan adrenal) dan obat-obatan (misalnya kortikosteroid, barbiturat, anti-kejang dan hormon tiroid yang berlebihan). Pemakaian alkohol yang berlebihan dan merokok bisa memperburuk keadaan osteoporosis.

4. **Osteoporosis juvenil idiopatik**, merupakan jenis osteoporosis yang penyebabnya belum diketahui. Hal ini terjadi pada anak-anak dan dewasa muda yang memiliki kadar dan fungsi hormon yang normal, kadar vitamin yang normal dan tidak memiliki penyebab yang jelas dari rapuhnya tulang (Mulyaningsih, 2008 dan Wardlaw, et.al. 2007).



### Diagnosis

Osteoporosis didiagnosis melalui pengukuran kerapatan tulang (*Bone Mineral Density*). Hasil pengukuran dikenal dengan nama T-score, yaitu jumlah standar variasi di atas atau di bawah rata-rata BMD pria/wanita sehat usia 30 tahun. *World Health Organization* (WHO) memberikan klasifikasi BMD sebagai berikut.

Definisi WHO mengenai Osteoporosis Menurut T-Score		
Nilai	Contoh	Kategori BMD
-1 ke atas	1.0 0.5 0 -0.5 -1.0	Normal
-1 s.d. -2.5	-1.5 -2.0	Osteopenia
-2.5 ke bawah	-2.5 -3.0 -3.5 -4.0	Osteoporosis

T score di atas -1 adalah normal. Bila seseorang memiliki T score antara -1.0 dan -2.5, maka dapat dikatakan ia mengidap osteopenia (kerapatan tulang rendah, tetapi belum dianggap rawan). Seseorang disebut terkena Osteoporosis bila T score nya -2.5 atau lebih rendah.

### Siapa yang berisiko?

Baik perempuan maupun laki-laki sama-sama rentan terkena osteoporosis bila mereka gagal mendapatkan kerapatan tulang maksimal di usia 30 tahun. **Peak BMD** (BMD saat usia 30 tahun) diketahui memiliki pengaruh terbesar terhadap perkembangan osteoporosis. Kenaikan *peak BMD* sebesar 10%, misalnya, dapat menanggukhan osteoporosis hingga 13 tahun.

Perempuan lebih berisiko terkena dibandingkan laki-laki. Hal ini disebabkan perempuan memiliki *peak BMD* lebih rendah dan karena kecepatan kehilangan massa tulang meningkat akibat perubahan hormonal pasca menopause. Namun mengingat bahwa anak-anak dapat juga terkena penyakit ini, maka dianjurkan untuk mendeteksi keadaan tulang sejak dini.

### Pencegahan dan Perawatan

Osteoporosis dapat dicegah dan dihambat dengan konsumsi makanan yang berkadar kalsium dan vitamin D tinggi, olahraga yang menahan beban tubuh (berjalan, berlari, push-up) atau beban lain (angkat barbel, dan lain-lain) dan gaya hidup sehat (menghentikan rokok, minuman beralkohol dan berkafein). Merokok dan kafein meningkatkan sekresi kalsium di urin sehingga mempercepat pengeroposan tulang. Alkohol dapat mengganggu fungsi hati/ginjal dalam proses metabolisme kalsium.

Obat-obatan sejenis *calcitonin*, *alendronate* dan *risedronate* dapat menghambat osteoporosis, tetapi harus dikonsumsi dengan resep dokter. Dokter akan memberikannya setelah mempertimbangkan tingkat kesehatan dan risiko seseorang terkena patah tulang di masa mendatang.

## I. Interaksi dengan Orangtua

Komunikasi dengan orang tua dapat menggunakan buku penghubung, yang dapat dilihat kembali pada Bagian Umum buku guru ini.

## J. Kunci Uji Kompetensi pada Buku Siswa

### a. Pilihan Ganda

- |      |       |
|------|-------|
| 1. D | 6. C  |
| 2. A | 7. B  |
| 3. A | 8. D  |
| 4. D | 9. B  |
| 5. D | 10. B |

### b. Uraian

- Jawaban:
  - Nama otot: otot jantung, lokasi otot: jantung, ciri-ciri: memiliki garis-garis seperti otot rangka.

- b) Nama otot: otot polos, lokasi otot: organ dalam manusia (dinding lambung, usus halus, rahim, dll), ciri-ciri: tidak bergaris-garis, berbentuk gelendong.
- c) Nama otot: otot rangka, lokasi otot: melekat pada tulang, sehingga tulang dapat bergerak, ciri-ciri: memiliki garis-garis melintang, sehingga otot ini disebut dengan otot lurik.
2. Gambar tersebut adalah pengungkit jenis pertama, karena posisi titik tumpu berada di antara kuasa dan beban. Contoh benda yang menggunakan prinsip kerja pengungkit tersebut adalah, jungkat-jungkit, gunting.
3. Persendian di antara tulang tengkorak dan tulang leher (sendi putar).
- a) Sendi pada siku, sendi pada lutut (sendi engsel).
- b) Sendi pada ibu jari (sendi pelana) sendi pada empat jari yang lain (sendi engsel)
- c) Sendi pada pergelangan tangan dan kaki (sendi geser)
- d) Sendi antara tulang lengan atas dan tulang belikat (sendi peluru).
4. Karena otot merupakan alat gerak aktif yang dapat menggerakkan tulang yang ada di seluruh tubuh manusia. Otot dapat menggerakkan tulang jika otot melakukan kontraksi. Proses kontraksi otot membutuhkan energi. Kontraksi yang dilakukan oleh otot berlangsung sangat sering, sesering ketika manusia melakukan aktifitas. Sehingga sel otot membutuhkan lebih banyak energy dari pada sel lainnya.
5. Diketahui:  
 Pengungkit A:  $L_K = 20 \text{ cm}$ ;  $L_B = 120 \text{ cm}$   
 Pengungkit B:  $L_K = 80 \text{ cm}$ ;  $L_B = 60 \text{ cm}$   
 Ditanya:  
 Pengungkit yang memerlukan energi paling sedikit jika digunakan.  
 Jawab:
- a) KM (Keuntungan Mekanik) A :  $\frac{LK \text{ (Lengan Kuasa)}}{LB \text{ (Lengan Beban)}} = \frac{20}{120} = \frac{1}{6}$
- b) KM (Keuntungan Mekanik) B :  $\frac{LK \text{ (Lengan Kuasa)}}{LB \text{ (Lengan Beban)}} = \frac{80}{60} = 1 \frac{1}{3}$
- Jadi pengungkit yang memerlukan energi paling sedikit jika digunakan adalah pengungkit B, karena semakin besar keuntungan mekanik pesawat sederhana, maka semakin kecil energi yang diperlukan.
6. Jawaban:
- a. Balok pada gambar A akan bergerak lebih cepat dibandingkan balok pada gambar B. Hal ini disebabkan karena kecilnya gaya gesek antar

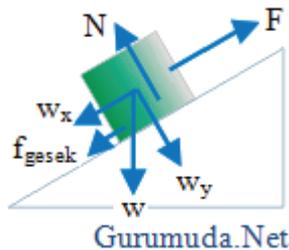
balok dengan bidang miring yang licin pada gambar A, sedangkan balok pada gambar B akan bergerak lebih lambat karena besarnya gaya gesekan antar balok dengan bidang yang kasar.

- b. Untuk mempermudah pergerakan balok ke arah atas maka dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan pesawat sederhana seperti katrol atau dengan member roda untuk mengurangi gesekan antar balok dengan bidang miring.



- c. Gaya yang terlibat adalah gaya normal dan gaya gesek

7.



**Diketahui:**

Massa ( $m$ ) = 4 kg

Percepatan gravitasi ( $g$ ) = 10 m/s<sup>2</sup>

Koefisien gesek statis = 0,4

Koefisien gesek kinetis = 0,2

Berat balok ( $w$ ) =  $m g = (4)(10) = 40$  Newton

$w_x = w \sin 30^\circ = (40)(0,5) = 20$  Newton

$w_y = w \cos 30^\circ = (40)(0,5\sqrt{3}) = 20\sqrt{3}$  Newton

Gaya normal ( $N$ ) =  $w_y = 20\sqrt{3}$  Newton

Gaya gesek statis ( $f_s$ ) =  $(0,4)(20\sqrt{3}) = 8\sqrt{3}$  Newton

Gaya gesek kinetis ( $f_k$ ) =  $(0,2)(20\sqrt{3}) = 4\sqrt{3}$  Newton

$F = 40$  Newton

**Ditanya:**

Apakah balok diam atau bergerak ? jika bergerak, tentukan resultan gaya yang mempercepat balok dan percepatan balok!

**Jawab:**

Balok bergerak ke bawah jika  $F < w_x + f_s$ . Balok bergerak ke atas jika  $F > w_x + f_s$ .  $F = 40$  Newton,  $w_x = 20$  Newton dan  $f_s = 8\sqrt{3} = 13,6$  Newton maka disimpulkan balok bergerak ke atas karena  $F$  lebih besar dari  $w_x + f_s$ .

a. **Resultan gaya yang mempercepat balok**

Ketika balok bergerak, gaya gesek yang bekerja pada balok adalah gaya gesek kinetis ( $f_k$ ).

$$\sum F = F - w_x + f_k = 40 - 20 - 8\sqrt{3} = 40 - 20 - 13,6 = 6,4 \text{ Newton}$$

$$\sum F = m a$$

$$6,4 = (4) a$$

$$a = 1,6$$

b. **Besar dan arah percepatan balok**

Besar percepatan balok adalah  $1,6 \text{ m/s}^2$  dan arah percepatan balok adalah ke atas.

### C. Pemecahan Masalah

1. Maksud dari penulis adalah memberikan informasi tentang beberapa cedera yang mungkin terjadi pada pemain sepak bola. Selain itu juga memberikan informasi tentang kriteria sepatu olahraga yang sesuai untuk pemain bola.
2. Kriteria tersebut adalah Pertama, sepatu harus memberikan perlindungan eksterior, melindungi kaki dari benturan bola atau pemain lain, mengatasi ketidakrataan di tanah, dan menjaga kaki hangat dan kering bahkan ketika udara dingin dan hujan. Kedua, sepatu harus mendukung kaki, khususnya sendi pergelangan kaki untuk menghindari keseleo, pembengkakan dan masalah lain, yang bahkan dapat mempengaruhi lutut. Ketiga, sepatu juga harus memberikan pemain dengan stabilitas yang baik sehingga mereka tidak terpeleset di tanah basah atau selip pada permukaan yang terlalu kering. Keempat, sepatu harus meredam guncangan, terutama yang dialami voli dan bola basket pemain yang selalu melompat.

## K. Proyek

### Tugas Proyek

#### Mengidentifikasi Kelainan atau Penyakit pada Sistem Gerak

##### Apa yang harus kamu persiapkan?

Buku, kertas HVS (1 – 2 lembar) dan alat tulis

##### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Bersama dengan anggota kelompokmu identifikasilah satu jenis kelainan atau penyakit yang menyerang sistem gerak yang terjadi pada orang-orang disekitarmu! Carilah informasi dari koran, majalah ataupun media massa yang lainnya baik media massa cetak ataupun elektronik. Apabila memungkinkan pergilah ke puskesmas atau rumah sakit untuk mendapatkan informasi yang lebih banyak.
2. Tulislah brosur tentang upaya yang dapat kamu lakukan untuk menjaga kesehatan rangka tubuhmu! Kaitkan dengan zat gizi yang dapat diperoleh dari makanan yang kamu konsumsi serta kaitkan pula dengan perilaku sehari-hari. **Bekerjasamalah dengan teman satu kelompokmu serta gunakan pula kreatifitasmu untuk menyusun brosur ini!**
3. Jika telah selesai, tempelkan brosur kamu di mading kelasmu agar dapat dibaca oleh temanmu yang lain.

Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh siswa selama ± dua minggu. Pada minggu pertama, peserta didik mencari informasi dari koran, majalah ataupun media massa yang lainnya baik media massa cetak ataupun elektronik tentang kelainan atau penyakit yang menyerang sistem gerak. Kemudian pada minggu kedua, peserta didik menyusun brosur. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru.

Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dengan disesuaikan tugas peserta didik.



# Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan serta Pemanfaatannya dalam Teknologi

## A. Pengantar

Bab III pada buku ini memuat materi **Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan serta Pemanfaatannya dalam Teknologi**. Pada Bab III akan dibahas struktur dan fungsi organ tumbuhan, yang mencakup struktur dan jaringan pada akar, batang dan daun, serta membahas berbagai ide teknologi sederhana yang dapat muncul yang terilhami dari struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan misalnya desain bangunan.

## B. KI dan KD pada Materi Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan serta Pemanfaatannya dalam Teknologi

Berikut ini adalah KI, KD dan Indikator Pencapaian Kompetensi Bab III tentang Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan serta Pemanfaatannya dalam Teknologi. KI dan KD diambil dari Lampiran Permen Dikbud No 68 tahun 2013. Indikator yang tercantum pada buku ini dapat lebih dikembangkan lagi oleh guru.

Tabel 3.1. KI, KD dan Indikator Pencapaian Kompetensi Bab III tentang Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan serta Pemanfaatannya dalam Teknologi

<b>Kompetensi Inti</b>	3. Memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata
<b>Kompetensi Dasar</b>	3.2. Menjelaskan keterkaitan struktur jaringan tumbuhan dan fungsinya, serta berbagai pemanfaatannya dalam teknologi yang terilhami oleh struktur tersebut
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
3.2.1. Mendeskripsikan struktur jaringan yang menyusun akar jaringan pada tumbuhan 3.2.2 Mendeskripsikan struktur jaringan yang menyusun batang 3.2.3 Mengidentifikasi struktur jaringan yang menyusun daun	

3.2.4 Menjelaskan hubungan antara struktur dan fungsi jaringan di akar 3.2.5 Menjelaskan hubungan antara struktur dan fungsi jaringan di batang 3.2.6 Menjelaskan hubungan antara struktur dan fungsi jaringan di daun 3.2.7 Membandingkan struktur jaringan yang menyusun akar, batang dan daun 3.2.8. Menunjukkan pemanfaatan teknologi yang terilhami struktur tumbuhan	
<b>Kompetensi Inti</b>	4. Mengolah, menyaji, dan menalar dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori
<b>Kompetensi Dasar</b>	4.2 Melakukan pengamatan terhadap struktur jaringan tumbuhan, serta menghasilkan ide teknologi sederhana yang terilhami oleh struktur tersebut (misalnya desain bangunan)
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
4.2.1 Mengumpulkan data berdasarkan hasil pengamatan struktur jaringan tumbuhan (akar, batang, daun) dan membuat laporannya 4.2.2 mengidentifikasi berbagai fakta mengenai berbagai ide teknologi sederhana yang terilhami oleh struktur jaringan tumbuhan	

## C. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada Bab III, peserta didik diharapkan dapat melakukan hal-hal berikut.

1. Mendeskripsikan struktur jaringan yang menyusun akar jaringan pada tumbuhan.
2. Mendeskripsikan struktur jaringan yang menyusun batang.
3. Mengidentifikasi struktur jaringan yang menyusun daun.
4. Menjelaskan hubungan antara struktur dan fungsi jaringan di akar.
5. Menjelaskan hubungan antara struktur dan fungsi jaringan di batang.
6. Menjelaskan hubungan antara struktur dan fungsi jaringan di daun.
7. Mendeskripsikan proses fotosintesis yang terjadi pada daun.
8. Mengidentifikasi bahan yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis dan hasil dan proses fotosintesis.
9. Membandingkan struktur jaringan yang menyusun akar, batang dan daun.
10. Menunjukkan pemanfaatan dalam teknologi yang terilhami oleh struktur jaringan pada tumbuhan.
11. Mengumpulkan data berdasarkan hasil pengamatan dan melaporkannya
12. mengidentifikasi berbagai fakta mengenai berbagai ide teknologi sederhana yang terilhami oleh struktur jaringan tumbuhan.

## D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab III tentang Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan serta Pemanfaatannya dalam Teknologi memerlukan waktu 15 jam atau 6 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 6 TM tersebut adalah sebagai berikut

Tabel 3.2. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pertemuan ke	Materi	JP
1	Struktur dan fungsi organ tumbuhan <ul style="list-style-type: none"><li>Mengidentifikasi organ yang ada pada tanaman</li></ul>	3 jp
2	Akar <ul style="list-style-type: none"><li>Pengamatan struktur anatomi akar</li><li>Mengidentifikasi berbagai akar temodifikasi disekitar siswa</li></ul>	2 jp
3	Batang <ul style="list-style-type: none"><li>Pengamatan struktur anatomi batang</li><li>Melakukan percobaan mengenai kerja xilem dalam transpor air</li><li>Mengidentifikasi berbagai batang termodifikasi di sekitar siswa</li></ul>	3 jp
4	Daun <ul style="list-style-type: none"><li>Melakukan pengamatan struktur anatomi daun</li><li>Melakukan praktikum Sach untuk membuktikan adanya fotosintesis yang merupakan fungsi dari daun</li></ul>	2 jp
5	Pemanfaatan struktur jaringan tumbuhan dalam teknologi <ul style="list-style-type: none"><li>Melakukan diskusi berbagai ide teknologi yang terilhami dari struktur dari jaringan tumbuhan.</li></ul>	3 jp
6	Tes Tulis	2 jp

## E. Materi Esensial

1. Struktur jaringan yang menyusun jaringan akar tumbuhan dari luar ke dalam adalah epidermis, korteks, endodermis, dan silinder pusat.
2. Struktur dan fungsi jaringan di akar. Sel-sel epidermis tersusun rapat satu dengan yang lain, tanpa ruang antar sel. **Epidermis** berfungsi melindungi jaringan di bawahnya. Epidermis dapat membentuk bulu-bulu akar yang berfungsi untuk memperluas bidang penyerapan. **Korteks**, memiliki susunan sel yang tidak rapat sehingga banyak ruang antar sel

untuk pertukaran gas. Jaringan korteks juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan. **Endodermis**, tersusun atas selapis sel yang menjadi pembatas antara korteks dan silinder pusat. Pita Kaspary pada endodermis berfungsi mengatur jalannya larutan yang diserap dari tanah masuk ke silinder pusat. **Silinder pusat atau stele**, tersusun atas jaringan pembuluh pengangkut dan jaringan-jaringan lain. Berkas-berkas pembuluh pengangkut terdiri atas xilem dan floem. Xilem atau pembuluh kayu berfungsi untuk mengangkut air dari akar melalui batang ke daun. Floem atau pembuluh tapis berfungsi untuk mengangkut hasil fotosintesis dari daun keseluruh bagian tumbuhan.

3. Fungsi akara antara lain untuk menambatkan tubuh tumbuhan pada substrat (tanah), menyerap air dan garam-garam mineral terlarut dari substrat (tanah), membantu menegakkan batang, dan pada beberapa tumbuhan akar dapat berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan
4. Struktur jaringan yang menyusun batang pada tumbuhan dari luar ke dalam adalah epidermis, kortek, dan silinder pusat. Pada batang dewasa, jika epidermis rusak maka lapisan epidermis digantikan oleh jaringan felogen atau kambium gabus. Di bawah epidermis terdapat jaringan **korteks**. **Jaringan kortek** dan batang memiliki fungsi seperti halnya pada akar. Jaringan di bawah kortek adalah jaringan pembuluh tapis (**floem**) yang berfungsi mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tumbuhan. Pada bagian dalam dari floem ditemukan adanya berkas pengangkut yang disebut dengan **pembuluh kayu (xilem)**, yang berfungsi untuk mengangkut air dan zat hara dari akar ke daun, xilem juga dapat berfungsi sebagai jaringan penguat. Seperti halnya pada akar di bagian terdalam batang juga tersusun atas empulur batang. Pada tumbuhan dikotil, diantara floem dan xilem dibatasi oleh **kambium**. Jaringan kambium mempunyai sifat selalu membelah yang menyebabkan diameter batang bertambah besar.
5. Batang berfungsi untuk menopang tubuh tumbuhan dan mengarahkan posisi daun agar memperoleh cahaya matahari yang cukup. Batang merupakan organ utama yang berfungsi dalam transportasi air dan zat makanan.
6. Daun merupakan bagian tubuh tumbuhan yang paling banyak mengandung klorofil, sehingga fungsi utama daun adalah tempat berlangsungnya kegiatan fotosintesis
7. Struktur jaringan yang menyusun daun terdiri dari lapisan-lapisan sel. Dari permukaan atas ke bawah, urutan jaringan penyusun daun adalah sebagai berikut: epidermis atas, parenkim palisade (jaringan tiang), parenkim sponsa (jaringan bunga karang), dan epidermis bawah. Epidermis atas pada beberapa tumbuhan mengalami modifikasi menjadi berbagai

bentuk lain misalnya menjadi stomata, trikoma, dan sel kipas, sehingga tidak hanya berfungsi sebagai pelindung jaringan di bawahnya, akan tetapi memiliki fungsi-fungsi tambahan. Stomata berfungsi untuk keluar masuknya udara. Pada lapisan di bawah jaringan epidermis ditemukan adanya jaringan mesofil (jaringan dasar), yang terletak di antara epidermis atas dan epidermis bawah. Mesofil pada daun dikotil berdiferensiasi menjadi dua parenkim yang terdiri dari 1) parenkim palisade (jaringan tiang) yang terdiri dari sel-sel berbentuk silinder, tersusun rapat dan mengandung banyak kloroplas, dan 2) parenkim spons (jaringan bunga karang) yang tersusun dari sel-sel yang tidak teratur tersusun renggang dan mengandung lebih sedikit kloroplas. Di bawah jaringan mesofil ditemukan adanya jaringan pengangkut, yang terdiri dari xilem dan floem. Xilem berfungsi untuk mengangkut air dan mineral dari tanah, sedangkan floem berfungsi untuk mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan.

8. Tumbuhan yang dapat memanfaatkan energi cahaya matahari untuk fotosintesis adalah tumbuhan yang memiliki klorofil. Bahan untuk fotosintesis adalah molekul air ( $H_2O$ ) dan karbon dioksida ( $CO_2$ ). Pada proses fotosintesis akan terbentuk glukosa (molekul gula) dan oksigen ( $O_2$ ).

## F. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab III tentang Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan serta Pemanfaatannya dalam Teknologi, guru dapat menerapkan pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL), *Inquiry Learning Cycle*, atau model pembelajaran lain, yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

### Pertemuan 1 ( 3 JP)

#### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi dan motivasi dengan menunjukkan fenomena atau menunjukkan tanaman didepan kelas dan membandingkan dengan salah satu peserta didik, apa mereka sama-sama makhluk hidup? Bagaimana mereka dapat hidup untuk memenuhi kebutuhannya? Apakah terdapat perbedaan?
2. Guru menyampaikan kepada peserta didik tujuan pembelajaran dan nilai yang diperoleh setelah mempelajari bab III yang tertera pada bagian "Mengapa Penting?"
3. Guru menginformasikan pada peserta didik tentang kegiatan yang akan dilakukan

### Inti

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan untuk mengidentifikasi organ yang ada pada tanaman pada kegiatan 'Ayo Kita Coba'. Sebelum mengidentifikasi bacalah dari literatur tentang organ yang menyusun tumbuhan. Untuk menunjang tercapainya KI-2, jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya. Data yang diperoleh dituliskan pada buku IPA.
2. Guru membimbing peserta didik melakukan kegiatan menganalisis struktur dan mengidentifikasi organ yang ditemukan pada tanaman, mengikuti langkah-langkah yang ada di buku siswa.



### Ayo Kita Coba

#### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Bersama kelompokmu, identifikasilah organ-organ tumbuhan pada gambar di bawah ini!
2. Tuliskan nama organ dan fungsinya pada abjad yang ditunjuk!



A

Nama organ:.....  
Fungsi:.....

B

Nama organ:.....  
Fungsi:.....

C

Nama organ:.....  
Fungsi:.....

#### Jawaban dari kegiatan Ayo Kita Coba

##### Organ yang ada pada tumbuhan adalah:

###### a. Daun

Merupakan bagian tubuh tumbuhan yang paling banyak mengandung klorofil, sehingga fungsi utama daun adalah tempat berlangsungnya kegiatan fotosintesis.

#### b. Batang

Secara umum, batang mempunyai fungsi sebagai berikut.

- Sebagai tempat pengangkutan air dan unsur hara dari akar menuju daun.
- Memperluas tajuk tumbuhan untuk efisiensi penangkapan cahaya matahari.
- Penyokong tumbuhan.
- Pada tumbuhan tertentu, batang dapat berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan, misalnya umbi dan rimpang.

#### c. Akar

Secara umum, akar mempunyai fungsi sebagai berikut.

- Menambatkan tubuh tumbuhan pada substrat (tanah).
- Menyerap air dan garam-garam mineral terlarut dari substrat (tanah).
- Membantu menegakkan batang.
- Pada beberapa jenis tanaman dapat berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan.

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk mengambil kesimpulan mengenai struktur dan fungsi organ-organ yang mendukung kehidupan tumbuhan.

#### **Kesimpulan:**

- 1) Tumbuhan memiliki organ-organ yang mendukung kehidupan tumbuhan.
- 2) Akar, berfungsi untuk menambatkan tubuh tumbuhan pada tanah dan menyerap air dan garam-garam mineral yang terlarut dalam tanah.
- 3) Batang, berfungsi untuk penyokong tanaman, pengangkutan air dan unsur hara dari akar.
- 4) Daun, berfungsi untuk tempat berlangsungnya fotosintesis.
- 5) Bunga, berfungsi sebagai alat reproduksi generatif
- 6) Buah, berfungsi sebagai tempat pembentukan embrio tumbuhan yang terbentuk dari proses pembuahan.

Pada beberapa organ misalnya akar dan batang memiliki fungsi tambahan sebagai organ penyimpan cadangan makanan.

2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya yaitu kegiatan 'Ayo Kita Coba' dengan melakukan observasi jaringan yang menyusun akar tumbuhan.

## Pertemuan kedua (2JP)

### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi mengaitkan materi pada pertemuan 1 tentang struktur dan fungsi organ tumbuhan dengan materi yang akan dipelajari yaitu struktur dan fungsi akar, dengan menanyakan organ yang harus dimiliki oleh tumbuhan adalah akar, bagaimana struktur anatomi akar untuk menjalankan fungsinya?
2. Guru menginformasikan pada peserta didik mengapa kegiatan yang akan dilakukan yaitu mengamati struktur morfologi dan jaringan yang menyusun anatomi akar pada kegiatan 'Ayo Kita Coba' serta mengobservasi akar yang termodifikasi pada kegiatan 'Ayo Kita Lakukan'.

### Inti

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan mengamati "Struktur Jaringan yang Menyusun Anatomi Akar Tumbuhan" pada kolom Ayo Kita Coba dan kegiatan "Mengidentifikasi Berbagai Akar yang Termodifikasi Fungsinya" pada kolom "Ayo Kita Lakukan". Lakukan kegiatan ini dengan hati-hati dan cermat untuk mencapai KI 2.



### Ayo Kita Coba

#### Pengamatan Struktur Morfologi dan Anatomi Akar Tumbuhan

**Judul kegiatan :** Pengamatan organ pada akar tumbuhan

#### Apa yang kamu perlukan?

1. Mikroskop
2. Silet
3. Nampan
4. Kecambah kacang tanah umur 7 hari
5. Kecambah jagung umur 7 hari
5. Kaca benda dan kaca penutup
6. Pipet tetes
7. Air

#### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Amatilah bentuk akar pada kecambah kacang tanah dan kecambah jagung.
2. Identifikasilah, apakah akar yang diamati termasuk akar serabut atau akar tunggang?
3. Buatlah sayatan melintang pada akar dari tumbuhan kacang tanah dan jagung menggunakan silet ! **Usahakan irisan setipis mungkin dan berhati-hatilah ketika menggunakan silet, karena dapat melukai tanganmu.**
4. Letakkan sayatan akar pada kaca benda yang terpisah yang telah ditetesi dengan air. Letakkan sayatan akar tersebut pada kaca benda yang terpisah.
5. Tutuplah kedua kaca benda tersebut dengan kaca penutup.

- Amatilah kedua preparat yang telah dibuat menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40 kali.
- Gambarkan bagian-bagian yang teramati dan beri keterangan.
- Bandingkan struktur jaringan pada organ akar yang kamu amati dengan gambar yang ada pada buku.
- Catatlah data pengamatan pada tabel berikut.

Isikan data pengamatanmu.

Organ tumbuhan yang diamati	Gambar morfologi akar*	Sistem perakaran (serabut/tunggang)	Gambar anatomi akar*
Akar kacang tanah			
Akar jagung			

\*Berikan Keterangan bagian-bagian penyusunnya

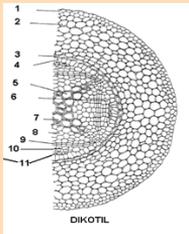
**Ayo pikirkan!**

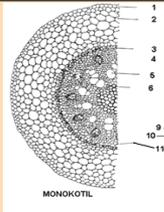
- Jaringan apa sajakah yang menyusun akar?
- Sebutkan perbedaan jaringan yang menyusun akar pada tumbuhan kacang tanah dan jagung!

**Coba simpulkan hasil pengamatanmu!**

**Alternatif jawaban “Ayo kita coba”**

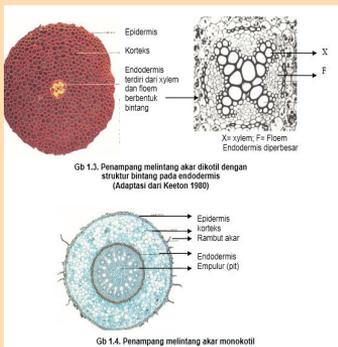
**Data Pengamatan**

Organ tumbuhan yang diamati	Gambar morfologi akar	Jenis akar (serabut/tunggang)	Gambar anatomi akar
Akar kacang tanah	 <p>Sumber: Dokumen Kemdikbud</p>	Sistem perakaran tunggang	 <p>DIKOTIL</p> <p>1. epidermis; 2. korteks; 3. endodermis; 4. perisikel; 5. xilem; 6. parenkima; 7. xilem primer; 8. xilem sekunder; 9. kambium; 10. floem sekunder; 11. floem primer</p>

<p>Akar jagung</p>		<p>Sistem perakaran serabut</p>	 <p>1. epidermis; 2. korteks; 3. endodermis; 4. perisikel; 5. xilem; 6. parenkima; 7. xilem primer; 8. xilem sekunder; 9. kambium; 10. floem sekunder; 11. floem primer</p>
--------------------	---	---------------------------------	---

**"Ayo Pikirkan"**

- Jaringan yang menyusun akar adalah Epidermis, korteks, endodermis dan silinder pusat (dalam silinder pusat terdapat perisikel, berkas pengangkut (xilem dan floem), dan empulur).
  - Perbedaan jaringan pada tanaman dikotil dan monokotil.  
 Tanaman monokotil → letak xilem dan floem berselang-seling membentuk lingkaran  
 Tanaman dikotil → xilem berbentuk bintang dan berada di silinder pusat akar. Sedangkan floem mengelilingi xilem. Diantara xilem dan floem terdapat kambium.
- Kesimpulan
- Sistem perakaran pada monokotil adalah serabut, sedangkan sistem perakaran pada dikotil adalah tunggang.
  - Perbedaan jaringan yang menyusun akar pada dikotil dan monokotil adalah pada silinder pusat yaitu pada susunan berkas pengangkut. Pada monokotil tidak ada kambium, pada dikotil ada kambium.
- Guru membimbing siswa melakukan kegiatan "Mengamati struktur jaringan yang menyusun anatomi akar tanaman" dengan mengidentifikasi jaringan epidermis, korteks, endodermis dan berkas pengangkut pada kolom Ayo Kita Coba.



Gb 1.3. Penampang melintang akar dikotil dengan struktur bintang pada endodermis (Adaptasi dari Keeton 1989)

Gb 1.4. Penampang melintang akar monokotil

**Jawaban perlu dibimbing**

Selain siswa mampu mengidentifikasi dari susunan jaringan pada akar. Siswa juga mampu mengidentifikasi perbedaan jaringan pada akar dikotil dan monokotil, seperti pada gambar. Sehingga mampu membedakan susunan jaringan akar.

Pada akar muda bila dilakukan potongan melintang akan terlihat bagian-bagian dari luar ke dalam.

- Epidermis
- Korteks
- Endodermis
- Silinder Pusat/Steles

### **Epidermis**

Susunan sel-selnya rapat dan setebal satu lapis sel, dinding selnya mudah dilewati air. Bulu akar merupakan modifikasi dari sel epidermis akar, bertugas menyerap air dan garam-garam mineral terlarut, bulu akar memperluas permukaan akar.

### **Korteks**

Letaknya langsung di bawah epidermis, sel-selnya tidak tersusun rapat sehingga banyak memiliki ruang antar sel. Sebagian besar dibangun oleh jaringan parenkim.

### **Endodermis**

Merupakan lapisan pemisah antara korteks dengan silinder pusat. Sel-sel endodermis dapat mengalami penebalan zat gabus pada dindingnya dan membentuk seperti titik-titik, dinamakan titik Caspary. Pada pertumbuhan selanjutnya penebalan zat gabus sampai pada dinding sel yang menghadap silinder pusat, bila diamati di bawah mikroskop akan tampak seperti huruf U, disebut sel U, sehingga air tak dapat menuju ke silinder pusat. Tetapi tidak semua sel-sel endodermis mengalami penebalan, sehingga memungkinkan air dapat masuk ke silinder pusat. Sel-sel tersebut dinamakan sel penerus/sel peresap.

### **Silinder Pusat/Steles**

Silinder pusat/ steles merupakan bagian terdalam dari akar. Terdiri dari berbagai macam jaringan :

1. Persikel/ Perikambium. Merupakan lapisan terluar dari steles. Akar cabang terbentuk dari pertumbuhan persikel ke arah luar.
2. Berkas Pembuluh Angkut/ Vasis. Terdiri atas xilem dan floem yang tersusun bergantian menurut arah jari jari. Pada dikotil di antara xilem dan floem terdapat jaringan kambium.
3. Empulur. Letaknya paling dalam atau di antara berkas pembuluh angkut terdiri dari jaringan parenkim.

2. Setelah kegiatan 2, Guru membimbing peserta didik untuk mencari dan mengidentifikasi berbagai akar yang termodifikasi fungsinya sehingga ada yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan seperti pada singkong, wortel dan lain-lain. Kegiatan ini bisa dilakukan dengan mencari informasi pada sumber bebas (observasi, buku, internet, televisi, koran dll), pada kolom Ayo Kita Lakukan. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat.

## Ayo Kita Lakukan

### Lakukan Observasi secara kelompok

Carilah berbagai informasi (informasi didapat dari buku, pengamatan tumbuhan disekitar, internet, majalah, atau koran) akar yang mengalami modifikasi struktur dan fungsinya sehingga memiliki fungsi tambahan bagi tanaman. Datanglah setiap informasi yang kalian dapat.

Tabel: Data Hasil Observasi

No.	Tanaman	Bentuk/Struktur akar	Fungsi modifikasi akar	Sumber Informasi

### Alternatif jawaban “Ayo kita lakukan”

#### Data Hasil Observasi

No.	Tanaman	Bentuk/struktur akar	Fungsi modifikasi akar	Sumber informasi
1	Anggrek	Akar gantung atau akar udara	Menimbun air atau udara	
2.	benalu	Akar penghisap	Menghisap air dan mineral dari inang	
	dst			

Pada beberapa tanaman, akar memiliki fungsi tambahan selain sebagai penyokong, menyerap berbagai unsur hara antara lain.

- Akar udara atau akar gantung (*radix aereus*), yaitu akar yang tumbuh dari batang dan menggantung di udara serta tumbuh ke arah tanah. Contoh akar udara adalah pada pohon beringin.
- Akar penghisap (*haustorium*), yaitu akar-akar yang terdapat pada tumbuhan yang hidup sebagai parasit dan berguna untuk menyerap air maupun zat makanan dari inangnya. Contoh akar penghisap adalah pada tumbuhan benalu
- Akar pelekat (*radix adligans*), yaitu akar yang dapat melekat pada batang karena memiliki cairan seperti getah pada bulu akarnya. Contoh akar pelekat adalah pada tumbuhan sirih.
- Akar pembelit (*cillrus radicalis*), yaitu akar yang untuk memanjat dengan cara memeluk penunjangnya. Contoh akar pembelit adalah pada tumbuhan valnili.

- e. Akar nafas (*pneumatopora*), yaitu akar yang tumbuh keatas hingga ke permukaan tanah. Contoh akar nafas adalah pada tumbuhan kayu api.
- f. Akar lutut, yaitu akar yang tumbuh keluar dan membengkok kembali ke dalam tanah. Contoh akar lutut adalah pada tumbuhan pohon tanjung.
- g. Akar banir, yaitu akar yang berbentuk seperti papan dan disusun secara vertical. Contoh akar banir adalah pada tumbuhan sukun.
- h. Akar tunjang, yaitu akar-akar yang tumbuh dari bagian bawah batang ke segala arah dan seakan-akan menunjang batang ini jangan sampai rebah. Contoh akar tunjang adalah pada tumbuhan bakau.

3. Peserta didik secara berkelompok berdiskusi menjawab pertanyaan “Jaringan apa sajakah yang menyusun anatomi organ akar dan batang?” dan “apakah akar pada semua tumbuhan hanya berfungsi sebagai penunjang tanaman saja?” Guru menyarankan pada peserta didik untuk mempelajari buku siswa bagian Struktur dan fungsi jaringan penyusun akar dan batang.

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk mengambil kesimpulan.

#### Kesimpulan:

Perbedaan struktur jaringan yang menyusun organ akar pada akar dikotil dan monokotil.

Jaringan penyusun (dari luar kedalam)	Perbedaan		Fungsi
	Akar monokotil	Akar dikotil	
Epidermis	Ada	Ada	Melindungi jaringan dibawahnya, dapat membentuk rambut akar yang berfungsi untuk memperluas bidang penyerapan
Korteks	Ada	Ada	Tempat penyimpan cadangan makanan
Endodermis	Ada	Ada	Pengatur jalannya larutan yang diserap dari tanah yang masuk ke silinder pusat
Stele 1. Perisikel	Ada	Ada	Membentuk cabang akar

2. Berkas pengangkut	Letak xilem dan floem berselang-seling membentuk lingkaran.	Xilem berbentuk bintang dan berada di pusat akar sedangkan floem mengelilingi xilem.	Mengangkut air dan unsur hara dari akar ke daun (xilem) dan mengangkut hasil fotosintesis (floem)
3. Empulur	Ada	Terdapat kambium antara xilem dan floem Terkadang tidak ada/ empulurnya sempit	Tempat penyimpan cadangan makanan

Pada beberapa tumbuhan akar memiliki fungsi tambahan seperti menjadi akar udara pada beringin, akar penghisap pada anggrek, akar tunjang dan lain-lain.

2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang berikutnya mengenai struktur jaringan penyusun batang.

### **Pertemuan ke 3 (3 JP)**

#### **Pendahuluan**

1. Guru melakukan apersepsi dengan cara mengaitkan materi pada pertemuan 2 dengan materi yang akan dipelajari, dengan menanyakan “kalau kita lihat dari fungsinya akar dan batang memiliki fungsi yang berbeda, coba bayangkan bagaimana dengan struktur jaringan pada batang? Apakah sama dengan struktur jaringan yang ada pada akar, seperti yang kamu amati kemarin?”
2. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa ada 3 kegiatan yang dilakukan yaitu mengamati jaringan penyusun batang, percobaan tranport air yang terjadi pada tanaman pada kegiatan ‘Ayo kita coba’ dan mengidentifikasi batang yang termodifikasi pada kegiatan ‘Ayo Kita Lakukan’

#### **Inti**

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan pengamatan jaringan penyusun batang tanaman pada kolom Ayo Kita Coba dengan bimbingan dari guru. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat dan hati-hati.



## Ayo Kita Coba

### Pengamatan Struktur Morfologi dan Anatomi Batang Tanaman

**Judul kegiatan :** Pengamatan organ pada batang tumbuhan

#### Apa yang kamu perlukan ?

1. Mikroskop
2. Silet
3. Nampan
4. Batang kacang tanah
5. Batang jagung
9. Air
10. Kertas usap/kertas tisu
6. Metilen biru atau pewarna biru pakaian/makanan yang sudah diencerkan
7. Kaca benda dan kaca penutup
8. Pipet tetes

#### Apa yang harus kamu lakukan ?

1. Amati bentuk batang pada kacang tanah dan jagung!
2. Identifikasi batang yang diamati! Apakah berkayu?
3. Buatlah sayatan melintang pada batang dari tumbuhan kacang tanah dan jagung dengan silet. **Usahakan irisan setipis mungkin dan berhati-hatilah ketika menggunakan silet, karena dapat melukai tanganmu.**
4. Letakkan sayatan batang pada kaca benda berbeda yang telah ditetesi air
5. Tutuplah kedua kaca benda tersebut dengan kaca penutup.
6. Teteskan zat warna di salah satu sisi kaca penutup dan letakkan kertas isap atau tisu disisi yang berlawanan untuk menyedot air.
7. Amati kedua preparat menggunakan mikroskop dengan pembesaran 40 kali.
8. Gambarkan bagian-bagian yang teramati dan beri keterangan.
9. Bandingkan struktur jaringan batang yang kamu amati dengan gambar yang ada padabuku.
10. Catatlah data pengamatan pada tabel. Catatlah data pengamatan pada tabel.

**Isikan data pengamatanmu.**

Organ tanaman yang diamati	Jenis Batang (berkayu/tidak)*	Gambar anatomi batang*
Batang kacang tanah		Berikan keterangan, jaringan penyusun akar (tunjukkan jaringan)
Batang jagung		

**\*berikan keterangan bagian-bagian penyusunnya**

#### Ayo pikirkan!

1. Jaringan apa sajakah yang menyusun batang ?
2. Sebutkan perbedaan morfologi batang pada tanaman kacang tanah dan jagung!

3. Sebutkan perbedaan jaringan yang menyusun batang pada tanaman kacang tanah dan jagung!

**Coba simpulkan hasil pengamatan kamu**

---



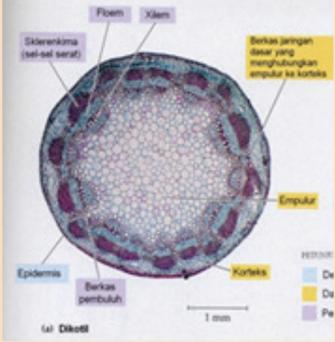
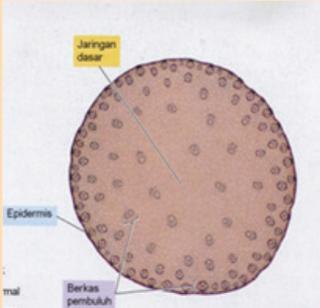
---



---

**Alternatif Jawaban dari “Ayo Kita Coba”**

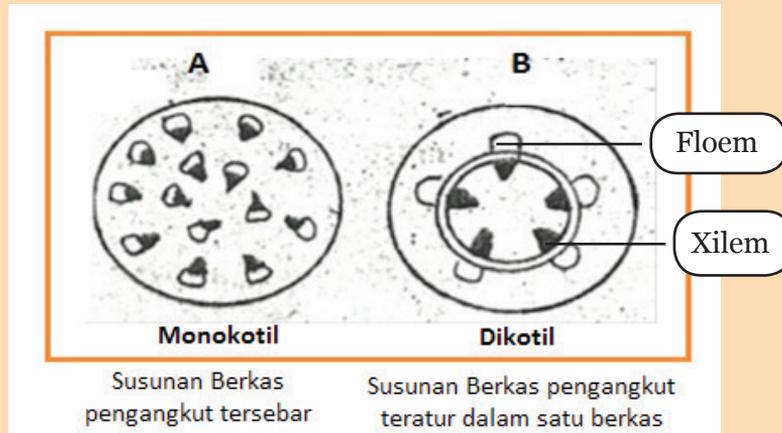
**Data Pengamatan**

Organ tanaman yang diamati	Jenis Batang (berkayu/tidak)*	Gambar anatomi batang*
Batang kacang tanah	berkayu	
Batang jagung	Tidak berkayu	

**Jawab Pertanyaan**

1. Jaringan pada batang terdiri dari Epidermis, korteks, stele (berkas pengangkut (xilem dan floem), kambium (pada batang dikotil), empulur).
2. Secara morfologi pada tumbuhan kacang memiliki batang berkayu karena tumbuhan kacang merupakan tanaman dikotil yang memiliki kambium dan pada tumbuhan jagung memiliki batang tidak berkayu merupakan tanaman monokotil.

### 3 Perbedaan jaringan penyusun batang kacang (dikotil) dan jagung (monokotil)



#### Kacang Tanah

Pada batang (dikotil) terdapat lapisan-lapisan dari luar ke dalam.

- Epidermis  
Terdiri atas selapis sel yang tersusun rapat, tidak mempunyai ruang antar sel. Fungsi epidermis untuk melindungi jaringan di bawahnya. Pada batang yang mengalami pertumbuhan sekunder, lapisan epidermis digantikan oleh lapisan gabus yang dibentuk dari kambium gabus.
- Korteks  
Korteks batang disebut juga kulit pertama, terdiri dari beberapa lapis sel, yang dekat dengan lapisan epidermis tersusun atas jaringan kolenkim, makin ke dalam tersusun atas jaringan parenkim.
- Stele/ Silinder Pusat  
Merupakan lapisan terdalam dari batang. Lapisan terluar dari stele disebut perisikel atau perikambium. Ikatan pembuluh pada stele disebut tipe kolateral yang artinya xilem dan floem terletak saling bersisian, xilem di sebelah dalam dan floem sebelah luar. Antara xilem dan floem terdapat kambium

#### Batang Monokotil (Pada tanaman jagung)

Pada batang Monokotil, epidermis terdiri dari satu lapis sel, batas antara korteks dan stele umumnya tidak jelas. Pada stele monokotil terdapat ikatan pembuluh yang menyebar dan bertipe kolateral tertutup yang artinya di antara xilem dan floem tidak ditemukan kambium. Tidak adanya kambium pada Monokotil menyebabkan batang Monokotil tidak dapat tumbuh membesar, dengan perkataan lain tidak terjadi pertumbuhan menebal sekunder.

2. Guru membimbing siswa melakukan kegiatan “Penyelidikan Transportasi Air yang Terjadi pada Tumbuhan” pada kolom 'Ayo Kita Coba'. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat dan tepat.

### **Ayo Kita Coba**

#### **Penyelidikan Transportasi pada Tumbuhan**

##### **Apa yang perlu kamu siapkan?**

Pewarna makanan (warna merah dan biru), air, 3 botol selai, dan 3 batang tumbuhan pacar air.

##### **Apa yang kamu lakukan ?**

1. Tuangkan air setinggi 5 cm dan campur dengan pewarna makanan pada masing-masing botol selai. **Berhati-hatilah ketika menuang pewarna, karena bisa mengotori pakaian dan tanganmu.**
2. Letakkan sebatang tumbuhan pacar air, pada masing-masing botol selai.  
(Satu botol selai air tanpa diberi pewarna)
3. Biarkan selama 2 jam.
4. Setelah melakukan percobaannya jawablah pertanyaan berikut ini!
  - a. Apakah yang terjadi pada tumbuhan pacar air itu?
  - b. Jaringan apa yang berperan pada peristiwa di atas?
  - c. Mengapa peristiwa tersebut dapat terjadi?



Sumber: Dokumen Kemdikbud

##### **Alternatif “Jawaban Ayo Kita Coba”**

- a) Pengangkutan air dan hasil fotosintesis dalam tubuh tumbuhan melibatkan osmosis, imbibisi dan difusi.
- b) Pengangkutan air seperti pada percobaan dilakukan oleh jaringan xilem.
  - **Imbibisi:** merupakan penyusupan atau peresapan air ke dalam ruangan antar dinding sel, sehingga dinding selnya akan mengembang. Misalnya contoh peristiwa imbibisi masuknya air pada biji saat berkecambah dan biji kacang yang direndam dalam air beberapa jam.
  - **Difusi:** gerak menyebarnya molekul terlarut dari daerah konsentrasi tinggi (hipertonik) ke konsentrasi rendah (hipotonik). Misalnya pengambilan  $O_2$  dan pengeluaran  $CO_2$  saat pernafasan, penyebaran setetes tinta dalam air.
  - **Osmosis:** proses perpindahan air dari daerah yang berkonsentrasi rendah (hipotonik) ke daerah yang berkonsentrasi tinggi (hipertonik) melalui membran semipermeabel. Membran semipermeabel adalah selaput pemisah yang hanya bisa ditembus oleh air dan zat tertentu

yang larut di dalamnya. Keadaan tegang yang timbul antara dinding sel dengan dinding isi sel karena menyerap air disebut turgor, sedang tekanan yang ditimbulkan disebut tekanan turgor. Membran sel tumbuhan bersifat selektif semipermeabel. Setiap sel hidup merupakan sistem osmotik. Jika sel ditempatkan dalam larutan yang lebih pekat (hipertonik) terhadap cairan sel, air dalam sel akan terhisap keluar sehingga menyebabkan sel mengkerut.

- c) Proses pengangkutan air dan zat-zat terlarut hingga sampai ke daun pada tumbuhan dipengaruhi oleh:
- Daya kapilaritas: pembuluh xilem yang terdapat pada tumbuhan dianggap sebagai pipa kapiler. Air akan naik melalui pembuluh kayu sebagai akibat dari gaya adhesi antara dinding pembuluh kayu dengan molekul air.
  - Daya tekan akar: tekanan akar pada setiap tumbuhan berbeda-beda. Besarnya tekanan akar dipengaruhi besar kecil dan tinggi rendahnya tumbuhan (0,7 - 2,0 atm). Bukti adanya tekanan akar adalah pada batang yang dipotong, maka air tampak menggenang dipermukaan tunggakunya.
  - Daya hisap daun: disebabkan adanya penguapan (transpirasi) air dari daun yang besarnya berbanding lurus dengan luas bidang penguapan (intensitas penguapan).
  - Pengaruh sel-sel yang hidup.

3. Setelah kegiatan, Guru membimbing peserta didik untuk mengidentifikasi berbagai batang yang termodifikasi fungsinya sehingga ada yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan seperti pada tebu, jahe, kunyit dan lain-lain pada kolom ayo kita lakukan. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat.

### **Ayo Kita Lakukan**

#### **Lakukan observasi secara kelompok**

Carilah berbagai informasi (informasi didapat dari buku, pengamatan tumbuhan disekitar, internet, majalah atau koran) mengenai batang yang mengalami modifikasi struktur dan fungsinya sehingga memiliki fungsi tambahan bagi tumbuhan. Datalah setiap informasi yang kamu dapat.

Tabel: Data Hasil Observasi

No.	Tumbuhan	Bentuk/struktur batang	Fungsi modifikasi batang	Sumber informasi

Carilah informasi secara akurat dan jelas!

### Alternatif jawaban “kegiatan Ayo Kita Lakukan”

Data hasil Obsrvasi

No.	Tumbuhan	Bentuk/struktur batang	Fungsi modifikasi batang	Sumber informasi
1	Kunyit	Rimpang	Alat perkembang biakan dan penimbunan zat makanan	
2	Umbi batang	Kentang	Alat perkembang biakan dan penimbunan zat makanan	
3	Umbi lapis	Bawang	Penyimpanan cadangan makanan	
4	Dst.			

Pada beberapa tumbuhan, batang dapat memiliki fungsi tambahan, atau sering dikenal istilah batang termodifikasi. Modifikasi itu antara lain sebagai berikut.

- a. Rimpang (*Rhizoma*), yaitu batang yang tumbuh horizontal dibawah tanah dengan buku dan ruas-ruas yang pendek dengan daun yang berbentuk sisik-sisik. Contoh rimpang terdapat pada tumbuhan dari kelompok *Zingiberaceae*, *Poaceae* dan *Cannaceae*.
- b. Umbi batang (*Tuber*), yaitu batang dibawah permukaan tanah yang juga menebal, namun tidak berdaun sisik, permukaan batang sering kali tampak

licin, buku-buku batang dan ruas-ruasnya tidak jelas. Pada umbi batang tidak ada sisa daun, sehingga seringkali dinamakan umbi telanjang (*tuberosus*). Contoh umbi batang adalah pada tumbuhan kentang.

- c. Umbi lapis (*bulbus*), merupakan modifikasi dari batang beserta daun. Bagian yang merupakan modifikasi dari batang adalah subang atau cakram kecil-kecil dengan ruas yang amat pendek.
- d. Stolon, merupakan cabang yang ramping dan panjang, tumbuh kesamping diatas tanah atau didalam tanah, kemudian ujung stolon dibentuk tumbuhan baru. Contoh stolon adalah pada tumbuhan teki (*Cyperus rotundus* L).
- e. Sulur batang atau sulur cabang, merupakan batang yang tumbuh dari ketiak daun, biasanya disangga sisa-sisa daun atau bunga. Contoh salur batang adalah pada tanaman air mata pengantin (*Antigonon leptopus*)

4. Peserta didik secara berkelompok berdiskusi menjawab pertanyaan “Jaringan apa yang bekerja pada proses transport air?” dan “Apakah batang pada semua tumbuhan hanya berfungsi sebagai penunjang tanaman saja?” Guru menyarankan pada peserta didik untuk mempelajari buku siswa bagian Struktur dan fungsi jaringan penyusun batang

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk mengambil kesimpulan.

#### Kesimpulan:

Perbedaan struktur jaringan yang menyusun organ batang pada batang dikotil dan monokotil

Jaringan penyusun (dari luar kedalam)	Perbedaan	
	batang monokotil	Batang dikotil
Epidermis	Ada	Ada
Korteks	Ada	Ada
Stele		
1. Perisikel	Ada	Ada
2. Berkas pengangkut	Xilem terdapat disebelah dalam, floem terdapat disebelah luar dan diantaranya tidak terdapat kambium sehingga batang monokotil tidak dapat tumbuh membesar	Xilem dan floem terletak saling bersisian, xilem disebelah dalam dan floem sebelah luar. Antara xilem dan floem terdapat kambium. Karena aktivitas kambium batang dapat membentuk kayu yang

3. Empulur	berkas pengangkut tersebar  Ada	menyebabkan pertumbuhan membesar batang. Aktivitas kambium dapat menyebabkan terbentuknya lingkaran tahun.  Berkas pengangkut teratur dalam satu lingkaran.  Ada
------------	---------------------------------------	--

Pengangkutan air dan mineral dari tanah ke daun tumbuhan dilakukan oleh jaringan xilem. Pada beberapa tanaman batang memiliki fungsi tambahan misalnya rimpang/rhizoma, umbi batang, stolon, dan sulur.

2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang berikutnya mengenai struktur jaringan yang menyusun daun.

#### **Pertemuan ke 4 (2 JP)**

##### **Pendahuluan**

1. Guru melakukan apersepsi dengan menanyakan “Ketika kita bernapas tubuh membutuhkan oksigen. Dari manakah oksigen ini berasal? “Apakah kalau banyak yang memakai udara di bumi apakah tidak cepat habis? Bagaimana oksigen ini selalu tetap ada?”
2. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa pada pertemuan ini yang akan dilakukan ada 2 kegiatan yaitu mengamati jaringan yang menyusun organ daun pada kegiatan “Ayo Kita Coba” dan melakukan percobaan untuk membuktikan adanya fotosintesis pada daun pada kegiatan “Ayo Kita Coba”.

##### **Inti**

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan pengamatan “Jaringan yang Menyusun Organ Daun” pada kegiatan “Ayo Kita Coba”. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat Guru membimbing peserta didik mengidentifikasi jaringan-jaringan yang menyusun organ daun pada kegiatan “Ayo Kita Coba”.

## Struktur Jaringan Pada Daun Tumbuhan

### Apa yang perlu kamu siapkan?

1. Mikroskop
2. Kaca benda dan kaca penutup
3. Silet
4. Pipet tetes
5. Nampan
6. Air
7. Tanaman *Rhoeo discolor* (daun) seperti Gambar 3.16



Sumber: Dokumen Kemdikbud, 2014

Gambar 3.16. Tanaman *Rhoeo discolor*

### Apa yang harus kamu lakukan ?

1. Buatlah sayatan melintang pada daun tanaman *Rhoeo discolor* menggunakan silet! usahakan irisan setipis mungkin dan **berhati-hatilah ketika menggunakan silet karena dapat melukai tanganmu.**
2. Letakkan sayatan daun pada kaca benda yang terpisah yang telah ditetesi dengan air.
3. Tutuplah kaca benda tersebut dengan kaca penutup.
4. Amatilah preparat yang telah dibuat menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40 kali.
5. Gambarkan bagian-bagian yang teramati dan beri keterangan

### Hasil pengamatan

Nama bahan amatan	Gambar anatomi jaringan penyusun daun dan keterangannya
daun <i>Rhoeo discolor</i>	

### Ayo pikirkan !

1. Jaringan apa sajakah yang menyusun daun?
2. Pada jaringan manakah yang memiliki fungsi sebagai tempat terjadinya fotosintesis?
3. Mengapa fotosintesis dapat terjadi pada organ tersebut?

### Coba simpulkan hasil pengamatanmu!

---

---

---

### Jawaban pada kegiatan “Ayo Kita Coba”

Organ daun tersusun atas jaringan epidermis, parenkim dan berkas pengangkut.

#### a. Epidermis

- Berfungsi melindungi jaringan di bawahnya
- Terdapat lapisan kutikula (lilin)
- Sebagian sel epidermis daun mengalami modifikasi menjadi stomata. Pada daun tumbuhan dikotil, letak stomata umumnya tersebar, sedangkan pada daun tumbuhan monokotil umumnya terletak sejajar. Stomata dapat ditemukan pada satu atau kedua sisi daun. Pada tanaman yang hidup di darat, umumnya stomata terletak di permukaan bawah. Sedangkan pada tanaman air, stomata terletak di permukaan daun sebelah atas.
- Tidak mengandung kloroplas, kecuali pada sel penutup

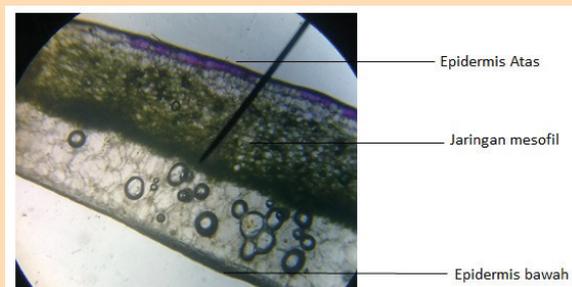
#### b. Parenkim

- Terdapat 2 macam parenkim, yaitu parenkim palisade (jaringan tiang) dan parenkim spons (bunga karang) yang keduanya berfungsi untuk fotosintesis (mesofil).
  1. Jaringan palisade berbentuk tiang, tersusun rapat dan biasanya terdapat pada bagian atas daun. Daun yang memiliki dua lapis jaringan palisade pada kedua permukaan disebut daun isobilateral.
  2. Jaringan bunga karang tersusun atas sel-sel yang tidak teratur dan terdapat rongga udara antar sel. Rongga tersebut berfungsi untuk pertukaran gas. Banyak mengandung klorofil dan merupakan tempat berlangsungnya fotosintesis

#### c. Berkas pengangkut

- Terdiri atas xylem dan floem
- Terdapat pada tulang-tulang daun yang merupakan lanjutan dari ranting atau batang

1.



Gambar 3.3 Struktur jaringan daun pada daun *Rhoeo discolor*

2. Proses fotosintesis terjadi paling banyak pada jaringan palisade.
3. Jaringan palisade adalah jaringan yang paling banyak mengandung klorofil.

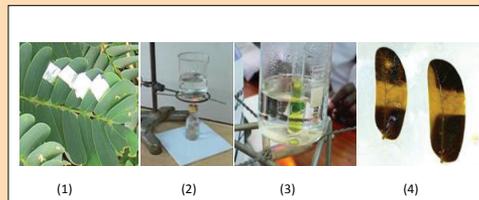
- Setelah kegiatan 2, Guru membimbing peserta didik untuk melakukan percobaan yang membuktikan adanya fotosintesis pada daun pada kegiatan 'Ayo Kita Coba'. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat

## Ayo Kita Coba

### Menyelidiki Adanya Fotosintesis

#### Apa yang perlu kamu siapkan ?

- Gelas kimia 1 buah (*beaker glass*)
- Gelas kimia kecil 1 buah (tabung reaksi)
- Daun singkong (bisa juga tumbuhan lain)
- Yod KI atau lugol secukupnya
- Aluminium foil 1 buah
- Cawan petri
- Alkohol secukupnya
- Air secukupnya
- Pembakar spirtus 1 buah
- Kaki Tiga
- Penjepit



Sumber: <http://zamcopter.web.fc2.com/experiment>  
Gambar 3.17 Rangkaian percobaan Fotosintesis

#### Apa yang harus kamu lakukan?

- Siapkan alat dan bahan yang diperlukan!
- Pada sore hari tutuplah sebagian daun
- mangga atau da un tumbuhan lain dengan
- menggunakan aluminium foil atau kertas timah. Petiklah daun setelah daun ditutup selama 18 jam (seperti pada Gambar 3.17)
- Bukalah aluminium foil yang menutupi daun
- Rebuslah air pada *beaker glass* terlebih dahulu, ketika sudah mendidih masukkan daun sampai layu kurang lebih 13 menit (perebusan dilakukan untuk mematikan sel-sel pada daun)
- Tiriskan dan masukkan daun tersebut ke dalam gelas ukur kecil yang sudah diberi alkohol. Pencelupan ke dalam alkohol bertujuan untuk melarutkan klorofil sehingga daun berwarna pucat.
- Letakkan alkohol pada meja yang berbeda dengan meja praktikum, **agar jauh dari sumber api. Pada waktu akan mematikan pembakar spirtus jangan ditiup, tapi dilakukan dengan menutupkan spirtus dengan penutupnya.**
- Masukkan gelas ukur kecil tersebut ke dalam *beaker glass* ukur besar yang sudah dipanaskan.
- Tunggu sampai warna alkohol menjadi hijau tua dan warna daun menjadi hijau muda.

11. Setelah itu letakkan di wadah dan teteskan yodium di daun tersebut.
12. Amatilah perbedaan yang tampak pada daun yang ditutup dan terbuka tersebut!

**13. Lakukan setiap langkah kerja dengan cermat dan hati-hati!**

**Jawablah Pertanyaan Berikut!**

1. Bagaimanakah warna daun yang ditutup (tidak mengalami fotosintesis) setelah ditetesi yodium? Bandingkan dengan warna daun yang tidak ditutup!
2. Daun yang ditetesi yodium menjadi berwarna hitam menunjukkan adanya amilum. Daun manakah yang mengandung amilum?
3. Tulislah laporan hasil percobaanmu pada kertas folio lalu kumpulkan kepada guru untuk dinilai!

*Coba bayangkan betapa hebatnya Tuhan menciptakan tumbuhan, sinar matahari, air, udara dan merancang segala proses yang terjadi yang sangat bermanfaat bagi kehidupan kita.*

**Alternatif Jawaban “Ayo Kita Coba”**

**Jawaban yang diharapkan:**

Uji Sachs bertujuan untuk fotosintesis dilakukan oleh klorofil dengan energi cahaya matahari. Adapun alat dan bahan yang digunakan diantaranya adalah beker gelas 500 ml, beker gelas 250 ml atau tabung reaksi, pinset, pemanas, penjepit kertas (klip), alkohol, air atau aquades, kalium iodida (KI), daun, dan kertas timah. Satu hari sebelum praktikum, sebagian daun tanaman yang sehat ditutup dengan kertas timah, dan dijepit dengan sebuah klip. Setelah terdedah cahaya matahari selama 6-12 jam, daun itu kemudian dipetik. Kemudian daun dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berisi air mendidih sampai layu. Selanjutnya daun dimasukkan ke dalam alkohol yang panaskan dalam air mendidih (lihat gambar rangkaian percobaan langkah 3) sampai daun berwarna pucat. Daun dimasukkan dalam alkohol agar klorofil larut sehingga daun menjadi pucat. Setelah beberapa menit, daun tersebut ditiriskan dan ditempatkan pada sebuah cawan. Daun tersebut lalu ditetesi dengan larutan kalium iodida (KI) sehingga terjadi perubahan warna seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3.4 Hasil Penelitian Uji adanya Glukosa pada Daun yang Melakukan Fotosintesis (Uji Sachs)

Pada percobaan digunakan larutan kalium iodida (KI) bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya amilum pada daun tersebut. Jika terdapat amilum maka pada bagian daun yang ditetesi kalium iodida (KI) akan berubah warna menjadi biru kehitaman. Pada saat daun ditetesi dengan kalium iodida (KI) bagian yang sebelumnya tertutup oleh kertas timah tetap pucat, sedangkan yang tidak tertutup warnanya menjadi biru kehitaman. Sehingga dapat dikatakan bahwa pada bagian daun yang tidak ditutupi kertas timah terdapat amilum, sedangkan pada bagian daun yang ditutupi kertas timah tidak terdapat amilum. Amilum merupakan salah satu hasil dari proses fotosintesis, yang berarti pada bagian daun yang terkena cahaya matahari terjadi proses fotosintesis, sedangkan pada daun yang tidak terkena cahaya matahari tidak terjadi proses fotosintesis. Hal ini sesuai dengan percobaan yang dilakukan oleh Sachs pada tahun 1860. Sachs membuktikan bahwa fotosintesis menghasilkan amilum. Dalam percobaannya tersebut ia menggunakan daun segar yang sebagian dibungkus dengan kertas timah kemudian daun tersebut direbus, lalu dimasukkan kedalam alkohol dan ditetesi dengan iodium. Ia menyimpulkan bahwa warna biru kehitaman pada daun yang tidak ditutupi kertas timah menandakan adanya amilum.

Fotosintesis adalah proses sintesis untuk menghasilkan makanan yang dilakukan oleh tumbuhan hijau dengan bantuan cahaya matahari. Dari percobaan ini juga dibuktikan bahwa hanya pada daun yang berklorofil dan terkena cahaya yang dapat melakukan fotosintesis.

3. Peserta didik secara berkelompok berdiskusi menjawab pertanyaan 'Jaringan apa yang menyusun organ daun? dan apa sajakah yang mempengaruhi fotosintesis pada tanaman. Guru menyarankan pada peserta didik untuk mempelajari buku siswa bagian Struktur dan fungsi jaringan penyusun daun serta fotosintesis yang terjadi pada daun.

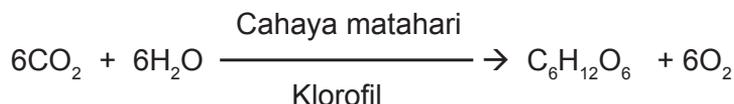
## Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.

### **Kesimpulan:**

Jaringan yang menyusun organ daun berupa:

- a. Epidermis, beberapa epidermis daun mengalami modifikasi menjadi stoma yang berfungsi untuk keluar masuknya udara pada daun.
- b. Jaringan parenkim pada daun berupa parenkim palisade/jaringan tiang dan jaringan bunga karang/sponsa yang keduanya berperan dalam proses fotosintesis. Pada jaringan parenkim banyak klorofil.
- c. Berkas pengangkut (xilem dan floem).
- d. Pada proses fotosintesis terdapat reaksi berikut.



Klorofil berfungsi untuk menyerap sinar matahari, fotosintesis baru bisa terjadi jika bahan-bahan yang dibutuhkan tersedia.

2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang berikutnya mengenai teknologi-teknologi yang meniru struktur jaringan pada tumbuhan.

### **Pertemuan ke 5 (3 JP)**

#### **Pendahuluan**

1. Guru melakukan apersepsi dengan mengajukan pertanyaan “Dari berbagai struktur jaringan yang kamu ketahui, ternyata struktur penyusunan dinding rumah juga meniru susunan sel pada tumbuhan, coba jelaskan mengapa struktur dinding rumah menggunakan hal itu?”
2. Guru menginformasikan kepada peserta didik bahwa kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan yaitu mencari berbagai ide yang meniru struktur dan jaringan tumbuhan untuk kemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari, misalnya pemasangan batu bata pada tembok, ternyata meniru susunan sel pada tumbuhan pada kolom kegiatan “ayo kita lakukan”.

#### **Inti**

1. Peserta didik secara berkelompok melakukan kegiatan diskusi dan analisis berbagai arsitektur bangunan yang ternyata meniru struktur pada tumbuhan, dan struktur tumbuhan yang mungkin dapat memunculkan ide-ide baru dalam teknologi. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat.
2. Guru dapat memberi contoh struktur akar yang bisa menopang tumbuhan yang tinggi bisa diaplikasikan pembuatan fondasi bangunan.

#### **Penutup**

1. Guru membimbing peserta didik untuk mengambil kesimpulan

##### **Kesimpulan:**

Struktur akar yang kokoh bisa diaplikasikan sebagai dasar pengembangan pembangunan dalam pembuatan jembatan dan lain-lain.

2. Guru menugaskan peserta didik belajar menghadapi tes pada pertemuan berikutnya.

## G. Penilaian

1. Jenis/teknik penilaian: tes tulis, pengamatan sikap, dan unjuk kerja
2. Bentuk instrumen dan instrumen: lembar tes tulis berbentuk essay yang tertera pada buku siswa dan lembar pengamatan untuk sikap dan keterampilan seperti yang tertera buku guru bagian penilaian.

**Tabel 8.3** Teknik Penilaian untuk Setiap Indikator

No.	KD	Indikator	Teknik Penilaian
1	2.1	Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari.	Pengamatan sikap
	2.2	Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan.	Pengamatan sikap
2	3.2.1.	Mendeskripsikan struktur jaringan yang menyusun akar jaringan pada tumbuhan	Tes tulis
	3.2.2	Mendeskripsikan struktur jaringan yang menyusun batang	Tes tulis
	3.2.3	Mengidentifikasi struktur jaringan yang menyusun daun	Tes tulis
	3.2.4	Menjelaskan hubungan antara struktur dan fungsi jaringan di akar	Tes tulis
	3.2.5	Menjelaskan hubungan antara struktur dan fungsi jaringan di batang	Tes tulis
	3.2.6	Menjelaskan hubungan antara struktur dan fungsi jaringan di daun	Tes tulis
	3.2.7	Membandingkan struktur jaringan yang menyusun akar, batang dan daun	Tes tulis
	3.2.8.	Menunjukkan pemanfaatan teknologi yang terilhami struktur tumbuhan	Tes tulis

3.	4.2.1	Mengumpulkan data berdasarkan hasil pengamatan struktur jaringan tumbuhan (akar, batang, daun) dan membuat laporannya.	Tes unjuk kerja
	4.2.2	Mengidentifikasi berbagai fakta mengenai berbagai ide teknologi sederhana yang terilhami oleh struktur jaringan tumbuhan	Tes unjuk kerja

## H. Program Remedial dan Pengayaan

Berdasarkan analisis hasil tes, Peserta didik yang belum memenuhi KKM diberi program remedial sedangkan yang sudah memenuhi KKM diberi program pengayaan, pelaksanaan program remedial dan pengayaan dapat di lihat pada Bagian Umum buku guru ini.

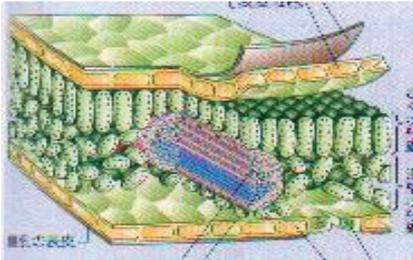
### Materi Pengayaan

#### Tempat dan Perangkat Alat Fotosintesis

Ciri khusus tumbuhan salah satunya adalah dapat melakukan proses fotosintesis. Fotosintesis merupakan proses pemanfaatan energi matahari yang dilakukan oleh tumbuhan untuk mengubah bahan kimia anorganik menjadi bahan makanan. Fotosintesis dapat diibaratkan suatu proses yang terjadi dalam sebuah “pabrik”. Pada umumnya, “pabrik” tempat fotosintesis adalah **daun**. Sel-sel daun memiliki kelengkapan alat untuk menangkap energi matahari. Pada tumbuhan tertentu yang tidak berdaun seperti bangsa Kaktus, kelengkapan alat fotosintesisnya terdapat pada sel-sel lapisan luar dari batangnya. Di bagian manakah fotosintesis berlangsung? Untuk memahami hal ini, coba perhatikan contoh susunan anatomi daun tumbuhan Dikotil, pada gambar di bawah ini!

Daun tersusun atas beberapa lapis sel atau jaringan, meliputi:

1. Jaringan epidermis (atas dan bawah),
2. Jaringan tiang (palisade),
3. Jaringan bunga karang (spons)
4. Jaringan pengangkut



Gambar 3.5 Struktur Jaringan pada Daun Tumbuhan

Jaringan tiang dan bunga karang merupakan bagian yang disebut daging daun (mesofil). Coba perhatikan sel-sel mesofil pada gambar di atas. Di dalam sel-sel mesofil terdapat banyak struktur berbentuk bulat atau lonjong yang berwarna hijau, yang disebut **kloroplas**.

Kloroplas paling banyak terdapat pada sel-sel jaringan tiang. Pada setiap selnya, bisa terdapat 50 atau lebih kloroplas. Pada lapisan epidermis daun tidak ditemukan kloroplas, kecuali pada sel penutup mulut daunnya.

### Kloroplas

Kloroplas merupakan alat atau organela sel yang khas pada sel-sel daging daun. Bentuknya bermacam-macam, tergantung jenis tumbuhannya. Selain bulat atau lonjong, ada juga yang berbentuk pita. Pada daun Hydrilla, kloroplasnya bulat atau lonjong, berukuran cukup besar dan mudah diamati dengan mikroskop.

#### a. Kloroplas sel Hydrilla

Organela ini mudah dikenali dengan warnanya yang hijau karena banyak mengandung zat warna atau pigmen hijau daun yang disebut **klorofil**. Ada dua macam klorofil pada tumbuhan darat yaitu klorofil a dan klorofil-b.

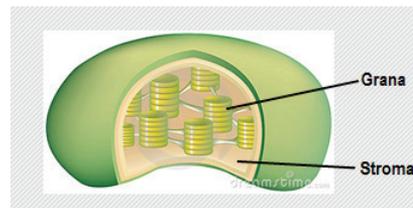
Coba perhatikan skema sederhana susunan kloroplas pada berikut. Kloroplas tersusun dari dua bagian, meliputi :

- a. Bangunan seperti tumpukan koin piring yang, disebut **grana**
- b. Bahan yang mengisi di luar grana, yang disebut **matrik stroma**



Gambar 3.6 Kloroplas sel Hydrilla

Pada bagian grana, terdapat seluruh perangkat alat penangkap energi matahari. Perangkat alat itu adalah ibarat **antena** penerima. Alat penerima tersebut berupa kumpulan bermacam-macam zat pigmen. **Pigmen** adalah suatu zat yang berfungsi menangkap atau memantulkan jenis sinar atau warna cahaya tertentu. Pigmen daun paling banyak adalah **klorofil**. Sekelompok pigmen yang merupakan satu kesatuan alat penerima energi cahaya ini disebut **fotosistem**.



Gambar 3.7 Bagian-bagian kloroplas

## Faktor Fotosintesis

Fotosintesis dipengaruhi oleh banyak faktor, baik faktor dari dalam maupun faktor dari luar. Faktor dalam yang mempengaruhi fotosintesis antara lain adalah:

- 1). umur daun
- 2). keadaan stomata
- 3). jenis tumbuhan

Faktor luar yang mempengaruhi fotosintesis antara lain:

- 1). CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>
- 2). ketersediaan air
- 3). kelembaban dan suhu udara
- 4). keadaan cahaya

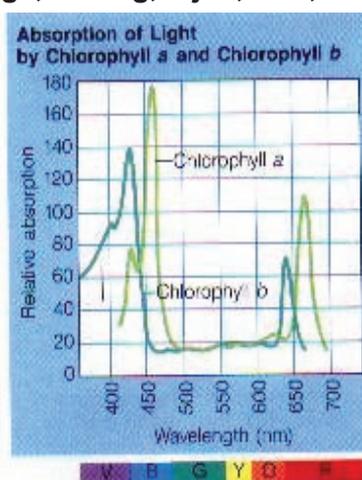
Selain 4 faktor luar tersebut, bahan-bahan beracun juga akan mempengaruhi fotosintesis. Bahan beracun yang dapat mengganggu proses fotosintesis misalnya herbisida, tumpahan minyak dan air sabun, logam-logam berat, dan sebagainya.

Cahaya matahari merupakan sumber energi utama fotosintesis. Albert Einstein menyebut energi matahari sebagai **foton (kuantum)**. Cahaya mempengaruhi fotosintesis dalam tiga hal, yaitu : (1) intensitas, (2) lama pencahayaan, dan (3) warna cahayanya. Menurut warna cahayanya, cahaya matahari terdiri atas 7 jenis warna sinar. Bukti bahwa cahaya matahari tersusun atas bermacam-macam warna sinar dapat kita lihat pada peristiwa pelangi.

Ke tujuh warna sinar memiliki panjang gelombang yang berbeda-beda. Berdasar urutan panjang gelombangnya, urutan cahaya gelombang panjang ke gelombang pendek adalah sinar **merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila** dan **ungu**. Untuk memudahkan menghafal, sering disingkat "me-ji-ku-hi-bi-ni-u". Tetapi tidak semua jenis sinar tersebut dimanfaatkan atau diserap secara optimal oleh tumbuhan.

Coba perhatikan grafik penyerapan cahaya matahari oleh klorofil pada gambar di samping!

Klorofil menyerap semua warna sinar, kecuali sinar hijau. Sinar yang paling banyak diserap untuk fotosintesis adalah **sinar merah** ( $\pm 700\text{nm}$ ) dan **biru** ( $\pm 450\text{ nm}$ ). Jenis sinar yang lain juga diserap energinya walaupun dalam tingkat yang lebih rendah. Sinar hijau justru dipantulkan oleh klorofil, sehingga daun tampak berwarna hijau. Untuk fotosintesis



Gambar 3.8 Grafik penyerapan cahaya matahari

dibutuhkan intensitas cahaya minimal tertentu. Pada intensitas cahaya yang kurang, fotosintesisnya akan lambat. Sebaliknya, pada intensitas yang lebih tinggi, fotosintesis akan lebih cepat. Hal itu dapat diamati secara nyata, terutama pada tumbuh-tumbuhan rumput, seperti jagung, tebu dan golongan rumput yang lain. Kadar  $\text{CO}_2$  juga menjadi faktor penting dalam fotosintesis. Fotosintesis cenderung meningkat bila kadar  $\text{CO}_2$  nya lebih tinggi. Sebaliknya, keberadaan  $\text{O}_2$  justru akan menghambat fotosintesis.

### Perhatikan Gambar 3.9 di bawah ini!



Sumber: Dokumen Kemdikbud, 2014

**Gambar 3.9** Tanaman Puring (Floridian, 2013)

Gambar di samping adalah gambar tumbuhan Puring yang memiliki daun berwarna warni. Fotosintesis tidak hanya terjadi pada tumbuhan yang memiliki daun yang berwarna hijau, tetapi juga dapat terjadi pada tumbuhan Puring. Fotosintesis dapat terjadi pada sel-sel yang mengandung klorofil. Klorofil berperan dalam menangkap cahaya. Cahaya diperlukan untuk fotosintesis. Untuk mengetahui apakah tumbuhan dengan daun berwarna warni mampu melakukan fotosintesis, dapat dilakukan uji amilum. Amilum merupakan salah

satu produk dari fotosintesis, sehingga keberadaan amilum pada daun menunjukkan bahwa tumbuhan mampu melakukan fotosintesis. Jika daun tumbuhan direbus dengan alkohol, maka warna alkohol menjadi hijau. Hal yang demikian menunjukkan bahwa di dalam daun-daun tersebut memiliki klorofil. Klorofil tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik, misalnya alkohol (Rahman, Tanpa Tahun).

## I. Interaksi dengan Orang Tua

Komunikasi dengan orang tua dapat menggunakan buku penghubung, yang dapat dilihat kembali pada Bagian Umum buku guru ini. Selain itu, perlu dibangun pelibatan orang tua dalam tugas-tugas sekolah siswa. Pada bab III ini pelibatan orang tua yang dimaksud adalah siswa diminta mengajak orang tua untuk mengoleksi tumbuhan yang daunnya beraneka warna seperti puring, andong, keladi, dan lain-lain. Kegiatan ini selain bertujuan

untuk pemantapan siswa terhadap konsep fotosintesis pada daun yang beraneka warna, juga menumbuhkan kepekaan peserta didik dan orang tua terhadap lingkungan sekitar.

## J. Kunci Uji Kompetensi pada Buku Siswa

### A. Pilihan Ganda

- |      |       |
|------|-------|
| 1. A | 6. D  |
| 2. D | 7. A  |
| 3. C | 8. A  |
| 4. B | 9. A  |
| 5. A | 10. C |

### B. Uraian

- Batang kacang tanah: morfologinya batang berkayu dan bercabang, pada jaringan memiliki kambium, susunan xilem dan floem teratur dalam lingkaran.  
Batang jagung: morfologinya batang tidak berkayu dan tidak bercabang, pada jaringan tidak memiliki kambium, susunan xilem dan floem tidak beraturan tersebar.
  - Kacang tanah tanaman dikotil dan jagung tanaman monokotil.
- Intensitas cahaya, matahari dan karbon dioksida.
- Akar penyimpan contoh pada singkong, wortel, akar hisap pada anggrek, dan akar tunjang pada tanaman bakau.
- Berdasarkan data pengamatan di dapat.
  - Pada praktikum, daun yang ditutup tidak mendapatkan cahaya matahari sehingga tidak terjadi fotosintesis pada daun itu. Pada saat daun ditetesi dengan larutan iodium daun tidak berubah warna karena tidak dihasilkan karbohidrat pada daun itu. Fotosintesis memerlukan karbondioksida, air dan membutuhkan cahaya matahari untuk merubah karbondioksida dan air menjadi oksigen dan karbohidrat. Berbeda dengan pada daun yang dibuka, setelah ditetesi iodium warna daun berubah menjadi biru kehitaman yang menandakan terdapat karbohidrat pada daun, dan menandakan jika terjadi fotosintesis pada daun itu.
  - Fungsi dari perendaman pada air yang mendidih adalah untuk membunuh kuman-kuman yang ada pada daun dan mematikan sel-sel pada tumbuhan.

- c. Fungsi dari alkohol adalah untuk melarutkan klorofil yang ada pada daun.
- 5. a. Air akan diserap oleh akar dengan cara difusi melalui rambut-rambut akar.
- b. Xilem
- 6. Mencangkok dapat dilakukan untuk memperbanyak tanaman. Batang yang akan dicangkok dikuliti secara melingkar selebar 10 cm, kemudian sayatan kulit beserta kambium dibuang akan tetapi batang bagian atas yang telah dikuliti tetap tumbuh.
- a. Jenis tanaman apa saja dari kelas apa yang dapat dicangkok? Beri contoh!

**Jawab:**

Jenis tanaman yang dapat dicangkok adalah jenis tumbuhan dikotil yang mempunyai batang kayu dan berkambium, seperti jambu, rambutan, dan mangga. seperti mangga.

- b. Mengapa kambiumnya harus dibuang?

**Jawab:**

Jawab: berkas pengangkut pada dikotil antara xilem dan floem terdapat cambium. Kambium memiliki ciri selalu membelah. Pembelahan ke dalam membentuk xilem dan pembelahan ke luar membentuk floem. Bila kambium tidak dihilangkan maka floem akan terbentuk kembali dan sayatan tersebut akan menutup kembali.

- c. Mengapa batang tersebut tetap tumbuh?

**Jawab:**

Batang tersebut tetap tumbuh karena air dan mineral dari dalam tanah tetap mengalir melalui xilem, sedangkan bahan organik hasil fotosintesis tidak dapat mengalir ke bagian bawah karena floem terputus. Zat-zat makanan terakumulasi pada sayatan kulit bagian atas sehingga membengkak. Selanjutnya sel-sel meristem yang ada di dekat berkas pembuluh membentuk akar baru dan muncul pada bagian kulit yang membengkak.

- 7. Semua tanaman memerlukan cahaya untuk melakukan proses fotosintesis. Tuti, Amir, Budi dan Anto menyelidiki apakah tanaman membutuhkan cahaya untuk bertahan hidup. Mereka masing-masing menanam tanaman yang sama dalam kondisi yang berbeda seperti yang tertera pada gambar berikut,

**Tuti** : Semua tanaman disimpan dalam keadaan gelap sepanjang waktu

**Amir** : Semua tanaman disimpan dalam cahaya normal di siang hari

- Budi : Sebagian tanaman disimpan dalam keadaan gelap sepanjang waktu, sebagian tanaman disimpan pada cahaya normal di siang hari
- Anto : Sebagian tanaman disimpan pada cahaya normal di siang hari, sebagian tanaman disimpan pada cahaya buatan di siang hari

**Jawab:**

Percobaan Budi merupakan percobaan dengan variabel kontrol yang tepat untuk membuktikan bahwa semua tanaman memerlukan cahaya untuk melakukan proses fotosintesis. Dimana, sebagian tanaman diletakkan pada kondisi cahaya normal di siang hari dan sebagian lagi disimpan dalam kondisi gelap sepanjang waktu. Tanaman yang disimpan pada kondisi cahaya normal di siang hari akan tetap melakukan fotosintesis karena salah satu komponen penting dalam proses fotosintesis adalah cahaya (matahari atau buatan/lampu) sedangkan tanaman yang disimpan dalam kondisi gelap sepanjang hari tidak dapat melakukan proses fotosintesis.

## K. Proyek

Setiap tumbuhan memiliki organ akar, batang, daun. Setiap organ memiliki struktur jaringan yang berbeda-beda. Struktur jaringan tersebut akan mendukung fungsi akar dari organ tumbuhan. Misalnya saja pada susunan jaringan epidermis yang tersusun rapat karena memiliki fungsi untuk melindungi jaringan yang ada di bawahnya.

Nah, sekarang perhatikan gambar tumbuhan di samping, tumbuh apakah itu? Bagaimana strukturnya? Bersama kelompok kalian, ciptakan ide teknologi yang mungkin bisa dikembangkan dalam mendesain bangunan. Gambarkan dan berikan penjelasan mengenai ide tersebut.



(Sumber 9comeback, 2013)  
Gambar.3.19 Akar tunjang

Laporkan hasil kerja kalian kepada guru dan teman-teman di kelas!

### **Alternatif Jawaban “Tugas Proyek”**

Berdasarkan gambar tersebut, terlihat struktur akar yang kokoh dan dapat menunjang tumbuhan pada daerah laut. Hal ini bisa dipakai sebagai dasar pengembangan pembangunan pondasi pada tumbuhan, pondasi dalam pembuatan jembatan dan lain-lain.

Banyak ide-ide lain yang bisa di munculkan dari siswa, ide bisa diambil dari berbagai informasi dari buku, koran dan internet.

- 1) Peserta didik secara berkelompok berdiskusi melakukan kegiatan analisis bangunan yang meniru struktur jaringan tumbuhan dan menemukan ide-ide baru
- 2) Peserta didik diminta untuk mempresentasikan berbagai ide-ide yang muncul pada saat diskusi.

# Bab IV

## Sifat Bahan dan Pemanfaatannya dalam Kehidupan Sehari-hari

### A. Pengantar

Bab IV pada buku ini memuat materi **Sifat Bahan dan Pemanfaatannya dalam Kehidupan Sehari-hari**. Bab ini terdiri atas empat materi pokok yang akan dipelajari oleh peserta didik, yaitu **Bahan Serat, Bahan Karet, Bahan Tanah Liat dan Keramik, Bahan Gelas, dan Bahan Kayu**. Pada setiap bagian materi ini, peserta didik akan belajar tentang klasifikasi dan sifat dari bahan-bahan tersebut. Selain itu, peserta didik juga akan belajar tentang pemanfaatan bahan-bahan tersebut dalam kehidupan sehari-hari. Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan dapat menggunakan bahan yang ada di sekitarnya dengan tepat.

### B. KI dan KD pada Materi Sistem Pencernaan Makanan

Pada Tabel 4.1 dijabarkan KI, KD dan Indikator Pencapaian Kompetensi Bab IV. KI dan KD diambil dari Lampiran Permen Dikbud No. 68 Tahun 2013. Indikator yang tercantum pada buku ini dapat lebih dikembangkan lagi oleh guru.

**Tabel 4.1.** KI, KD dan indikator Bab IV tentang Sifat Bahan dan **Pemanfaatannya dalam Kehidupan Sehari-hari**

<b>Kompetensi Inti</b>	3. Memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata
<b>Kompetensi Dasar</b>	3.3 Mendeskripsikan keterkaitan sifat bahan dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari, serta pengaruh pemanfaatan bahan tertentu terhadap kesehatan manusia
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
3.3.1 Menyebutkan contoh-contoh bahan penyusun peralatan yang dipakai dalam kehidupan sehari-hari	

3.3.2 Menjelaskan sifat bahan serat 3.3.3 Menjelaskan kegunaan bahan serat dalam kehidupan sehari-hari 3.3.4 Menjelaskan sifat bahan karet 3.3.5 Menjelaskan kegunaan bahan karet dalam kehidupan sehari-hari 3.3.6 Menjelaskan sifat bahan tanah liat dan keramik 3.3.7 Menjelaskan kegunaan bahan tanah liat dan keramik dalam kehidupan sehari-hari 3.3.8 Menjelaskan sifat bahan gelas 3.3.9 Menjelaskan kegunaan bahan gelas dalam kehidupan sehari-hari 3.3.10 Menjelaskan sifat bahan kayu 3.3.11 Menjelaskan kegunaan bahan kayu dalam kehidupan sehari-hari	
<b>Kompetensi Inti</b>	4. Mengolah, menyaji, dan menalar dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari
<b>Kompetensi Dasar</b>	4.3 Melakukan penyelidikan tentang sifat-sifat bahan dan mengusulkan ide-ide pemanfaatan bahan berdasarkan sifatnya dalam kehidupan sehari-hari.
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
4.3.1. Mengidentifikasi ciri-ciri serat 4.3.2. Mengidentifikasi bahan karet alami dan buatan 4.3.3 Mengidentifikasi kualitas produk tanah liat 4.3.4 Mengidentifikasi kepadatan kaca 4.3.5 Mengidentifikasi kekerasan kayu 4.3.6 Mengusulkan ide inovatif pemanfaatan bahan dalam kehidupan sehari-hari.	

## C. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi sifat bahan dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari, peserta didik diharapkan dapat melakukan hal-hal berikut.

1. Menjelaskan berbagai macam jenis bahan yang dipakai dalam kehidupan sehari-hari.
2. Menjelaskan berbagai sifat bahan yang dipakai dalam kehidupan sehari-hari.
3. Menjelaskan kegunaan berbagai bahan dalam kehidupan sehari-hari

## D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian pada Bab IV memerlukan waktu 10 Jam Pelajaran (JP) atau 4 kali tatap muka (TM), dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP. Tabel 4.2 menunjukkan pengorganisasian kegiatan tersebut.

Tabel 4.2. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pertemuan ke	Materi	JP
1	Serat dan Karet <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi ciri-ciri serat</li> <li>• Mengidentifikasi bahan karet alami dan buatan</li> </ul>	3
2	Tanah Liat dan Keramik <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi kualitas produk tanah liat</li> </ul>	2
3	Gelas dan Kayu <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi kepadatan kaca</li> <li>• Mengidentifikasi kekerasan kayu</li> </ul>	3
4	Tes Tulis	2

## E. Materi Esensial

1. Serat dibagi menjadi dua, yaitu serat alami (polimer alami) dan serat sintetis (polimer sintetis).
  - Serat alami diperoleh dari tumbuhan, hewan dan mineral. Serat tumbuhan diperoleh dari selulosa tumbuhan, misalnya dari kapas, kapuk, dan rami. Contoh tekstil dari selulosa adalah katun dan linen. Serat hewan berupa serat protein dapat diperoleh dari rambut domba, benang jala yang dihasilkan oleh laba-laba, dan kepompong ulat sutera. Contoh tekstil dari serat protein yaitu wol dan sutera. Serat mineral, umumnya dibuat dari mineral asbetos.
  - Serat sintetis merupakan serat yang dibuat oleh manusia, bahan dasarnya tidak tersedia secara langsung dari alam. Contoh kain yang terbuat dari serat sintetis adalah rayon, polyester, dakron dan nilon.
2. Karet dibagi menjadi dua, yaitu karet alam dan karet sintetis.
  - Karet alam memiliki banyak sifat unggul. Karet alami memiliki daya elastis atau daya lenting yang baik, plastisitas yang baik, mudah pengolahannya, tidak mudah aus (tidak mudah habis karena gesekan), dan tidak mudah panas. Sifat unggul lain dari karet alami yaitu, karet alam juga memiliki daya tahan yang tinggi terhadap keretakan, tahan hentakan yang berulang-ulang, serta daya lengket yang tinggi terhadap berbagai bahan. Dalam bidang industri, karet alam memiliki peran yang sangat besar. Contohnya adalah ban pesawat terbang dan ban mobil balap dibuat dari bahan baku utamanya adalah karet alam murni.
  - Karet sintetis terbuat dari bahan baku yang berasal dari minyak bumi, batu bara, minyak, gas alam, dan acetylene. Banyak dari karet sintetis adalah kopolimer, yaitu polimer yang terdiri dari lebih dari satu jenis monomer. Karet sintetis dapat digunakan untuk berbagai

keperluan, bahkan dapat menggantikan fungsi karet alam. Karet sintetis mempunyai beberapa keunggulan dibanding karet alam yaitu tahan terhadap suhu tinggi/panas, minyak, pengaruh udara, dan kedap gas.

3. Secara umum barang-barang yang dibuat dari tanah liat dinamakan keramik. Namun, saat ini tidak semua keramik berasal dari tanah liat. Keramik dibedakan menjadi dua kelompok yaitu keramik tradisional yang bahan bakunya dari tanah liat dan keramik halus atau keramik teknik yang bahan bakunya dari oksida-oksida logam atau logam, seperti: oksida logam ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{MgO}$ , dan lainnya). Keramik halus ini penggunaannya sebagai elemen pemanas, semikonduktor, komponen turbin, dan pada bidang medis.
4. Gelas merupakan senyawa kimia dengan susunan yang kompleks, diperoleh dengan membekukan lelehan melalui pendinginan. Produk ini bersifat bening, tembus pandang secara optik, dengan kekerasan yang cukup. Selain itu juga bersifat sangat rapuh, mudah pecah menjadi pecahan yang tajam, mudah dimodifikasi bentuknya dengan proses kimia atau pemanasan, sehingga memiliki sifat estetika atau keindahan yang tinggi. Keunggulan sifat-sifat gelas tersebut memungkinkan produk-produk gelas digunakan untuk menunjang kebutuhan sehari-hari meliputi barang setengah jadi maupun produk gelas yang siap jadi. Contoh produk barang setengah jadi adalah lempengan kaca, pipa kaca, benda kaca berongga untuk bahan membran dan penyaring, dan benda kebutuhan rumah tangga. Produk gelas yang siap pakai meliputi perabotan rumah tangga (piring gelas, cangkir gelas, botol gelas, dan lainnya), peralatan laboratorium (tabung reaksi, pipa kaca, beker gelas, kaca pembesar, dan lainnya), bahan bangunan atau industri seperti kaca jendela, bola lampu, lampu gantung, genting kaca, dan asesoris seperti manik-manik.
5. Kayu mengandung berbagai komponen penting yaitu selulosa, lignin, dan senyawa ekstraktif (senyawa tertentu yang dapat diambil dari kayu). Selulosa merupakan senyawa polimer turunan dari glukosa, dapat mencapai 70% dari berat kayu. Selulosa merupakan bahan utama pembuatan kertas dan tekstil. Lignin merupakan komponen pembentuk kayu, meliputi 18-28% berat kayu. Secara kimiawi, kayu keras dan kayu lunak dibedakan pada jumlah dan jenis lignin yang terkandung di dalamnya. Senyawa ekstraktif yang jumlah dan jenisnya bervariasi tergantung dari spesies pohonnya. Senyawa ekstraktif dapat berupa zat warna, getah, resin, lilin, dan lainnya. Senyawa ekstraktif ini memiliki manfaat seperti melindungi kayu dari hama. Senyawa ekstraktif merupakan salah satu dari hasil hutan non-kayu. Kayu digunakan untuk berbagai keperluan, mulai dari peralatan masak seperti sendok kayu, perabot (meja, kursi), bahan bangunan

(pintu, jendela, rangka atap), bahan kertas, alat transportasi (perahu), dan banyak lagi. Kayu juga dapat dimanfaatkan sebagai hiasan-hiasan rumah tangga, asesoris, dan cinderamata.

## F. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab IV tentang Sifat Bahan dan Pemanfaatannya dalam Kehidupan Sehari-hari, guru dapat menerapkan pembelajaran *Problem Based Learning (PBL)*, *Inquiry*, atau *Learning Cycle*, atau model pembelajaran lain, yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

### Pertemuan 1 (3 JP)

#### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi dan motivasi dengan menunjukkan fenomena atau mengajukan pertanyaan yang relevan dengan materi yang akan dipelajari.
2. Misalnya guru mengajukan pertanyaan, mengenai bahan apa saja yang menyusun benda-benda yang ada di dalam kelas, seperti pigura foto, meja, kursi, buku, serta seragam yang sedang mereka pakai?.
3. Guru menyampaikan kepada peserta didik tujuan pembelajaran yang tertera pada kegiatan 'Ayo Kita Pelajari?' yang berbunyi, sifat bahan dan penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari.
4. Guru menyampaikan kepada peserta didik nilai-nilai yang akan diperoleh setelah mempelajari Bab IV ini yang tertera pada bagian 'Mengapa Penting?' yaitu mengetahui peran serat dan plastik untuk membuat bahan yang kita inginkan.
5. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa ada dua kegiatan yang akan dilakukan peserta didik pada pertemuan hari ini yaitu, "Mengidentifikasi ciri-ciri serat" pada bagian 'Ayo Kita Lakukan' dan "Mengidentifikasi bahan karet alami dan buatan" pada bagian 'Ayo Kita Coba'.

#### Inti

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan Mengidentifikasi Ciri-ciri Serat pada bagian 'Ayo Kita Coba'. Pada kegiatan ini peserta didik diminta melakukan identifikasi minimal 5 macam potongan-potongan kain perca yang terbuat dari bahan serat. Untuk menunjang tercapainya KI-2, jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dan berbagi tugas dengan kelompoknya



## Ayo Kita Lakukan

### Mengidentifikasi Ciri-ciri Serat

#### Apa yang kamu lakukan?

1. Bekerjalah dengan kelompokmu!
2. Kumpulkan 5 macam potongan-potongan kain perca yang terbuat dari bahan serat yang berbeda-beda, berukuran lebih kurang 2 X 5 cm.
3. Beri nomor pada potongan bahan serat tersebut.
4. Teliti dan identifikasi sifat fisik bahan tersebut satu per-satu dengan cara berikut.
  - a. Rabalah potongan-potongan bahan tersebut dengan tanganmu untuk melihat kehalusan/kelembutan bahan.
  - b. Perhatikan permukaan potongan-potongan bahan tersebut untuk mengidentifikasi kemengkilapannya.
  - c. Remas-remaslah dengan tanganmu potongan-potongan bahan tersebut untuk melihat kekusutannya.
  - d. Tarik-tariklah potongan bahan tersebut untuk melihat elastisitasnya.
  - e. Celupkan secara pelan-pelan ke dalam gelas berisi air, mulailah dari ujung potongan bahan. Untuk melihat daya serap terhadap air, hitunglah waktu yang diperlukan untuk membasahi potongan kain sepanjang 2 cm.
  - f. Tarik-tariklah potongan bahan yang basah untuk melihat kekuatannya.
5. Catat data yang kamu peroleh ke dalam Tabel 4.1 dengan memberi tanda (√) pada kolom yang sesuai dengan sifat fisiknya.

**Tabel 4.1** Sifat-Sifat Fisik Bahan dari Serat Alam & Sintetis

Sifat Fisik Serat	Nomor barang dari bahan serat									
	1		2		3		4		5	
	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak
Lembut										
Mengkilap										
Tahan kusut										
Elastisitas										
Daya Serap										
Kuat										

6. Perhatikan bila gurumu melakukan demonstrasi membakar potongan-potongan bahan serat di atas nyala lilin. Bagaimanakah bau dan bentuk sisa pembakaran?
7. Catat data yang kamu peroleh ke dalam Tabel 4.1 dengan memberi tanda (√) pada kolom yang sesuai dengan sifat fisiknya.

**Tabel 4.2** Sifat-Sifat Bahan dari Serat Alam & Sintetis Apabila Dibakar

Sifat Fisik Serat	Nomor barang dari bahan serat				
	1	2	3	4	5
Bau rambut terbakar					
Bau kayu terbakar					
Bau plastik terbakar					
Sisa berbentuk serbuk					
Sisa berbentuk gumpalan					

Berdasarkan data pada Tabel 4.2, kerjakan tugas berikut.

1. Kelompokkan bahan-bahan yang termasuk serat alami dari selulosa.
2. Tuliskanlah sifat-sifat fisik produk dari serat alami (kapas).
3. Kelompokkan bahan-bahan yang termasuk serat alami dari sutera atau wol.
4. Tuliskanlah sifat-sifat fisik produk dari serat alami (wol dan sutera).
5. Kelompokkan bahan-bahan yang termasuk serat sintetis dari nilon dan polyester.
6. Tuliskanlah sifat-sifat fisik produk dari serat sintetis (nilon dan polyester).

### **Alternatif Jawaban 'Ayo Kita Lakukan' Mengidentifikasi Ciri-ciri Serat**

Kemungkinan jawaban peserta didik pada bagian ini akan sangat beragam, hal ini bergantung pada kain perca yang dibawa oleh peserta didik. Berikut ini kemungkinan jawaban yang akan muncul.

Berikut ini merupakan alternatif jawaban untuk kegiatan ini. Hasil pengelompokan potongan sifat fisik bahan.

- a. Lembut, mengkilap, tidak mudah kusut, elastis tinggi, daya serap tinggi (serat sutera)
- b. Lembut, tidak mengkilap, tahan kusut, elastis tinggi, daya serap rendah (serat wool)
- c. Lembut, mengkilap, tahan kusut, elastisitas tinggi, daya serap rendah (serat nilon)
- d. Lembut, mengkilap, tahan kusut, elastisitas tinggi, daya serap rendah (serat polyester)
- e. Tidak terlalu lembut, tidak mengkilap, mudah kusut, elastisitas rendah, daya serap tinggi (serat kapas)
- f. Lembut, mengkilap, mudah kusut, elastisitas rendah (serat linen)

### Jawaban pertanyaan dari hasil kegiatan Tabel 4.2

Jawaban peserta didik tergantung pada data hasil pengamatan pada Tabel 4.4. Alternatif jawaban yang mungkin diperoleh peserta didik sebagai berikut.

- a. Bahan-bahan yang merupakan serat alami dari selulosa adalah bahan F (serat kapas) dan G (serat linen)
- b. Sifat-sifat fisik produk dari serat alami (kapas) adalah bahan terasa dingin dan sedikit kaku, mudah kusut, mudah menyerap keringat, rentan terhadap jamur. Serat kapas mudah terbakar, kalau terbakar nyalanya berjalan terus, berbau seperti kertas, dan meninggalkan abu berwarna kelabu.
- c. Bahan-bahan yang termasuk serat alami dari sutera atau wol adalah bahan A dan B.
- d. Sifat-sifat fisik produk dari serat alami (wol dan sutera) sebagai berikut.
  - Serat wool, mempunyai ciri agak kuat, tidak berkilau, keriting, kekenyalan tinggi, elastisitas tinggi, dan merupakan penahan panas yang baik, tahan terhadap jamur dan bakteri. Pada pembakaran terbentuk gumpalan hitam dan berbau rambut terbakar.
  - Serat sutera mempunyai ciri-ciri berkilau, sangat bagus dan lembut, tidak mudah kusut, sangat halus, kekuatannya tinggi, dan kurang tahan terhadap sinar matahari. Mempunyai daya serap cukup tinggi, tidak mudah berjamur, sukar terbakar, cepat padam, berbau seperti rambut terbakar, bekas pembakaran berbentuk abu hitam, bulat, dan mudah dihancurkan.
- e. Bahan-bahan yang termasuk serat sintetis dari nilon dan polyester adalah bahan C dan D.
- f. Sifat-sifat fisik produk dari serat sintetis (nilon dan polyester).
  - Serat nilon mempunyai ciri sangat kuat, ringan dan berkilau, daya mulur sangat kuat, tidak mudah kusut, tahan terhadap serangan jamur dan bakteri. Nilon tidak tahan panas, mudah terbakar, meleleh bila dibakar, berbau khas, serta meninggalkan bentuk pinggirannya yang berwana cokelat.
  - Serat polyester mempunyai ciri elastisitasnya tinggi sehingga tidak mudah kusut, tahan terhadap sinar matahari, tahan suhu tinggi, daya serap air yang rendah, tahan terhadap jamur, bakteri, dan serangga. Apabila dibakar polyester mudah terbakar, tetapi apinya cepat padam, meninggalkan tepi yang keras dan berwarna cokelat muda.

2. Guru membimbing peserta didik untuk melakukan kegiatan Mengidentifikasi Bahan Karet Alami dan Buatan pada bagian 'Ayo Kita Coba'. Pada kegiatan ini peserta didik diminta melakukan identifikasi minimal 5 bahan yang terbuat dari bahan karet. Untuk menunjang tercapainya KI-2, jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dan berbagi tugas dengan kelompoknya.

## Ayo Kita Coba

### Mengidentifikasi Bahan Karet Alami dan Buatan

#### Apa yang kamu siapkan?

1. Lima macam benda yang terbuat dari karet (balon karet, gelang karet, bola bekel, dot bayi, karet penghapus atau benda dari bahan karet)
2. 100 cc minyak tanah.
3. Botol selai ukuran 200 cc.

#### Apa yang kamu lakukan?

1. Bekerjalah dengan kelompokmu!
2. Kumpulkan 5 macam barang bekas yang terbuat dari bahan karet (misalnya: karet penghapus, karet gelang, bola bekel, dot bayi, balon karet, dan bahan lain yang terbuat dari karet yang ada di sekitarmu).
3. Teliti dan identifikasi sifat bahan tersebut satu-persatu dengan cara berikut.
  - a. Ukurlah masing-masing bahan tersebut dengan alat ukur yang sesuai, misalnya dengan penggaris, meteran atau jangka sorong. Catat masing-masing bahan pada Tabel 4.10
  - b. Rendamlah bahan-bahan tersebut ke dalam botol selai yang berisi minyak tanah selama 6 jam. **Hati-hati dalam melakukan kegiatan ini, dan jauhkan dari api.**
4. Ukurlah masing-masing bahan tersebut dengan alat ukur yang sesuai, misalnya dengan penggaris, meteran atau jangka sorong. Catat masing-masing bahan pada **Tabel 4.3**.

**Tabel 4.3** Data Pengamatan Identifikasi Karet Alam dan Sintetis

No.	Nama Bahan	Ukuran Sebelum Direndam	Ukuran Sesudah Direndam
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

Jawablah pertanyaan berikut!

1. Setelah bahan-bahan tersebut direndam minyak tanah apakah ukurannya berubah?
2. Bahan-bahan apa sajakah yang ukurannya berubah? Mengapa demikian?
3. Bahan-bahan apa sajakah yang ukurannya tidak berubah? Mengapa demikian?
4. Berdasarkan data tersebut, apa saja yang termasuk bahan karet alami? dan bahan apa saja yang tergolong karet sintetis?

### **Alternatif Jawaban ‘Ayo Kita Coba’ Mengidentifikasi Bahan Karet Alami dan Buatan’**

Kemungkinan jawaban peserta didik pada bagian ini akan sangat beragam, hal ini bergantung pada jenis karet yang dibawa oleh peserta didik. Berikut ini kemungkinan jawaban yang akan muncul.

Benda-benda yang terbuat dari karet, karet gelang, potongan ban sepeda, penghapus, pembungkus kabel, sol sepatu dan dot bayi.

1. Pada saat benda-benda yang terbuat dari bahan karet tersebut direndam dengan menggunakan minyak tanah ada yang berubah ukurannya tetapi ada juga yang ukurannya tetap.
2. Bahan-bahan yang ukurannya bertambah besar setelah direndam dalam minyak antara lain, karet gelang, potongan ban sepeda dan sol sepatu. Hal ini dikarenakan bahan-bahan tersebut tidak tahan terhadap minyak, karet-karet tersebut termasuk golongan karet alami. Karet alami memiliki banyak sifat unggul. Karet alami memiliki daya elastis atau daya lenting yang baik, plastisitas yang baik, mudah pengolahannya, tidak mudah aus (tidak mudah habis karena gesekan), dan tidak mudah panas. Sifat unggul lain dari karet alami yaitu , karet alami juga memiliki daya tahan yang tinggi terhadap keretakan, tahan hentakan yang berulang-ulang, serta daya lengket yang tinggi terhadap berbagai bahan.
3. Bahan-bahan yang ukurannya tidak berubah setelah direndam dalam minyak adalah penghapus dan dot bayi. Hal ini dikarenakan karet-karet tersebut termasuk golongan karet sintetik. Karet sintesis terbuat dari bahan baku yang berasal dari minyak bumi, batu bara, minyak, gas alam, dan acetylene. Banyak dari karet sintesis adalah kopolimer, yaitu polimer yang terdiri dari lebih dari satu jenis monomer. Karet sintesis dapat diubah susunannya sehingga diperoleh sifat yang sesuai dengan kegunaannya. Salah satu keunggulan dari karet sintesis adalah tahan terhadap minyak, hal inilah yang membuat benda-benda tersebut tidak berubah ketika direndam dalam minyak. Keunggulan lain dari karet sintesis dibanding karet alami adalah yaitu tahan terhadap suhu tinggi/panas, pengaruh udara, dan kedap gas.
4. Bahan-bahan yang termasuk dalam golongan karet alami adalah karet gelang, potongan ban sepeda dan sol sepatu. Sedangkan bahan-bahan yang termasuk karet sintetik adalah penghapus dan dot bayi.

## Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan. Materi yang harus disimpulkan sebagai berikut.
  - a). Serat dibagi menjadi dua, yaitu serat alami (polimer alami) dan serat sintetis (polimer sintetis).
    - Serat alami diperoleh dari tumbuhan, hewan dan mineral. Serat tumbuhan diperoleh dari selulosa tumbuhan, misalnya dari kapas, kapuk, dan rami. Serat hewan berupa serat protein dapat diperoleh dari rambut domba, benang jala yang dihasilkan oleh laba-laba, dan kepompong ulat sutera.
    - Serat sintetis merupakan serat yang dibuat oleh manusia, bahan dasarnya tidak tersedia secara langsung dari alam.
  - b). Karet dibagi menjadi dua, yaitu karet alam dan karet sintetis.
    - Karet alam memiliki banyak sifat unggul. Karet alami memiliki daya elastis atau daya lenting yang baik, plastisitas yang baik, mudah pengolahannya, tidak mudah aus (tidak mudah habis karena gesekan), dan tidak mudah panas. Sifat unggul lain dari karet alami yaitu, karet alam juga memiliki daya tahan yang tinggi terhadap keretakan, tahan hentakan yang berulang-ulang, serta daya lengket yang tinggi terhadap berbagai bahan. Contoh karet alam adalah (hasil dari kegiatan identifikasi peserta didik).
    - Karet sintetis terbuat dari bahan baku yang berasal dari minyak bumi, batu bara, minyak, gas alam, dan acetylene. Karet sintetis mempunyai beberapa keunggulan dibanding karet alam yaitu tahan terhadap suhu tinggi/panas, minyak, pengaruh udara, dan kedap gas. Contoh karet sintetis adalah (hasil dari kegiatan identifikasi peserta didik).
2. Guru menugaskan peserta didik membaca materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya yaitu tentang Tanah Liat dan Keramik.
3. Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok dengan jumlah anggota setiap kelompoknya 3-4 peserta didik. Guru juga menugaskan setiap kelompok untuk membawa lima macam barang yang terbuat dari tanah liat.

## Pertemuan 2 (2 JP)

### Pendahuluan

1. Guru menanyakan kepada peserta didik tentang tugas yang diberikan untuk membawa berbagai macam barang yang terbuat dari tanah liat. Guru menjelaskan kepada peserta didik bahwa semua barang yang mereka bawa berasal dari bahan yang sama, yaitu tanah liat. Secara umum barang-barang yang dibuat dari tanah liat dinamakan keramik. Akan tetapi, tidak semua keramik berasal dari tanah liat.

2. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa kegiatan yang akan dilakukan pada pertemuan hari ini adalah Mengidentifikasi Kualitas Produk Tanah Liat pada bagian 'Ayo Kita Coba'.

### Inti

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan Mengidentifikasi Kualitas Produk Tanah Liat pada bagian 'Ayo Kita Coba'. Pada kegiatan ini peserta didik diminta melakukan identifikasi barang-barang berbahan tanah liat yang telah mereka bawa. Untuk menunjang tercapainya KI-2, jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dan berbagi tugas dengan kelompoknya.

### Ayo Kita Coba

#### Mengidentifikasi Kualitas Produk Tanah Liat

##### Apa yang kamu siapkan?

1. Lima barang yang merupakan produk tanah liat yang ada di sekitar kamu misalnya cangkir, piring, vas bunga, pot bunga, tembikar, gerabah, keramik atau yang lain.
2. Pensil.

##### Apa yang kamu lakukan?

1. Bekerjalah dengan kelompokmu!
2. Teliti dan identifikasi sifat bahan yang kamu bawa satu-persatu dengan cara berikut.
  - a. Ketuklah barang-barang tersebut pelan-pelan.
  - b. Dengarkan kenyaringan suara yang ditimbulkan.

**Hati-hati dalam melakukan kegiatan ini, jangan sampai barang kamu bawa pecah.**

3. Catat data yang kamu peroleh ke dalam Tabel 4.4

Tabel 4.4 Data Pengamatan Identifikasi Kualitas Produk Tanah Liat

No.	Nama Barang	Kenyaningan Suara		
		rendah	sedang	tinggi
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.**

1. Dari kelima barang tersebut barang nomor berapa yang suaranya paling tinggi?
2. Dari kelima barang tersebut barang nomor berapa yang suaranya paling rendah?
3. Buatlah kesimpulan berdasarkan data yang kamu peroleh!

**Alternatif Jawaban ‘Ayo Kita Coba’ Mengidentifikasi Kualitas Produk Tanah Liat**

Kemungkinan jawaban peserta didik pada bagian ini akan sangat beragam, hal ini bergantung pada barang yang dibawa oleh peserta didik.

Kegiatan identifikasi yang dilakukan oleh peserta didik ini adalah untuk mengetahui kualitas produk tanah liat berdasarkan tingkat kenyaringan suara. Secara kasat mata sulit membedakan kualitas produk tanah liat dari tembikar sampai porselin, karena yang membedakan adalah komposisi kandungan mineral dari bahan dan tingkat pembakarannya. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk membedakan tingkat pembakarannya adalah mengetahui perbedaan suara dari suatu keramik yang telah dibakar.

Semakin nyaring suara suatu keramik apabila disentuh atau dipukul, maka makin tinggi juga suhu pembakarannya. Produk tanah liat yang dibakar dengan suhu rendah memiliki kualitas lebih tinggi dibandingkan produk tanah liat yang dibakar pada suhu tinggi.

2. Guru membimbing peserta didik untuk mendiskusikan materi tentang teknik pembuatan keramik dan langkah-langkah pembuatan keramik.

**Penutup**

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan. Materi yang harus disimpulkan sebagai berikut.
  - a). Barang-barang yang dibuat dari tanah liat dinamakan keramik. Keramik dibedakan menjadi dua kelompok yaitu keramik tradisional yang bahan bakunya dari tanah liat dan keramik halus atau keramik teknik yang bahan bakunya dari oksida-oksida logam atau logam.
  - b). Keramik tradisional, berdasarkan komposisi tanah liat dan suhu pembakarannya keramik dibedakan menjadi tembikar (*terakota*), gerabah (*earthenware*), keramik batu (*stoneware*), dan porselen (*porcelain*).

- c). Salah satu cara yang dapat digunakan untuk membedakan tingkat pembakarannya adalah mengetahui perbedaan suara dari suatu keramik yang telah dibakar. Makin nyaring suara suatu keramik disentuh atau dipukul, maka makin tinggi juga suhu pembakarannya. Produk tanah liat yang dibakar dengan suhu rendah memiliki kualitas lebih tinggi dibandingkan produk tanah liat yang dibakar pada suhu tinggi.
  - d). Pembuatan keramik umumnya dilakukan dengan tiga teknik pembentukan keramik.
    - Pembentukan tangan langsung (*handbuilding*).
    - Teknik putar (*throwing*).
    - Teknik cetak (*casting*).
2. Guru menugaskan peserta didik membaca materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya yaitu tentang Gelas dan kayu.

### **Pertemuan 3 (3 JP)**

#### **Pendahuluan**

1. Guru menanyakan kepada peserta didik, “apakah kamu sering menggunakan peralatan rumah tangga yang terbuat dari gelas seperti cangkir, gelas minum, dan botol kecap? Pernahkah kamu berpikir terbuat dari apa gelas tersebut? Mengapa produk tertentu harus dikemas dalam gelas? Pertanyaan itu akan terjawab setelah kamu mempelajari materi ini”.
2. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa kegiatan yang akan dilakukan pada pertemuan hari ini ada dua, yaitu Mengidentifikasi Kepadatan Kaca pada bagian ‘Ayo Kita Coba’ dan Mengidentifikasi Kekerasan Kayu pada bagian ‘Ayo Kita Coba’.

#### **Inti**

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan Mengidentifikasi Kekerasan Kayu pada bagian ‘Ayo Kita Coba’. Pada kegiatan ini peserta didik diminta melakukan identifikasi lima macam potongan kayu untuk mengetahui kekerasan dari kayu-kayu tersebut. Untuk menunjang tercapainya KI-2, jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya dan melakukan identifikasi dengan cermat agar memperoleh hasil yang tepat.

## Ayo Kita Coba

### Mengidentifikasi Kepadatan Kaca

#### Apa yang kamu sediakan?

1. 6 macam pecahan kaca/gelas bekas (A, B, C, D, E, dan F)
2. 20 cc air
3. Gelas ukur
4. Pinset (penjepit)
5. Timbangan

#### Apa yang kamu lakukan?

1. Timbanglah pecahan kaca, catatlah massanya. Hati-hati saat memegang pecahan kaca, gunakan pinset untuk memegangnya.
2. Tempatkan air 20 cc ke dalam gelas ukur.
3. Masukkan pecahan kaca ke dalam gelas ukur menggunakan pinset. Catatlah volume baru pada gelas ukur.
4. Hitung volume pecahan kaca (volume baru – 20 cc)
5. Hitung kepadatan kaca (massa: volume)
6. Rekamlah datanya pada Tabel 4.5

**Tabel 4.5** Data Kepadatan Kaca

Jenis Kaca	Kepadatan Kaca		
	Massa	Volume	Kepadatan
A			
B			
C			
D			
E			
F			

#### Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut!

1. Berdasarkan data pada tabel di atas apakah ada pecahan kaca yang mempunyai kepadatan sama?
2. Bila ada pecahan gelas dengan kepadatan yang sama, apa artinya?

#### Alternatif Jawaban 'Ayo Kita Coba' Mengidentifikasi Kepadatan Kaca

1. Kemungkinan jawaban peserta didik pada bagian ini akan sangat beragam, hal ini bergantung pada barang yang dibawa oleh peserta didik.
2. Persamaan kepadatan pecahan gelas memungkinkan gelas tersebut berasal dari bahan kaca yang sama

- Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan Mengidentifikasi Kepadatan Kaca pada bagian 'Ayo Kita Coba'. Untuk menunjang tercapainya KI-2, jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya dan melakukan identifikasi dengan cermat agar memperoleh hasil yang tepat.



### Ayo Kita Coba

#### Mengidentifikasi Kekerasan Kayu

##### Apa yang kamu siapkan?

- 5 macam potongan kayu berbentuk balok berbentuk kubus atau persegi panjang.  
Masing-masing potongan beri tanda dengan huruf (A, B, C, D, E)
- Timbangan
- Penggaris

##### Apa yang kamu lakukan?

- Ukurlah dengan penggaris (panjang, lebar, dan tinggi) masing-masing potongan kayu dengan teliti.
- Hitunglah volume masing-masing potongan kayu.
- Timbanglah dengan teliti massa masing-masing potongan kayu.
- Catatlah data pada tabel yang disediakan.
- Hitunglah densitas masing-masing potongan kayu dengan menggunakan rumus pada kolom "Ayo Kita Pahami".

**Tabel 4.6** Data Hasil Pengamatan

Sampel	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Massa (g)	Densitas (g/cm)
A						
B						
C						
D						
E						

##### Jawablah pertanyaan berikut

- Potongan kayu manakah yang mempunyai densitas paling tinggi? Apa artinya?
- Potongan kayu manakah yang mempunyai densitas paling rendah? Apa artinya?
- Bila ada potongan kayu yang densitasnya sama, apa artinya?

### Alternatif Jawaban 'Ayo Kita Coba' Mengidentifikasi Kekerasan Kayu

4. (jawaban disesuaikan dengan kayu yang dibawa peserta didik)  
Potongan kayu yang mempunyai densitas tinggi berarti memiliki tingkat kekerasan yang tinggi juga. Pada volume yang sama, kayu tersebut memiliki massa yang paling besar. Jenis kayu ini memiliki pori-pori yang kecil dengan ikatan antar pori-porinya kuat, dan serat kayu berbentuk bulat telur atau spiral.
  5. (jawaban disesuaikan dengan kayu yang dibawa peserta didik)  
Potongan kayu yang mempunyai densitas rendah berarti memiliki tingkat kekerasan yang rendah juga. Pada volume yang sama, kayu tersebut memiliki massa yang paling kecil. Jenis kayu ini memiliki lubang pori-pori yang besar.
- Bila ada potongan kayu yang densitasnya sama maka dapat diprediksi bahwa kayu tersebut berasal dari jenis yang sama.

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan. Materi yang harus disimpulkan sebagai berikut.
  - Gelas adalah produk yang bersifat bening, tembus pandang secara optik, dengan kekerasan yang cukup. Gelas bersifat sangat rapuh, mudah pecah menjadi pecahan yang tajam, mudah dimodifikasi bentuknya dengan proses kimia atau pemanasan, sehingga memiliki sifat estetika atau keindahan yang tinggi. Penggunaan gelas dalam kehidupan sehari-hari adalah untuk perabotan rumah tangga (piring gelas, cangkir gelas, botol gelas, dan lainnya), peralatan laboratorium (tabung reaksi, pipa kaca, beker gelas, kaca pembesar, dan lainnya), bahan bangunan atau industri seperti kaca jendela, bola lampu, lampu gantung, genting kaca, dan asesoris seperti manik-manik.
  - kayu yang digunakan sebagai bahan untuk berbagai keperluan diperoleh dari kelompok tumbuhan berkayu berupa pohon.
  - Kayu digunakan untuk berbagai keperluan, mulai dari peralatan masak seperti sendok kayu, perabot (meja, kursi), bahan bangunan (pintu, jendela, rangka atap), bahan kertas, alat transportasi (perahu), dan banyak lagi. Kayu juga dapat dimanfaatkan sebagai hiasan-hiasan rumah tangga, asesoris, dan cinderamata.
2. Guru menugaskan peserta didik belajar menghadapi tes pada pertemuan berikutnya.

## G. Penilaian

1. Jenis/teknik penilaian: tes tulis, pengamatan sikap, dan unjuk kerja
2. Bentuk instrumen: lembar tes tulis berbentuk essay dengan soal-soal yang dapat diambil di buku siswa atau dikembangkan oleh guru sendiri.  
**Sikap** dan **keterampilan** peserta didik dapat dinilai oleh guru selama proses pembelajaran, dengan menggunakan format-format seperti dicontohkan pada buku guru kelas 8 pada bagian **Penilaian**, buku guru kelas 7, atau dikembangkan sendiri oleh guru, disesuaikan dengan sikap dan keterampilan yang dinilai.

No.	KD	Indikator Pencapaian	Teknik
1	2.1	Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari.	Pengamatan sikap
	2.2	Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan.	Pengamatan sikap
2	3.3.1	Menyebutkan contoh-contoh bahan penyusun peralatan yang dipakai dalam kehidupan sehari-hari	Tes tulis
	3.3.2	Menjelaskan sifat bahan serat	Tes tulis
	3.3.3	Menjelaskan kegunaan bahan serat dalam kehidupan sehari-hari	Tes tulis
	3.3.4	Menjelaskan sifat bahan karet	Tes tulis
	3.3.5	Menjelaskan kegunaan bahan karet dalam kehidupan sehari-hari	Tes tulis
	3.3.6	Menjelaskan sifat bahan tanah liat dan keramik	Tes tulis
	3.3.7	Menjelaskan kegunaan bahan tanah liat dan keramik dalam kehidupan sehari-hari	Tes tulis
	3.3.8	Menjelaskan sifat bahan gelas	Tes tulis
	3.3.9	Menjelaskan kegunaan bahan gelas dalam kehidupan sehari-hari	Tes tulis
	3.3.10	Menjelaskan sifat bahan kayu	Tes tulis
	3.3.11	Menjelaskan kegunaan bahan kayu dalam kehidupan sehari-hari	Tes tulis

3	4.4.1	Mengidentifikasi ciri-ciri serat	Tes unjuk kerja
	4.4.1	Mengidentifikasi bahan karet alami dan buatan	Tes unjuk kerja
	4.3.3	Mengidentifikasi kualitas produk tanah liat	Tes unjuk kerja
	4.3.4	Mengidentifikasi kepadatan kaca	Tes unjuk kerja
	4.3.5	Mengidentifikasi kekerasan kayu	Tes unjuk kerja
	4.3.6	Mengusulkan ide inovatif pemanfaatan bahan dalam kehidupan sehari-hari.	Tes unjuk kerja

## H. Program Remedial dan Pengayaan

Pada akhir bab peserta didik diberi tes. Hasil tes dianalisis untuk mengetahui ketercapaian ketercapaian KKM, serta mengidentifikasi indikator-indikator mana yang belum dicapai peserta didik atau materi-materi yang belum dikuasai oleh peserta didik. Bagi peserta didik yang belum mencapai KKM diberi remedial yaitu mempelajari kembali materi yang belum dikuasai dengan dibimbing guru. Pelaksanaan remedial dilakukan satu minggu setelah tes akhir bab dijadwalkan pada waktu tertentu misalnya setelah jam sekolah berakhir selama 30 menit.

Bagi peserta didik yang sudah memenuhi KKM namun masih belum memasuki bab berikutnya, maka diberi program pengayaan misalnya melalui program pemberian tugas yang lebih menantang (*challenge*). Pelaksanaan program pengayaan dan remedial dapat dilaksanakan dalam waktu yang bersamaan.

### Materi pengayaan

#### Bahan dan Proses Pembuatan Sabun Mandi

Setiap mandi baik pagi maupun sore hari tentunya kita menggunakan sabun mandi agar tubuh bersih dari kotoran.

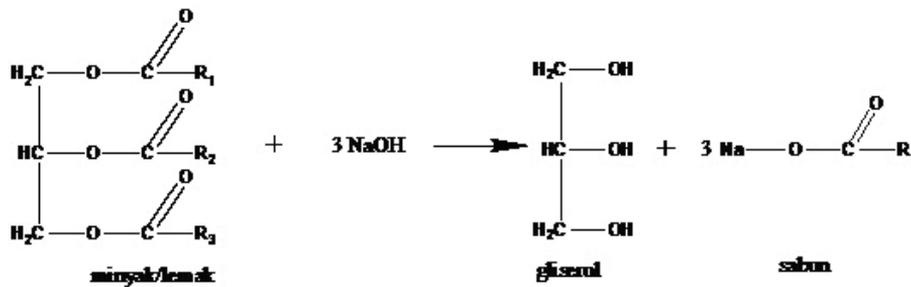
Tahukah kamu bahan apa saja yang dapat dimanfaatkan untuk membuat sabun mandi?

Bagaimanakah proses dari pembuatan sabun itu sendiri ?

Agar kamu memahami beberapa hal tersebut, mari simak uraian berikut ini!

Sabun merupakan salah satu produk yang diperoleh dari minyak. Reaksi pembentukan sabun dari minyak dilakukan dengan mereaksikan suatu alkali (salah satunya NaOH) dengan minyak. Reaksi ini dikenal dengan reaksi saponifikasim (penyabunan). Disamping sebagai reaksi pembentukan sabun, reaksi ini dapat menunjukkan adanya asam lemak yang berbeda dalam suatu minyak.

Persamaan reaksi penyabunan secara umum sebagai berikut :



**Palm Oil (minyak kelapa sawit).** Minyak kelapa sawit umumnya digunakan sebagai pengganti tallow. Minyak kelapa sawit dapat diperoleh dari pemasakan buah kelapa sawit. Minyak kelapa sawit berwarna jingga kemerahan karena adanya kandungan zat warna karotenoid sehingga jika akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan sabun harus dipucatkan terlebih dahulu. Sabun yang terbuat dari 100% minyak kelapa sawit akan bersifat keras dan sulit berbusa. Maka dari itu, jika akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan sabun, minyak kelapa sawit harus dicampur dengan bahan lainnya.

Seberat 10 gram minyak kelapa sawit ditambah dengan asam stearat 1 gram, campuran tersebut dipanaskan sampai asam stearat larut sempurna atau mencair dalam minyak kelapa sawit. Tujuan ditamhkannya asam stearat adalah untuk mengeraskan sabun dan menstabilkan busa. Larutan dipanaskan sampai suhu 70°C, tetapi sebelum suhu mencapai 70°C (kurang lebih 68-69°C) larutan tersebut diangkat dari penangas, hal ini dilakukan agar suhu larutan tidak terus naik. Suhu yang terlalu panas akan mengoksidasi minyak sehingga warnanya kecoklatan. Larutan tersebut didinginkan sampai suhu mencapai 50°C, kemudian ditambahkan larutan NaOH dan diaduk terus. Pada sabun dari minyak sawit, gumpalan yang dihasilkan banyak. Penambahan Larutan NaOH berfungsi sebagai penetralisir asam karena NaOH bersifat basa. Basa yang digunakan adalah NaOH agar diperoleh sabun yang padat, tetapi jika digunakan basa KOH maka yang diperoleh adalah sabun cair (lunak). Sabun yang diperoleh dari logam Na atau K dengan asam lemak tinggi pada umumnya mudah larut dalam air panas. Hasil kelarutan ini memberikan larutan koloid yang berwarna putih susu. Sifat kelarutan ini akan berkurang apabila dalam air terdapat ion-ion logam yang mampu menghasilkan reaksi substitusi yang hasilnya adalah berupa endapan garam kalsium, sedangkan supernatannya merupakan cairan yang mempunyai sifat tidak menghasilkan busa pada pengocokan.



Setelah itu ditambahkan alkohol 12 gram tetes demi tetes dan gliserin 4 gram. Fungsi dari penambahan alkohol yaitu sebagai pelarut pada proses pembuatan sabun transparan karena sifatnya yang mudah larut dalam air dan lemak. Sedangkan gliserin merupakan humektan sehingga dapat berfungsi sebagai pelembap pada kulit. Larutan tersebut terus diaduk sampai berbentuk seperti bubur, barulah kemudian dipanaskan kembali dengan terus diaduk sampai larutan berubah menjadi jernih. Setelah campuran agak dingin, kemudian ditambah dengan minyak zaitun yang fungsinya sebagai pewangi pada sabun, dan selanjutnya dituangkan ke dalam cetakan sebelum campuran memadat. Pada sabun dari minyak sawit, pemadatan sabun memerlukan waktu yang relative singkat. Sabun yang dihasilkan berwarna kuning pekat.

**Coconut Oil (minyak kelapa).** Minyak kelapa merupakan minyak nabati yang sering digunakan dalam industri pembuatan sabun. Minyak kelapa berwarna kuning pucat dan diperoleh melalui ekstraksi daging buah yang dikeringkan (kopra). Minyak kelapa memiliki kandungan asam lemak jenuh yang tinggi, terutama asam laurat, sehingga minyak kelapa tahan terhadap oksidasi yang menimbulkan bau tengik. Minyak kelapa juga memiliki kandungan asam lemak kaproat, kaprilat, dan kaprat.

Semua prosedur dalam pembuatan sabun dari minyak kelapa maupun minyak sawit adalah sama, perbedaan hanya terletak pada saat ditambahkan NaOH, gumpalan yang dihasilkan pada sabun minyak kelapa lebih sedikit. Selain itu, untuk menjadi fase padat, sabun dari minyak kelapa memerlukan waktu yang relative lama daripada sabun dari minyak sawit. Warna padatan sabun dari minyak kelapa lebih terang daripada sabun dari minyak sawit.

## Sifat emulsi sabun

### a. Minyak kelapa

Pada pengujian emulsi sabun dilakukan dengan melarutkan sabun 0.2 gram dengan aquades 3 mL, larutan tersebut dicampur dengan minyak kelapa sebanyak 5 tetes kemudian dikocok. Pengocokan ini dilakukan agar menghasilkan emulsi. Kemudian didiamkan sampai lapisan air dan minyak terpisah. Setelah lebih dari 15 menit terjadi pemisahan lapisan antara lapisan air dan lapisan minyak. Berarti sabun yang dibuat itu mengalami emulsi yang sempurna. Sabun merupakan bahan surfaktan. Bahan ini dapat mengurangi tegangan permukaan larutan, sehingga dengan adanya proses ini pembentukan busa atau sifat emulsinya akan meningkat. Hal ini disebabkan oleh sifat struktur sabun yang mempunyai dua kutub yaitu kutub yang bersifat hidrofilik dan kutub yang bersifat hidrofobik. Dimana kutub hidrofilik akan menuju ke lapisan air, sedangkan kutub hidrofobik menuju ke lapisan udara. Dengan adanya sifat tersebut, maka cairan dalam air akan

membentuk emulsi. Semakin lama waktu pemisahan air dengan minyak, maka emulsi dari sabun akan semakin baik.

Diujikan juga dengan mereaksikan akuades dengan minyak kelapa dan sabun, tetapi sabun yang dipakai bukan sabun dari minyak kelapa melainkan sabun dari minyak sawit. Hasilnya adalah diperlukan waktu lebih dari 15 menit untuk terjadi pemisahan antara air dan minyak. Waktu tersebut dapat menjelaskan emulsi yang dihasilkan adalah sempurna.

Sebagai pembandingan dari pengujian emulsi sabun ini yaitu dengan cara mencampur aquades 3 mL dengan 5 tetes minyak kelapa dengan tanpa pemberian sabun pada larutan tersebut dan dikocok kuat-kuat agar bercampur homogen. Setelah didiamkan dan diamati, ternyata membutuhkan waktu sekitar 30 detik untuk terjadinya pemisahan antara lapisan air dengan lapisan minyak.

#### **b. Minyak kelapa sawit**

Pengujian emulsi sabun pada sabun minyak sawit dengan minyak sawit dan akuades juga dibutuhkan waktu lebih dari 15 menit untuk terjadi pemisahan antara minyak dan air, hal tersebut menunjukkan emulsi yang dihasilkan adalah sempurna. Sedangkan pada pengujian minyak sawit dengan sabun dari minyak kelapa dan akuades diperlukan waktu yang relative sama untuk menghasilkan pemisahan antara air dan minyak, yaitu lebih dari 15 menit, yang berarti menghasilkan emulsi yang sempurna.

Pada pembandingnya, pengujian emulsi menggunakan minyak kelapa sawit ditambah dengan aquades, waktu yang dibutuhkan untuk memisahkan antara lapisan air dan lapisan minyak yaitu sekitar 20 detik.

## **I. Interaksi dengan Orang Tua**

Komunikasi dengan orang tua dapat menggunakan buku penghubung, yang dapat dilihat kembali pada Bagian Umum buku guru ini.

## **J. Kunci Uji Kompetensi pada Buku Siswa**

### **A. Pilihan Ganda**

- |      |       |
|------|-------|
| 1. C | 6. C  |
| 2. D | 7. B  |
| 3. A | 8. C  |
| 4. D | 9. C  |
| 5. A | 10. A |

## B. Uraian

1. Karet alami, karena karet alami dapat diperbaharui sementara karet sintetis tidak.
2. Serat dan karet.
3. Kuat, padat, mudah kusut, dan tahan penyeterikaan.
4. Tembikar mudah pecah, lebih berat bila dibanding dengan plastik, tidak elastis, dan untuk membentuknya tidak semudah plastik.
5. Ban adalah piranti yang menutupi velg suatu roda. Ban berfungsi untuk mengurangi getaran yang disebabkan oleh permukaan jalan yang tidak teratur dan menjaga kestabilan kendaraan agar lebih cepat serta mudah bergerak. Oleh karena itu, karet digunakan sebagai bahan utama pembuatan ban karena memiliki daya elastisitas tinggi, daya lenting yang baik, plastisitas yang baik, mudah pengolahan, dan tidak mudah aus.
6. Semakin tinggi suhu pemanasan maka akan semakin sempurna gaya ikatan antar partikel permukaan keramik (halus), sebaliknya semakin rendah suhu pemanasan maka semakin tidak sempurna gaya ikatan antar partikel permukaan keramik. Namun, semakin tinggi suhu pemanasan, maka kualitas keramik akan semakin buruk. Hal ini dapat dibuktikan dengan cara mengetuk permukaan keramik, jika suara yang ditimbulkan oleh ketukan tersebut semakin nyaring, maka kualitas keramik tersebut semakin rendah.
7. Menggunakan plastik tahan panas karena plastik jenis ini tidak mudah rusak oleh suhu tinggi.
8. Untuk menghasilkan keramik dengan kualitas yang beragam dan disesuaikan dengan lama waktu yang dikehendaki.
9. Serat tersusun atas material selulosa seperti serat tumbuhan atau protein seperti pada wol. Tembikar tersusun dari bahan tanah liat, semen, kaca, dan bersifat mudah pecah. Karet bersifat elastis. Plastik, bersifat kaku, kuat, steril, memiliki kerapatan yang tinggi.
- 10.

No	Bahan	Karakteristik
1	Serat	Ukuran panjang yang lebih besar daripada lebarnya dan tahan terhadap tarikan.
2	Karet	Daya elastisitas tinggi, daya lenting yang baik, plastisitas yang baik, mudah pengolahan, dan tidak mudah aus.
3	Tanah liat (keramik)	Akan mengalami perubahan sifat dan tekstur bila dibakar pada suhu yang tinggi.
4	Gelas	Bersifat amorf, bening, permukaan halus, tembus pandang, kedap air, dan mudah pecah.
5	Kayu	Tidak tahan terhadap api, mengandung selulosa, lignin, dan senyawa ekstraktif.

### Bagian 3

1. a. Sandaran terbuat dari bahan Serat. Bahan serat relatif kuat dan fleksibel untuk mendukung bagian punggung penggunanya  
b. Rangka kursi terbuat dari logam. Penggunaan logam penting agar kursi roda kuat dan mampu menyokong berat tubuh penggunanya  
c. Tempat duduk terbuat dari Spons (Plastik). Spon membuat duduk jadi lebih empuk dan nyaman untuk penggunanya  
d. Roda terbuat dari karet. Karet tidak mudah haus dan mampu menyokong serta dapat menggelinding dengan lembut dan tidak keras.
2. a. Permasalahan yang dapat muncul adalah menghabiskan minyak bumi sebagai bahan pembuatan karet sintesis. Padahal minyak bumi termasuk sumber daya alam yang tidak terbarukan.  
b. Sediakan sejumlah karet gelang yang terdiri atas karet yang terbuat dari karet alam dan karet sintetis. Sediakan pula bensin atau minyak tanah untuk merendam karet-karet tersebut. Karet ikat yang terbuat dari karet alam akan cepat mengembang volumenya menjadi lebih besar beberapa kali dari volume aslinya. Tetapi yang terbuat dari karet sintetis akan melarut atau tidak terjadi perubahan jika di rendam dalam minyak tanah atau bensin.

## K. Proyek

### Tugas Proyek

Buatlah ide desain rancangan alat/benda yang memanfaatkan bahan karet, serat, kaca, plastik, kayu, logam, atau kombinasinya sehingga dapat menjadi sebuah alat/benda yang berguna dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya pemanfaatan karet, plastik, dan logam sebagai bahan dasar pembuatan kursi roda yang berguna bagi orang sakit yang sulit berjalan. Gambarkan ide desain rancangan alat/benda yang kalian rancang di selembar kertas manila, kemudian tempelkan pada majalah dinding di kelas mu. Jangan lupa tuliskan bahan-bahan yang kamu pakai, fungsi setiap bahan yang kamu gunakan untuk menyusun alat/benda tersebut, dan fungsi dari alat/benda yang kalian rancang.

Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama  $\pm$  satu minggu. Tugas proyek ini dapat diselesaikan secara berkelompok. Peserta didik dapat memanfaatkan berbagai macam media, misalnya koran, majalah ataupun media massa yang lainnya baik media massa cetak ataupun elektronik untuk mencari informasi serta inspirasi. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru.

Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dengan disesuaikan tugas peserta didik.

# Bab V

## Sistem Pencernaan Makanan

### A. Pengantar

Pada Bab V terdiri dari 2 bagian yaitu **Makanan** dan **Saluran Pencernaan Makanan**. Pada bagian **Makanan** peserta didik mempelajari macam nutrisi dalam makanan yang dibutuhkan oleh tubuh. Pada bagian **Saluran Pencernaan Makanan** peserta didik mempelajari struktur dan fungsi organ saluran pencernaan makanan baik saluran pencernaan utama maupun tambahan serta pencernaan mekanis dan pencernaan kimiawi.

### B. KI dan KD pada Materi Sistem Pencernaan Makanan

Berikut ini adalah KI, KD dan indikator pencapaian kompetensi tentang Sistem Pencernaan Makanan. Indikator yang tercantum pada buku ini dapat lebih dikembangkan lagi oleh guru.

**Tabel 5.1.** KI, KD dan Indikator Pencapaian Kompetensi Bab V tentang Sistem Pencernaan Makanan

<b>Kompetensi Inti</b>	3. Memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata
<b>Kompetensi Dasar</b>	3.6 Mendeskripsikan sistem pencernaan serta keterkaitannya dengan sistem pernapasan, sistem peredaran darah, dan penggunaan energi makanan
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
3.6.1 Menyebutkan jenis-jenis bahan makanan 3.6.2 Menyebutkan kandungan bahan makanan dalam kehidupan sehari-hari melalui uji bahan makanan 3.6.3 Menjelaskan fungsi dari bahan makanan 3.6.4 Menyebutkan organ-organ dalam sistem pencernaan manusia 3.6.5 Menjelaskan fungsi-fungsi organ pencernaan 3.6.6 Menjelaskan proses pencernaan dalam tubuh manusia	

<b>Kompetensi Inti</b>	4. Mengolah, menyaji, dan menalar dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori
<b>Kompetensi Dasar</b>	4.6. Melakukan penyelidikan tentang pencernaan mekanis dan enzimatik pada makanan
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
4.6.1. Melakukan uji nutrisi bahan makanan 4.6.2. Melakukan penyelidikan kandungan nutrisi pada camilan 4.6.3. Melakukan penyelidikan kandungan vitamin C pada berbagai jenis buah 4.6.4. Membuat model saluran pencernaan makanan 4.6.5. melakukan penyelidikan pencernaan mekanis dan kimiawi 4.6.6. Membuat model penyerapan di usus halus	

## C. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada bab V ini, peserta didik diharapkan dapat melakukan hal-hal berikut.

1. Mengidentifikasi macam nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh.
2. Menjelaskan keterkaitan struktur dan fungsi organ saluran pencernaan makanan.
3. Membedakan proses pencernaan mekanis dan kimiawi.

## D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab I tentang Sistem Pencernaan Makanan memerlukan waktu 15 jam atau 6 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 6 TM tersebut adalah sebagai berikut.

**Tabel 5.2.** Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pertemuan ke	Materi	Alokasi Waktu (Jam pelajaran)
1	Makanan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uji nutrisi bahan makanan</li> </ul>	3 JP
2	Makanan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikasi bahan makanan</li> <li>• Menguji vitamin C pada buah</li> </ul>	2 JP
3	Saluran Pencernaan Makanan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat model saluran pencernaan makanan</li> </ul>	3 JP

4	Saluran Pencernaan Makanan • Pencernaan mekanis dan kimiawi	2 JP
5	Saluran Pencernaan Makanan • Membuat model penyerapan di Usus Halus • Peristiwa fisika pada saluran pencernaan makanan	3 JP
6	Tes Tulis	2 JP

## E. Materi Esensial

1. Makanan sebaiknya mengandung enam jenis nutrisi yaitu karbohidrat, lemak, protein, vitamin, mineral, dan air. Karbohidrat, lemak, dan protein dibutuhkan dalam jumlah yang banyak, sedangkan vitamin, dan mineral dibutuhkan tubuh dalam jumlah yang sedikit.
2. Karbohidrat, ada tiga jenis yaitu gula, pati, dan serat. Gula disebut karbohidrat sederhana ditemukan pada buah-buahan, madu, dan susu. Pati dan serat disebut karbohidrat kompleks. Pati ditemukan dalam kentang dan makanan yang terbuat dari biji-bijian. Serat, seperti selulosa, ditemukan di dinding sel tumbuhan. Makanan seperti roti gandum atau sereal, kacang-kacangan, kacang polong, sayuran dan buah-buahan lainnya merupakan sumber serat yang baik. Serat yang tidak dapat dicerna, dikeluarkan sebagai feses.
3. Berdasarkan struktur kimianya, dikenal lemak jenuh dan lemak tak jenuh. Lemak tak jenuh biasanya cair pada suhu kamar. Minyak nabati serta lemak yang ditemukan dalam biji adalah lemak tak jenuh. Lemak jenuh biasanya padat pada suhu kamar, ditemukan dalam daging, susu, keju, minyak kelapa, dan minyak kelapa sawit. Lemak adalah unit penyimpanan yang baik untuk energi. Kelebihan energi dari makanan yang kita makan diubah menjadi lemak dan disimpan untuk digunakan kemudian.
4. Protein dapat berasal dari hewan (protein hewani) dan dari tumbuhan (protein nabati). Bahan makanan yang mengandung protein hewani antara lain daging, ikan, telur, susu, dan keju. Bahan makanan yang mengandung protein nabati adalah kacang kedelai, kacang hijau, dan kacang-kacangan lainnya. Protein dibutuhkan sebagai penghasil energi, untuk pertumbuhan dan mengganti sel-sel tubuh yang rusak, pembuat enzim dan hormone, dan pembentuk antibodi.
5. Vitamin dibutuhkan dalam jumlah sedikit namun harus ada, karena diperlukan untuk mengatur fungsi tubuh dan mencegah beberapa penyakit. Vitamin dikelompokkan menjadi dua, yaitu vitamin yang larut dalam air (vitamin B dan C) dan vitamin yang larut dalam lemak (vitamin A, D, E, dan K).

6. Tubuh memerlukan sekitar 14 jenis mineral, diantaranya kalsium, pospor, potasium, sodium, besi, iodium, dan seng. Mineral merupakan nutrisi yang sedikit mengandung atom karbon. Mineral berfungsi dalam proses pembangunan sel, membantu reaksi kimia tubuh, mengangkut oksigen ke seluruh tubuh, membentuk dan memelihara tulang. Air adalah faktor yang paling penting untuk kelangsungan hidup. Sel tubuh makhluk hidup sekitar 60-80 persen terdiri dari air. Air dibutuhkan oleh tubuh, yaitu sebagai pembentuk sel dan cairan tubuh, pengatur suhu tubuh, pelarut zat-zat gizi lain dan pembantu proses pencernaan makanan, pelumas dan bantalan, media transportasi, media pengeluaran sisa metabolisme.
7. Organ pencernaan makanan dibedakan organ utama dan organ tambahan. Organ utama berupa saluran pencernaan yang dimulai dari mulut, kerongkongan, lambung, usus kecil, usus besar, rektum, dan berakhir di anus. Organ tambahan berupa kelenjar pencernaan makanan. Kelenjar ini berperan membantu dalam mencerna makanan. Kelenjar pencernaan dalam proses pencernaan berfungsi menghasilkan enzim-enzim yang digunakan membantu pencernaan makanan secara kimiawi.
8. Di dalam rongga mulut, terdapat gigi, lidah, dan kelenjar air liur (*saliva*). **Air liur** mengandung Mukosa (lendir), senyawa antibakteri dan enzim amylase. Pencernaan makanan di rongga mulut terjadi secara mekanis dan kimiawi.
9. Faring adalah saluran yang memanjang dari bagian belakang rongga mulut sampai ke permukaan kerongkongan (esofagus).
10. Di dalam lambung terjadi pencernaan mekanis dan kimia. Secara **mekanis**, otot lambung berkontraksi mengaduk-aduk bolus. Secara kimiawi, bolus tercampur dengan getah lambung. Getah lambung mengandung, HCl, enzim pepsin, dan renin.
11. Usus halus terdiri dari tiga bagian yaitu usus dua belas jari (*duodenum*), usus tengah (*jejunum*), dan usus penyerapan (*ileum*). Pada duodenum terdapat saluran yang terhubung dengan kantung empedu dan pankreas. Cairan pankreas mengandung enzim lipase, amilase, tripsin. Lipase akan bekerja mencerna lemak, amilase akan mencerna amilum, dan tripsin yang mengubah protein menjadi polipeptida. Sementara itu cairan empedu juga bekerja pada kimus dengan cara mengemulsikan lemak yakni mengubah lemak jadi larut dengan air.
12. Usus besar atau kolon memiliki panjang  $\pm$  1 meter dan terdiri atas kolon *ascendens*, kolon *transversum*, dan kolon *decendens* dan berakhir pada anus. Di antara usus halus dan usus besar terdapat sekum (usus buntu). Bahan makanan yang sampai pada usus besar dapat dikatakan sebagai zat-zat sisa. Usus besar berfungsi mengatur kadar air pada sisa makanan. Bila kadar air pada sisa makanan terlalu banyak, maka dinding

usus besar akan menyerap kelebihan air tersebut. Sebaliknya bila sisa makanan kekurangan air, maka dinding usus besar akan mengeluarkan air dan mengirimnya ke sisa makanan. Di dalam usus besar terdapat banyak sekali bakteri *Escherichia coli* yang membantu membusukkan sisa-sisa makanan tersebut. Bakteri *Escherichia coli* mampu membentuk vitamin K dan B12. Sisa makanan yang tidak terpakai oleh tubuh beserta gas-gas yang berbau disebut tinja (feses) dan dikeluarkan melalui anus.

## F. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab V tentang Sistem Pencernaan Makanan, guru dapat menerapkan pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL), *Inquiry*, atau *Learning Cycle*, atau model pembelajaran lain, yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

### Materi Bagian I. Makanan (2 TM, 5 JP)

#### Pertemuan 1 (3 JP)

##### Pendahuluan

1. Guru mengajukan pertanyaan, misal mengapa kita harus makan? Apakah kita dapat mengonsumsi seluruh jenis makanan? Apa akibatnya jika makan makanan yang tidak sehat?
2. Guru menyampaikan tujuan dan prosedur pembelajaran sesuai kegiatan pada buku siswa.

##### Inti

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan Mengidentifikasi Bahan Makanan pada Produk Kemasan pada kegiatan 'Ayo Kita Coba'



#### Ayo Kita Coba

##### Mengidentifikasi Bahan Makanan Pada Produk Kemasan

###### Apa yang kamu sediakan?

1. Kemasan produk mie instan.
2. Beberapa kemasan produk makanan ringan yang kamu sukai.

###### Apa yang kamu lakukan?

1. Bekerjalah dengan teman satu kelompokmu.
2. Amati bagian komposisi bahan makanan yang ada pada produk yang kalian bawa.
3. Tuliskan bahan-bahan apa saja yang menyusun produk tersebut
4. Tentukan kandungan zat makanan apa yang ada pada tiap bahan penyusun produk tersebut.

Masukkan data kalian pada tabel dibawah ini

Nama Produk	Nama Bahan Utama Penyusun Produk yang Tertera pada Kemasan	Kandungan Zat Makanan

Cukupkah makanan-makanan instan tersebut untuk memenuhi gizi harian kita? Bagaimana caranya agar kita dapat memenuhi kebutuhan gizi harian kita?

Alternatif Jawaban “Ayo Kita Coba”

Nama produk	Nama Bahan Utama Penyusun Produk yang Tertera pada Kemasan	Kandungan Zat Makanan
Mie Instan	Tepung, telur, minyak	Karbohidrat, protein, lemak

Mie Instan belum memenuhi kebutuhan gizi harian kita karena ....

- Guru membimbing peserta didik melakukan kegiatan uji nutrisi pada makanan, mengikuti langkah-langkah yang ada di buku siswa.

### **Ayo Kita Lakukan**

#### Uji Nutrisi pada Makanan

##### **Apa yang akan kamu teliti?**

Menguji kandungan nutrisi dalam bahan makanan.

##### **Apa yang kamu duga?**

##### **Apa yang kamu sediakan?**

- Tabung reaksi (satu tabung per sampel uji)
- Penjepit tabung reaksi
- Rak tabung reaksi
- Termometer
- Mortar dan pistil

- Pipet tetes
- gelas beker
- Kertas label
- Air panas
- Kaki tiga
- Pembakar spiritus
- Larutan bahan makanan yang akan diuji (beberapa bahan makanan yang diduga mengandung pati, gula, dan protein)

### **Apa tujuan kamu meneliti?**

#### **a. Uji Bahan Makanan yang Mengandung Karbohidrat**

Reagen Kalium Iodida (KI) atau lugol digunakan untuk menguji bahan makanan yang mengandung karbohidrat. Reagen ini berwarna orange. Setelah sampel yang diuji ditetesi reagen KI akan terjadi perubahan warna. Apabila sample berubah warna menjadi biru tua berarti bahan makanan tersebut mengandung karbohidrat.

### **Apa yang kamu lakukan?**

1. Sediakan 10 gr bahan makanan yang akan diuji (nasi, ubi, telur, putih telur, susu, atau bahan makanan lain yang mudah ditemukan)
2. Hancurkan bahan makanan yang akan diuji dengan mortar dan pistil.
3. Tambahkan air untuk memudahkan penghancuran.
4. Masukkan masing-masing 2 ml ekstrak makanan kedalam tabung reaksi
5. Beri label masing-masing tabung reaksi sesuai dengan nama sampel larutan uji.
6. Tetesilah masing-masing bahan makanan tersebut dengan reagen KI.
7. Catat warna dasar dari bahan makanan dan warna dasar reagen KI.
8. Perhatikan perubahan warna yang terjadi!

#### **b. Uji Bahan Makanan yang Mengandung Gula**

Reagen Benedik digunakan untuk menguji bahan makanan yang mengandung gula. Reagen ini berwarna biru jernih. Setelah sample yang diuji ditetesi reagen benedik, akan terjadi perubahan warna. Apabila sample berubah warna menjadi biru kehijauan atau kuning atau merah bata berarti bahan makanan tersebut mengandung gula. Bergantung pada kadar gula dalam sample.

### **Apa yang kamu lakukan?**

1. Lakukan langkah yang sama seperti kegiatan uji kandungan karbohidrat!
2. Tambahkan 10 tetes larutan benedik kedalam masing-masing tabung reaksi!
3. Catat warna dasar bahan makanan dan warna reagent benedik!
4. Panaskan tabung reaksi dalam beker glas yang berisi air bersuhu 40-50°C selama lima menit. Perhatikan, jangan arahkan mulut tabung reaksi pada temanmu, dan gunakan penjepit tabung reaksi saat memindahkan tabung reaksi. Pastikan pula kamu meminta gurumu melihat rangkaian percobaanmu sebelum kamu menyalakan apinya.
5. Perhatikan perubahan warna yang terjadi!

### c. Uji Bahan Makanan yang Mengandung Protein

Reagen biuret digunakan untuk mengetahui adanya kandungan protein pada bahan makanan. Reagen biuret berwarna biru. Ketika bereaksi dengan protein akan berubah warna menjadi merah muda sampai ungu.

#### Apa yang kamu lakukan.

1. Lakukan langkah yang sama seperti kegiatan uji kandungan karbohidrat
2. Tambahkan 10 tetes larutan biuret kedalam masing-masing tabung reaksi
3. Catat warna dasar bahan makanan dan warna reagen biuret
4. Dengan menggunakan pipet, secara hati-hati tambahkan 3 tetes reagen biuret untuk masing-masing tabung. Kocok perlahan-lahan untuk mencampur.
5. Jangan terlalu kuat dalam mengocok untuk mencegah campuran tumpah ke luar tabung, usahakan campuran bahan uji dan biuret jangan sampai terkena tangan secara langsung.

### Alternatif Jawaban “Ayo Kita Lakukan” Uji Nutrisi

NO	NAMA BAHAN MAKANAN	REAGENT		
		BIURET	Benedik	LUGOL (KI)
1	susu	ungu	tak berubah warna	coklat
2	tahu	ungu	ungu	warna tetap
3	ubi	ungu	biru	biru kehitaman
4	telor	ungu	biru	orange
5	nasi	biru	biru	ungu

#### Keterangan

1. Bahan makanan bila ditetesi lugol atau KI warnanya biru tua berarti bahan makanan tersebut mengandung karbohidrat.
2. Bahan makanan bila ditetesi reagen biuret berubah warna menjadi merah muda sampai ungu berarti bahan makanan tersebut mengandung protein.
3. Bahan makanan bila ditetesi reagen benedik berubah warna menjadi biru kehijauan atau kuning atau merah bata berarti bahan makanan tersebut mengandung gula

- Setelah melakukan kegiatan Uji Nutrisi pada Makanan peserta didik secara berkelompok berdiskusi untuk membuat kesimpulan.
- Guru memberi penguatan materi dan memberikan kunci jawaban yang benar. Selanjutnya guru memberi tugas pada peserta didik untuk menguji bahan makanan yang mengandung lemak di luar jam pelajaran, seperti pada kegiatan "Ayo Kita Coba".

### Mengidentifikasi Bahan Makanan yang Mengandung Lemak

Langkah kegiatan:

- Kumpulkan jenis makanan berikut: nasi, singkong, roti, kue, keripik kentang, kacang, buah-buahan, sayuran, dan daging.
- Secara terpisah hancurkan bahan makanan dengan pistil dan mortar
- Tempatkan makanan pada sehelai kertas minyak (bahan layang-layang), kemudian lipat sehingga kertas membungkus makanan secara sempurna (hati-hati jangan sampai kertas tersebut robek)
- Beri label kertas dengan nama masing-masing makanan (jangan mencicipi makanan).
- Biarkan selama 30 menit.
- Ambil dua lembar kertas, satu lembar diberi tanda A dan yang lain diberi tanda B. Kertas A di tetesi dengan minyak, dan kertas B ditetesi air.
- Bandingkan kertas tempat makanan dengan kertas A dan B.

Analisa:

Gunakan tes ini untuk menentukan kandungan lemak pada makanan. Tanda berminyak (transparan) berarti makanan mengandung lemak, sedangkan tanda basah berarti makanan mengandung air.

### Alternatif jawaban

Bahan makanan	Uji Transparansi	
	Transparan	Tidak transparan
Minyak	√	-
Taoge	-	√
Tempe	-	√
Sawi	-	√
Jambu biji	-	√
Apel	-	√
Nasi	-	√
Tahu	-	√
Daging ayam	√	-
Putih telur	√	-

Catatan: √ = transparan berarti mengandung minyak.

## Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh manusia dan kandungan nutrisi bahan makanan.  
Kesimpulan: enam nutrisi bahan makanan yang dibutuhkan oleh tubuh adalah: karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral, dan air.
2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya yaitu kegiatan 'Apakah camilan yang kamu makan itu sehat?' pada kegiatan "Ayo Kita Selesaikan" dan "Menemukan Vitamin C pada Sari Buah Buah" pada kegiatan "Ayo Kita Lakukan".

## Pertemuan 2 (2JP)

### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi mengaitkan materi pada pertemuan 1 dengan materi yang akan dipelajari. Serta tugas uji kandungan lemak pada makanan.
2. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa ada 2 kegiatan yang dilakukan yaitu "Apakah camilan yang kalian makan itu sehat?" pada kegiatan 'Ayo Kita Selesaikan' dan 'Menemukan Vitamin C pada Sari Buah' pada kegiatan 'Ayo Kita Lakukan'.

### Inti

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan "apakah camilan yang kalian makan itu sehat?" pada kolom ayo temukan solusinya.
2. Guru membimbing peserta didik melakukan kegiatan "apakah camilan yang kalian makan itu sehat?"

### **Ayo Kita Selesaikan**

#### **Apakah camilan yang kalian makan itu sehat?**

Kebanyakan dari kalian makan tiga kali setiap hari ditambah dengan camilan ringan. Kebutuhan energi dan nutrisi 20% berasal dari camilan. Pada umumnya kalian lebih suka memilih camilan berupa keripik atau permen daripada buah-buahan dan sayuran. Meskipun camilan pada umumnya cepat untuk disantap dan rasanya lezat, namun kandungan lemaknya cukup tinggi.

#### **Mengidentifikasi Masalah**

Pada Tabel di bawah ini tertera beberapa camilan yang populer di kalangan anak-anak dan remaja serta rata-rata jumlah lemak yang terkandung di dalamnya.

Tabel 5.3 Kandungan Lemak pada Beberapa Jenis Makanan.

Jenis makanan	Kandungan Lemak per 100 g
Permen	12 g
'Camilan renyah'	42 g
Jagung	4 g
Keripik kentang	10 g
Kue dari tepung	1 g

- Perhatikan data pada tabel di atas! Apa yang dapat kalian simpulkan tentang camilan berlemak tersebut? Camilan apa yang sering kalian makan? Camilan apa yang paling sedikit kandungan lemaknya?
- Camilan renyah merupakan makanan ringan yang tidak sehat karena kandungan lemaknya yang tinggi. Carilah solusi agar camilan renyah menjadi makanan yang sehat!

#### Alternatif Jawaban Ayo Kita Selesaikan

Berdasarkan tabel di atas camilan yang kandungan lemaknya paling tinggi yaitu "camilan renyah" dengan kandungan lemak 42 g.

Solusi agar makanan renyah dengan kandungan lemak rendah, adalah menggoreng bahan makanan dengan alat "*vacum frying*" yang dapat menggoreng makanan pada suhu rendah dengan tekanan tinggi.

- Setelah peserta didik selesai melakukan kegiatan pertama, guru membimbing peserta didik melakukan kegiatan berikutnya yaitu "Menemukan Vitamin C pada Sari Buah".

#### **Ayo Kita Lakukan**

##### **Menemukan Vitamin C pada Buah**

Vitamin C banyak ditemukan pada buah dan sayuran. Tiap-tiap jenis buah memiliki kadar vitamin C yang berbeda-beda. Untuk mengetahui kadar vitamin C pada masing-masing jenis buah lakukan kegiatan berikut ini.

##### **Apa yang kamu teliti?**

Sari buah apa yang mengandung kadar vitamin C yang paling tinggi?

##### **Apa yang kamu duga?**

Urutan kadar vitamin C mulai dari yang tertinggi ke paling rendah adalah

### **Apa yang kalian sediakan?**

- 4 tabung reaksi
- Gelas
- Rak tabung reaksi
- Tepung maizena
- 2% iodium tinktur
- Pipet
- Timbangan
- 4 jenis sari buah, yaitu:
  - Sari buah jambu
  - Sari buah jeruk
  - Sari buah tomat
  - Sari buah mangga

### **Apa tujuan kalian meneliti?**

Mengamati kandungan vitamin C pada beberapa jenis sari buah.

### **Keselamatan kerja**

- Jangan mencicipi salah satu sari buah.
- Iodium dapat menodai kulit dan pakaian.
- Bila terkena mata dapat menyebabkan iritasi.
- Beritahu gurumu jika terjadi tumpahan.

### **Apa yang kalian lakukan?**

1. Beri tanda empat tabung reaksi A-D.
2. Isi masing-masing tabung reaksi 5 ml dengan sari buah yang berbeda.
3. Larutkan 0,3 gr tepung maizena, dalam 50 ml air
4. Tambahkan 5 ml larutan maizena ke masing-masing tabung reaksi, aduk sampai rata.
5. Teteskan iodium tinktur ke tabung reaksi A-D sambil di aduk. Catat jumlah tetesan yang dibutuhkan untuk mengubah sari buah sampai berubah menjadi ungu.
6. Ulangi langkah 5 sampai 3 kali.

### **Catatan:**

semakin banyak jumlah tetesan tinktur iodium yang digunakan untuk mengubah warna menjadi ungu maka semakin banyak kandungan vitamin C.

### **Apa yang kamu amati ?**

**Tabel 5.5** Data Hasil Percobaan

### **Apa yang dapat kamu simpulkan dan terapkan?**

1. Berdasarkan jumlah tetesan iodium tinktur, urutkan sari buah apa yang mengandung vitamin C dari yang paling rendah ke paling tinggi!
2. Berdasarkan hasil penyelidikanmu, apa yang dapat kamu sarankan pada penderita sariawan?

### Alternatif Jawaban Ayo Kita Lakukan

Nama Buah	Kadar Vit. C (mg/10 gr)
Tomat	49,28
Jambu biji	70,2
Jeruk	49
Mangga	39,6

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.  
Kesimpulan: Camilan yang sering kita makan banyak yang tidak memenuhi kandungan gizi yang diperlukan oleh tubuh. Makanan renyah (kriuk) mempunyai kandungan minyak yang tinggi. Solusi agar camilan kriuk menjadi sehat digoreng dengan alat *facum frying* yaitu suhu rendah tapi tekanannya tinggi.  
Vitamin banyak ditemukan pada buah dan sayuran. Tiap-tiap jenis buah mengandung beberapa jenis vitamin dengan kadar yang berbeda-beda.
2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang berikutnya.

### Materi Bagian II. Saluran Pencernaan Makanan (3 TM)

#### Pertemuan ke 3 (2 JP)

#### Pendahuluan

1. Pada awal bagian ini guru memberi apersepsi dengan mengajukan pertanyaan berapa panjang saluran pencernaan manusia dari mulut sampai anus? Proses apa yang terjadi pada organ pencernaan makanan?
2. Guru menyampaikan kepada peserta didik tujuan pembelajaran yang tertera pada kegiatan 'Ayo Kamu Pelajari!' dan manfaat mempelajari saluran pencernaan.

#### Inti

1. Secara berkelompok membuat model saluran pencernaan makanan yang tertera pada "Ayo Kita Coba".
2. Guru menyarankan pada peserta didik untuk mempelajari buku siswa bagian sistem saluran pencernaan makanan.



## Ayo Kita Coba

### Membuat Model Saluran Pencernaan

Apa yang kamu sediakan?

1. Tali rafia 6,5 m
2. Kertas label 5 lembar
3. Spidol

Apa yang kamu lakukan?

Bekerjalah dengan teman satu kelompokmu

1. Perhatikan data pada tabel.
2. Rentangkan tali rafia di lantai (buat bentuk berliku-liku seperti usus).
3. Tulislah pada kertas label data seperti pada tabel di bawah ini.
4. Tempelkan label pada tali rafia dengan urutan seperti data pada tabel di bawah ini.

Organ sistem pencernaan		
Organ	Panjang	Waktu (Lama berlangsungnya proses)
mulut	8 cm	5 – 30 detik
faring dan esofagus	25 cm	10 detik
lambung	16 cm	2 – 4 jam
usus halus	4,75 m	3 jam
usus besar	1,25 m	2 hari

Mengapa makanan yang kamu makan memerlukan waktu yang berbeda-beda ketika melewati setiap organ pencernaan? Faktor-faktor apa yang mempengaruhi waktu pencernaan berlangsung? Tulislah jawabanmu pada buku catatan

Alternatif Jawaban " Ayo Kita Coba "

Makanan yang kita makan akan melewati setiap organ pencernaan dan memerlukan waktu yang berbeda-beda karena pengaruh beberapa faktor sebagai berikut.

1. Panjang pendeknya saluran pencernaan makanan.
2. Bahan makanan yang kita makan.
3. Proses pencernaan yang terjadi pada organ tersebut.

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.  
Kesimpulan: saluran makanan merupakan saluran yang dilalui bahan makanan, dimulai dari mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus

besar, rektum dan berakhir di anus. setiap organ tersebut memiliki fungsi masing masing.

2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang berikutnya.

## **Pertemuan ke 4 (2 JP)**

### **Pendahuluan**

1. Guru melakukan apersepsi dengan mengajukan pertanyaan yang relevan dengan materi yang akan dibahas.
2. Guru menginformasikan kepada peserta didik bahwa kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan yaitu (Model penyerapan di Usus Halus dan peristiwa fisika dalam sistem Pencernaan).

### **Inti**

1. Peserta didik secara berkelompok melakukan kegiatan Model penyerapan di Usus Halus.
2. Peserta didik secara berkelompok berdiskusi melakukan kegiatan “analisa” dan membuat laporan hasil kegiatan.
3. Peserta didik secara berkelompok melakukan kegiatan peristiwa fisika dalam sistem pencernaan makanan pada ‘Ayo temukan solusinya’. Guru menyarankan kepada peserta didik untuk mempelajari keseluruhan materi dan kegiatan pada buku siswa.



### **Ayo Kita Coba**

#### **Model penyerapan di Usus Halus**

##### **Bahan dan alat**

1. Kain katun ukuran 25 x 25 cm.
2. Kain handuk ukuran 25 x 25 cm
3. Wadah tempat menampung air

##### **Prosedur**

1. Rendam ke dua potong kain ke dalam mangkuk berisi air selama 30 detik.
2. Ambil ke dua kain dari mangkuk, siram ke dua kain dengan air dari kran (air mengalir selama satu menit).
3. Peras setiap kain ke wadah yang berbeda.
4. Ukurlah jumlah air yang tertampung

##### **Analisa**

1. Kain apakah yang menyerap air lebih banyak? Mengapa?
2. Bandingkan permukaan kain handuk dengan permukaan dalam usus halus?

### Jawaban " Ayo Kita Coba "

1. Kain yang menyerap air lebih banyak yaitu kain handuk.
2. Kain handuk, permukaannya lebih luas dibanding kain katun. Permukaan kain handuk yang kasar mirip dengan jonjot-jonjot usus halus. Dengan adanya jonjot-jonjot usus akan memperluas permukaan penyerapan sari-sari makanan.

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan  
**Kesimpulan:** Jonjot-jonjot (fili) pada usus halus akan memperluas bidang penyerapan.
2. Guru menugaskan peserta didik belajar menghadapi tes pada pertemuan berikutnya.

### Pertemuan ke 5 (3 JP)

#### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi dengan meminta peserta didik mengunyah nasi, ketela pohon, jagung, atau bahan makanan lain yang dibawa. Selanjutnya guru menanyakan bagaimana rasa makanan yang telah dikunyah tersebut.
2. Guru menginformasikan kepada peserta didik bahwa kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan yaitu pencernaan mekanis dan kimiawi.

#### Inti

1. Peserta didik secara berkelompok melakukan kegiatan pencernaan mekanis dan kimiawi mengikuti langkah-langkah yang ada di buku siswa. Peserta didik berdiskusi dan menjawab pertanyaan pada "Ayo Kita Lakukan".



### Ayo Kita Coba

#### Pencernaan Kimiawi

Di dalam rongga mulut terjadi pencernaan mekanis dan kimiawi. Pencernaan kimiawi dibantu saliva atau air liur. Nasi yang kamu kunyah di rongga mulut setelah 5 menit akan terasa manis? Mengapa hal itu terjadi? kamu akan menemukan jawabannya setelah melakukan percobaan ini.

**Apa yang akan kamu teliti?**

**Apakah air liur akan mengubah zat tepung (amilum) menjadi zat gula (maltosa)?**

**Apa yang kamu duga?**

---

---

### **Apa yang kamu sediakan?**

- Amilase (dari air liur atau ekstrak kecambah kacang hijau)
- pati atau kanji 1 sendok makan
- kapas
- air kran 1 gelas
- gelas ukur
- pengaduk
- pipet tetes 3
- sendok plastik
- lampu spiritus
- kaki tiga
- larutan iodium untuk uji zat tepung
- larutan benedik untuk uji zat gula
- plat tetes
- tabung reaksi 1

### **Apa tujuan penelitianmu ?**

- Membandingkan (secara kualitatif) perubahan zat tepung menjadi zat gula dengan interval waktu yang berbeda.
- Menyimpulkan berapa lama mengunyah yang baik.
- Menggunakan hasil lab, menyimpulkan mengapa makanan harus dikunyah dalam mulut lebih lama.

### **Keselamatan kerja:**

Pakailah sarung tangan atau bungkus tangan kalian dengan kantong plastik agar tidak terkena air liur.

### **Apa yang kamu lakukan?**

Mengumpulkan enzim amilase dari kecambah kacang hijau  
Hancurkan  $\frac{1}{2}$  gelas kecambah kacang hijau yang telah ditambah  $\frac{1}{4}$  gelas air menggunakan pistil dan mortar. Setelah halus saring bahan tersebut dengan menggunakan saringan teh. Larutan yang sudah kamu peroleh ini merupakan sumber enzim amilase.

1. Persiapan membuat larutan kanji (lem pati)
2. Masukkan 1 sendok makan pati/ kanji dalam satu gelas air. Tambahkan sekitar 100 ml air dalam gelas. Panaskan gelas dengan kompor/lampu spiritus dan aduk terus sampai cairan mengental (transparan), kemudian dinginkan!
3. Tempatkan plat tetes di atas kertas putih, sehingga kamu bisa mengamati perubahan warna dengan jelas.
4. Masukkan 5 ml larutan kanji dalam tabung reaksi pada suhu kamar, kemudian segera tambahkan 0,5 ml amilase. Aduk dengan cepat dan merata. Catat waktunya! Masukkan campuran larutan kanji-amilase ke dalam cekungan plat tetes dan beri tanda dengan no 1 sd 8. Pada menit 1 tetesi cekungan plat tetes dengan larutan iodium, selanjutnya setiap selang waktu satu menit tetesi cekungan plat tetes yang lain dengan larutan iodium.

5. Catat perubahan warna dari plat tetes 1 sampai dengan no 8.
  - a. Pada cekungan plat tetes no berapakah yang warnanya paling gelap? Mengapa?
  - b. Pada cekungan plat tetes no berapakah yang warnanya paling terang? Mengapa?
  - c. Setelah 5 menit masukkan larutan kanji-amilase ke tabung reaksi, tetesi dengan larutan benedik. Amati perubahan warna pada dasar tabung reaksi!

#### **Apa yang dapat kamu simpulkan dan jelaskan!**

Mengapa kalian harus benar-benar mengunyah makanan?

#### **Apa yang akan kamu komunikasikan?**

Tulis di majalah dinding pada kolom berita kesehatan yang menjelaskan kepada teman-teman kalian agar sadar kesehatan dengan mengunyah makanan lebih baik.

#### **Alternatif Jawaban**

- a. Cekungan plat tetes no 1 warnanya paling gelap, karena zat tepung belum diubah oleh amilase menjadi zat gula. Zat tepung bila ditetesi larutan iodium warnanya berubah menjadi biru gelap.
- b. Cekungan plat tetes no 8 warnanya paling terang, karena zat tepung sudah diubah menjadi zat gula oleh amilase.
- c. Setelah 5 menit masukkan larutan kanji-amilase ke tabung reaksi, tetesi dengan larutan benedik terjadi endapan merah bata. Benedik merupakan reagen untuk uji makanan yang mengandung zat gula. Bila bahan makanan mengandung zat gula ditetesi reagen benedik akan timbul endapan warna merah bata.

#### **Penutup**

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.  
**Kesimpulan:** Proses pencernaan makanan ada 2 proses yaitu secara mekanis dan kimiawi. Pencernaan mekanis dan kimiawi terjadi di mulut dan lambung. Enzim berperan dalam proses pencernaan kimiawi.
2. Guru menugaskan peserta didik belajar menghadapi tes pada pertemuan berikutnya.

## **G. Penilaian**

1. Jenis/teknik penilaian: tes tulis, pengamatan sikap, dan keterampilan.
2. Bentuk instrumen dan instrumen: tes tulis berbentuk pilihan ganda dan essay dengan soal-soal yang dapat diambil di buku siswa atau dikembangkan oleh guru sendiri. **Sikap** dan **keterampilan** peserta didik

dinilai guru selama proses pembelajaran, dengan menggunakan format-format seperti dicontohkan pada buku guru kelas 8 pada bagian **Penilaian**, buku guru kelas 7, atau dikembangkan sendiri oleh guru, disesuaikan dengan sikap dan keterampilan yang dinilai.

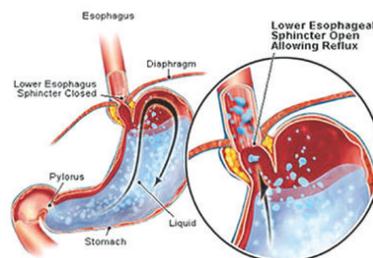
## H. Program Remedial dan Pengayaan

Pada akhir bab peserta didik diberi uji kompetensi. Hasil tes dianalisis untuk mengetahui ketercapaian ketercapaian KKM dan mengidentifikasi indikator-indikator mana yang belum dicapai peserta didik atau materi-materi yang belum dikuasai oleh peserta didik. Bagi peserta didik yang belum mencapai KKM diberi remedial yaitu mempelajari kembali materi yang belum dikuasai dengan dibimbing guru. Pelaksanaan remedial dilakukan satu minggu setelah tes akhir dan dijadwalkan pada waktu tertentu misalnya setelah jam sekolah berakhir selama 30 menit.

Bagi peserta didik yang sudah memenuhi KKM namun masih belum memasuki bab berikutnya, diberi program pengayaan misalnya melalui program pemberian tugas yang lebih menantang (*challenge*). Pelaksanaan program pengayaan dan remedial dapat dilaksanakan dalam waktu yang bersamaan.

### Materi pengayaan

#### Maag



Pernahkah kamu merasakan sakit yang tak tertahan di lambung saat telat makan ? Apakah yang terjadi pada lambung mu ?

Untuk memahami hal tersebut mari simak uraian berikut ini!

Radang lambung atau tukak lambung adalah gejala penyakit yang menyerang lambung dikarenakan terjadi luka atau peradangan lambung yang menyebabkan sakit dan perih pada perut.

#### Penyebab

Penyebab dari penyakit lambung dibedakan menjadi dua macam yaitu dikarenakan faktor eksternal dan internal. Faktor eksternal adalah faktor dari luar tubuh yang dapat menyebabkan korosif atau iritasi lambung,

contohnya antara lain alkohol, infeksi bakteri atau virus, dan zat yang bersifat racun. Faktor internal adalah pengeluaran zat asam lambung yang berlebihan dan tidak teratur. Meningkatnya asam lambung yang berlebihan disebabkan beberapa hal, antara lain (a) sering makan makanan asam, pedas termasuk lada, (b) kebiasaan makan yang tidak teratur, (c) kondisi psikologis, stres mental dan frustrasi.

Semua penyebab-penyebab tersebut dapat menyebabkan kerusakan ketahanan selaput lambung. Apabila keadaan tersebut dibiarkan secara terus menerus tanpa adanya asupan makanan yang masuk maka, akan terjadi peningkatan asam lambung yang akan meningkatkan perangsangan kolinerjik selanjutnya akan meningkatkan motilitas lambung. Peningkatan motilitas lambung dapat menyebabkan erosi pada lambung, jika dibiarkan maka dapat menyebabkan tukak lambung.

### **Gejala**

Adanya rasa sakit atau rasa penuh di daerah ulu hati, gangguan menelan, bersendawa, perut kembung, dan lain-lain adalah gejala dari radang lambung atau sakit maag.

### **Penanganan Sakit Maag**

Tujuan penanganan penyakit maag yaitu menghilangkan nyeri tukak, mengobati tukak, mencegah kambuh kembali dan mengurangi terjadinya komplikasi yang lebih serius. Jika melalui pemeriksaan dalam lambung pasien ditemukan adanya bakteri, maka perlu diberikan suatu antibiotik.

Obat-obat yang diberikan dikelompokkan berdasarkan mekanisme kerjanya:

- a. Mengurangi produksi asam lambung : ranitidine, omeprazol,
- b. Menetralkan asam lambung : antasida
- c. Memberi perlindungan terhadap mukosa lambung : sukralfat
- d. Membunuh mikroorganisme *Helicobacter pylori*: klaritromisin, amoksisilin, metronidazol

### **Jenis Sakit Maag dan Obat Maag-nya**

Kondisi yang timbul mendadak umumnya berlangsung singkat. Sedangkan gejala atau kondisi yang kadang timbul secara menahun (kronis), di mana tidak diketahui secara pasti dengan jelas penyebabnya. Penyakit gastritis yang kronis dapat dimulai dengan adanya infeksi suatu bakteri yang disebut dengan *helicobacter pylori*, sehingga mengganggu pertahanan dinding mukosa. Gejala-gejalanya seperti hilangnya nafsu makan, rasa kenyang, nyeri ulu hati yang samar-samar, mual dan muntah. Secara garis besar, pembagian gastritis dibagi menjadi 2 bagian:

## 1. Gastritis akut

Gastritis akut adalah inflamasi akut dari lambung, biasanya terbatas pada mukosa. Dan secara garis besar gastritis akut dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu gastritis eksogen akut dan gastritis endogen akut. Karena bahan kimia, mekanis iritasi bakterial adalah faktor-faktor penyebab yang biasanya terjadi pada gastritis eksogen akut. Sedangkan yang terjadi karena kelainan tubuh adalah penyebab dari gastritis endogen akut. Gastritis akut dapat terjadi tanpa diketahui penyebabnya. Salah satu gastritis akut yang manifestasi klinisnya dapat berbentuk penyakit yang berat adalah gastritis erosif atau gastritis hemoragik. Adapun gejala-gejala klinis yang sering menimbulkan gastritis erosif adalah trauma yang luas, gagal ginjal, operasi besar, luka bakar yang meluas, trauma kepala, dan sepsis. Sedangkan penyebab lain adalah berasal dari obat-obatan, misalnya aspirin dan obat anti inflamasi non-steroid. Faktor-faktor yang menyebabkan gastritis erosif adalah:

- a. Iskemia pada mukosagaster
- b. Faktor pepsin
- c. Refluks empedu
- d. Cairan pankreas

Gambaran klinis gastritis akut erosif sangat bervariasi, mulai dari yang sangat ringan asimtomatik sampai dengan yang berat yang dapat menimbulkan kematian. Sebagian kasus rata-rata yang dialami merupakan gejala yang ringan bahkan asimtomatis. Keluhan yang sering dirasakan seperti nyeri timbul pada ulu hati, kadang-kadang disertai mual dan muntah. Perdarahan saluran cerna sering merupakan satu-satunya gejala. Pada kasus yang sangat berat, gejala yang paling dirasakan adalah hematemesis dan melena yang terjadi sangat hebat dan sampai terjadi renjatan karena kehilangan darah. Diagnosis ditegakkan dengan pemeriksaan gastroduodenoskopi pada gastritis akut erosif pada setiap pasien dengan keadaan klinis yang berat atau pengguna aspirin atau obat anti-inflamasi non-steroid. Pemeriksaan radiologi dengan kontras tidak memberikan manfaat yang berarti dalam menegakkan diagnosis akut. Bagi pengguna aspirin, pencegahan terbaik adalah dengan misoprostol. Pencegahan dapat dilakukan dengan memberikan antasida atau antagonis  $H_2$  sehingga dicapai pH lambung 4. Sebagian kecil pasien perlu dilakukan tindakan yang bersifat invasif untuk menghentikan perdarahan yang mengancam jiwa, Contohnya dengan endoskopi skleroterapi, embolisasi arteri gastrika kiri, atau gastrektomi. Pemberian antasida, antagonis  $H_2$  dan sukralfat tetap dianjurkan walaupun efek terapeutiknya masih diragukan.

## 2. Gastritis kronis

Lambung yang mungkin mengalami inflamasi kronis dari tipe tertentu sehingga menyebabkan gastritis dari tipe yang spesifik disebut gastritis kronis. Terjadinya infiltrasi sel radang yang terjadi pada lamina propria, daerah epitelial atau pada kedua daerah tersebut terutama terdiri atas limfosit dan sel plasma disebut gastritis kronis. Infeksi kuman *Helicobacter pylori* yang juga merupakan penyebab gastritis yang termasuk dalam kelompok gastritis kronis. Peningkatan aktifitas gastritis kronis ditandai dengan kehadiran granulosit netrofil pada daerah tersebut.

### Klasifikasi yang sering digunakan adalah :

- a. Apabila sel radang kronis terbatas pada lamina propia mukosa superfisialis dan adema yang memisahkan kelenjar-kelenjar mukosa, sedangkan sel-sel kelenjar tetap utuh disebut gastritis kronis superfisialis.
- b. Terjadinya perubahan histopatogik kelenjar mukosa lambung menjadi kelenjar mukosa usus halus yang mengandung sel goblet adalah metaplasia intestinalis. Perubahan tersebut dapat terjadi hampir pada seluruh segmen lambung, tetapi dapat pula hanya merupakan bercakbercak pada bagian beberapa lambung.
- c. Apabila sel-sel radang kronis menyebar lebih dalam disertai distorsi dan destruksi sel-sel kelenjar yang lebih nyata disebut gastritis kronis atrofik.

Menurut distribusi anatomisnya, gastritis kronis dapat dibagi menjadi tiga, yaitu:

- a. Maag kronis korups tipe A, dimana perubahan histopatologik terjadi pada korpus dan kardia lambung. Tipe ini sering dihubungkan dengan proses oto-imun dan dapat berlanjut menjadi anemia pernisiiosa.
- b. Maag kronis antrim tipe B, tipe ini merupakan tipe yang paling sering dijumpai, yang sering dihubungkan dengan infeksi kuman *Helicobacter pylori* (*H. Pylori*).
- c. Maag multifokal atau tipe AB yang distribusinya meyebar ke seluruh gaster (lambung). Pada orang usia lanjut, penyebaran ke arah korups meningkat.

### Pencegahan

Penyakit maag bisa disembuhkan tetapi tidak bisa sembuh total. Penyakit maag adalah penyakit yang dapat kambuh apabila si penderita tidak makan teratur, terlalu banyak makan, atau sebab lain. Sakit maag dapat di cegah, yaitu dengan cara makan teratur, makan secukupnya, cuci tangan sebelum makan, dan jangan jajan sembarangan.

## I. Interaksi dengan Orang Tua

Komunikasi dengan orang tua dapat menggunakan buku penghubung yang memfasilitasi komunikasi yang baik antara sekolah/gura dengan orang tua siswa. Buku penghubung ini juga bermanfaat membangun kerjasama pihak sekolah dengan orang tua dalam membantu keberhasilan peserta didik. Buku penghubung ini memuat hari dan tanggal, matapelajaran, pokok bahasan/subpokok bahasan, bentuk tugas, tanda tangan orang tua. Contoh lembar monitoring orangtua dapat dilihat kembali pada Bagian Umum buku guru ini.

## J. Kunci Jawaban Uji kompetensi

### Bagian A

- |    |   |     |   |
|----|---|-----|---|
| 1. | A | 6.  | A |
| 2. | D | 7.  | C |
| 3. | B | 8.  | B |
| 4. | C | 9.  | A |
| 5. | C | 10. | A |

### Bagian B

- Protein
  - Protein
  - Karbohidrat
  - Vitamin C
- Nasi, singkong, atau sagu mengandung karbohidrat sebagai sumber energi yang dibutuhkan manusia untuk beraktifitas.
- Bahan makanan diuji dengan biuret terjadi perubahan warna menjadi ungu berarti mengandung protein, dan diuji dengan benedik terjadi perubahan warna menjadi merah bata berarti mengandung zat gula.
- Mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, rektum, anus. waktu yang diperlukan makanan untuk dicerna pada tiap organ pencernaan berbeda-beda karena ukuran panjang setiap organ berbeda, enzim yang membantu pencernaan kimiawi dihasilkan oleh organ yang berbeda.
- Lambung, karena lambung menghasilkan HCl. Kondisi asam inilah yang mematikan bakteri.
- Enzim berperan untuk pencernaan kimiawi yang memecah bahan makanan melalui reaksi kimia
- Daging ayam mengandung protein. Organ yang berperan melakukan pencernaan protein yaitu lambung. Lambung menghasilkan enzim pepsin

yang mengubah protein menjadi proteosa. Usus halus, tripsinogen yang dihasilkan pankreas masuk ke usus halus. Tripsinogen mengubah protein menjadi polipeptida. Dinding usus halus menghasilkan enzim enterokinase yang mengubah tripsinogen menjadi tripsin.

8. Diet Coklat.
  - a. Jawaban 'tidak'  
Penjelasannya beberapa energi berasal dari karbohidrat atau protein atau karbohidrat + protein
  - b. Dua jenis makanan yang disarankan untuk kompensasi vitamin C adalah buah dan sayur sayuran.
9. Vili atau jonjot-jonjot usus berfungsi memperluas permukaan penyerapan, sehingga makanan dapat terserap sempurna.
10. Perbedaan pencernaan mekanis dan kimiawi:  
Pencernaan mekanis melibatkan otot, dan gigi. Terjadi di mulut dan lambung. Bahan makanan dicerna dari ukuran besar menjadi ukuran lebih kecil.  
Pencernaan kimiawi melibatkan enzim pencernaan. Terjadi di mulut, lambung, usus halus. Bahan makanan dicerna dari molekul besar menjadi molekul yang kecil.
11. Kegiatan dalam usus besar dapat membantu mempertahankan homeostasis (keseimbangan). Usus besar berfungsi mengatur kadar air pada sisa makanan. Bila kadar air pada sisa makanan terlalu banyak, maka dinding usus besar akan menyerap kelebihan air tersebut. Sebaliknya bila sisa makanan kekurangan air, maka dinding usus besar akan mengeluarkan air dan mengirimnya ke sisa makanan.
12. Roti tawar, nasi, dan sagu mengandung tepung akan terasa manis setelah lima menit di mulut tanpa dikunyah karena zat tepung diubah oleh amilase menjadi zat gula.
13. Zat makanan dalam kimus jika pankreas tidak mengeluarkan getahnya ke dalam usus halus, maka tidak terjadi pencernaan kimiawi oleh getah pankreas. Amilum tidak dicerna oleh **Enzim Karbohidrase** menjadi maltosa atau disakarida lainnya. Emulsi lemak tidak diubah menjadi asam lemak dan gliserol oleh enzim lipase. Protein tidak diubah menjadi polipeptida oleh tripsin., dan amilum tidak diubah menjadi maltosa oleh amilase.

### C. Pemecahan Masalah

1. Masalah Kebutuhan Energi
  - a. Dhayu seorang olahragawan yang berusia 19 tahun. Pada hari itu itu Dhayu sudah makan dengan asupan energi sebesar 7520 kJ. Kebutuhan energi setiap hari 9820 kJ.  
Jadi, Kekurangan asupan energy pada hari itu:

$9820 \text{ kJ} - 750 \text{ kJ} = 2300 \text{ kJ}$

Kandungan Menu dengan harga special adalah 1715 kJ dengan rincian sebagai berikut:

Sup tomat = 355 kJ

Ayam bakar = 795 kJ

Buah melon = 565

Dengan demikian bila Dhayu mengkonsumsi menu dengan harga special asupan energinya pada hari itu sbb.

$7520 \text{ kJ} + 1715 \text{ kJ} = 9235 \text{ kJ}$

Berarti asupan energy hari itu masih kurang 585 kJ.

- b. Jumlah asupan energy bapak Badu sebagai guru dengan usia 45 tahun adalah 12120 kJ (lihat Tabel)

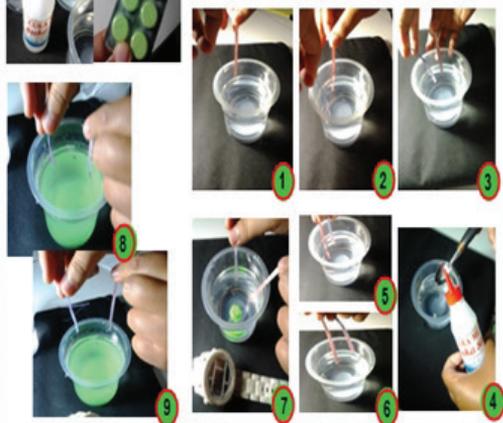
## K. Proyek

### Alat dan Bahan yang Disiapkan Siswa

**Bahan**



**Langkah Kerja**



**Bahan.**

1. Air
2. Asam Cuka
3. Obat Antasida
4. Kertas Lakmus

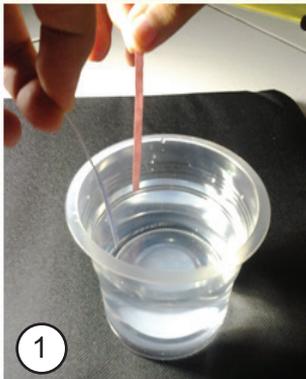
**Langkah Kerja.**

1. Masukkan 1/2 gelas air
2. ukurlah pH dengan kertas lakmus, dengan mencelupkan kertas lakmus
3. Amati perubahan warna pada kertas lakmus
4. Tambahkan 1 sendok teh asam cuka
5. ukurlah pH dengan kertas lakmus, dengan mencelupkan kertas lakmus
6. Amati perubahan warna pada kertas lakmus
7. Masukkan obat antasida satu tablet pada larutan cuka, kemudian ukurlah pHnya dengan kertas lakmus
8. Amatilah perubahan warna pada kertas lakmus.
9. Setelah 36 menit coba ukur kembali pH pada larutan tersebut, dengan menggunakan kertas lakmus amati perubahan warna yang terjadi.

Bahan yang digunakan dalam obat antasida. Identifikasi senyawa yang digunakan untuk menetralkan asam lambung yang berlebih. Masukkan 1 butir antasida tablet dalam segelas cuka masak yang biasa dipakai ibu di dapur. Gunakan pH kertas untuk memeriksa ketika asam dinetralkan. Catat waktu yang dibutuhkan antasida untuk menetralkan cuka. Ulangi dengan antasida yang berbeda.

## Langkah Kerja

### Uji Kertas Lakmus Pada Air



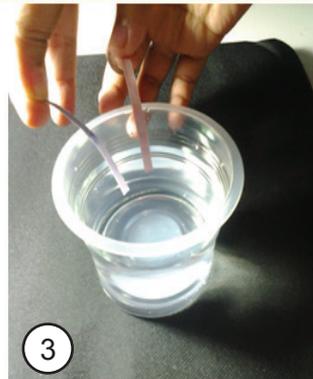
1

Kertas Lakmus Merah dan Biru



2

Kertas Lakmus Merah dan Biru Waktu di celupkan pada Air



3

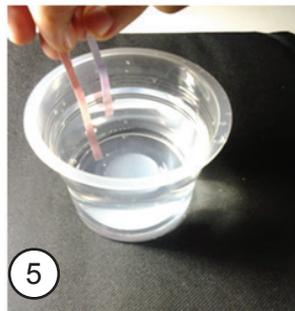
Kertas Lakmus Merah dan Biru Tidak Berubah Warna (pH netral)

### Uji Kertas Lakmus Pada Air Ditambah Cuka



4

Air di tambah 1 sendok teh cuka



5

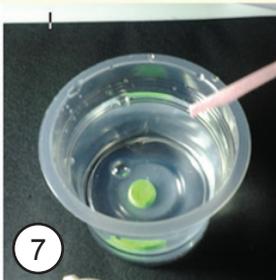
Penujian dengan Kertas Lakmus



6

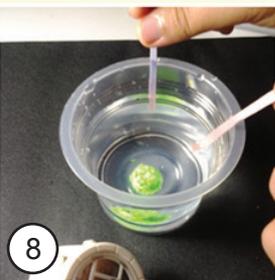
Kertas Lakmus Merah tidak berubah warna, kertas Lakmus Biru Berubah warna menjadi merah (pH asam)

### Uji Lakmus pada Larutan yang Ditambah Obat Antasida



7

Larutan Cuka di beri obat antasida (Promag)



8

Kertas Lakmus Merah tidak berubah warna, kertas Lakmus Biru Berubah warna menjadi merah (pH tetap asam)



9

Setelah 36 Menit pH pada larutan berubah menjadi Basa yang dapat dilihat pada perubahan warna Merah menjadi Biru dan kertas Lakmus Merah tetap Merah tidak berubah warna (pH Basa)



# Zat Aditif dan Zat Adiktif

## A. Pengantar

Bab VI terdiri dari 2 bagian yaitu **Zat Aditif Pada Makanan** dan **Zat Adiktif**. Pada bagian **Zat Aditif** peserta didik mempelajari berbagai macam zat aditif yang ditambahkan pada makanan yang dikonsumsi sehari-hari. Pada bagian **Zat Adiktif** peserta didik mempelajari tentang zat adiktif bukan narkotika dan psiko tropika yang meliputi teh, kopi, dan rokok, zat adiktif termasuk narkotika, dan zat adiktif psiko tropika.

## B. KI dan KD pada Materi Zat Aditif dan Adiktif

Berikut ini adalah KI, KD dan Indikator Pencapaian Kompetensi Bab VI tentang Zat Aditif dalam Makanan dan Zat Adiktif. Indikator Pencapaian Kompetensi yang tercantum pada buku ini dapat lebih dikembangkan lagi oleh guru.

**Tabel 6.1.** KI, KD dan Indikator Pencapaian Kompetensi Bab VI tentang Zat Aditif dan Adiktif

<b>Kompetensi Inti</b>	3. Memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata
<b>Kompetensi Dasar</b>	3.7 Mendeskripsikan zat aditif (alami dan buatan) dalam makanan dan minuman (segar dan dalam kemasan), dan zat adiktif-psiko tropika serta pengaruhnya terhadap kesehatan
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
3.7.1 Dapat menyebutkan contoh bahan aditif pada makanan 3.7.2 Menjelaskan fungsi penggunaan bahan aditif dalam makanan 3.7.3 Menjelaskan solusi pengganti bahan aditif 3.7.4 Menjelaskan macam dan efek penggunaan bahan adiktif bagi kesehatan 3.7.5 Menjelaskan pengaruh psiko tropika terhadap kesehatan	

<b>Kompetensi Inti</b>	4. Mengolah, menyaji, dan menalar dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/ teori
<b>Kompetensi Dasar</b>	4.7 Menyajikan data, informasi, dan mengusulkan ide pemecahan masalah untuk menghindari terjadinya penyalahgunaan zat aditif dalam makanan dan minuman serta zat adiktif-psikotropika
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
4.7.1. Menyajikan informasi jenis-jenis bahan aditif yang dipakai pada suatu produk makanan 4.7.2. Mengusulkan ide pengganti bahan aditif tertentu yang lebih aman bagi kesehatan 4.7.2. Mengusulkan ide pemecahan masalah peredaran zat adiktif psikotropika di Indonesia	

## C. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada bab V ini, peserta didik diharapkan dapat melakukan hal-hal berikut.

1. Menjelaskan macam-macam zat aditif alami dan buatan yang terdapat dalam makanan dan minuman segar maupun kemasan.
2. Mendeskripsikan fungsi bahan aditif alami dan buatan yang ada dalam makanan dan minuman segar maupun buatan.
3. Mendeskripsikan macam dan fungsi bahan-bahan adiktif dalam kehidupan sehari-hari.
4. Membedakan berbagai macam bahan aditif dan adiktif.
5. Menjelaskan kerugian penggunaan bahan adiktif narkotika dan psikotropika terhadap kesehatan.
6. Memunculkan ide inovatif untuk memecahkan masalah peredaran narkotika dan psikotropika.

## D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab VI tentang Zat Aditif dan Adiktif memerlukan waktu 10 jam pelajaran (JP) atau 4 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/ minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 4 TM tersebut adalah sebagai berikut.

**Tabel 6.2.** Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pertemuan ke	Materi
1	Zat Aditif <ul style="list-style-type: none"><li>• Uji pewarna tekstil pada bahan makanan</li></ul>
2	Zat Aditif <ul style="list-style-type: none"><li>• Berbagai macam bahan aditif yang sering dipakai pada produk makanan</li><li>• Mendaftar nama-nama bahan aditif pada suatu produk bahan makanan</li><li>• Klasifikasi bahan aditif pada suatu produk bahan makanan</li></ul>
3	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bahan adiktif yang sering dikonsumsi, narkotika, dan psikotropika</li><li>• Analisis artikel tentang peredaran psikotropika di Indonesia dan efek penggunaan psikotropika pada manusia</li></ul>
4	Tes Tulis

## E. Materi Esensial

1. Ada berbagai macam bahan aditif yang biasa ditambahkan pada makanan. Ada yang dibuat secara alami maupun sintetik. Macam bahan aditif antara lain adalah sebagai berikut.
  - a. Bahan pewarna  
Bahan pewarna adalah bahan aditif yang berfungsi meningkatkan kualitas kenampakan bahan makanan. Bahan pewarna dapat berupa pewarna alami dan buatan.
  - b. Pemanis  
Bahan pemanis yang alami dan biasa dipakai pada makanan dan minuman adalah gula pasir, gula aren, gula kelapa, gula lontar, atau gula bit. Rasa manis dapat muncul karena bahan-bahan tersebut mengandung sukrosa. Pemanis buatan yang dapat dipakai pada bahan makanan dalam batas-batas tertentu antara lain aspartam, sakarin, kalium asesulfam, dan siklamat. Pemanis buatan memiliki tingkat kemanisan yang melebihi sukrosa beberapa kali lipat.  
Bahan pemanis dapat berupa pemanis alami dan buatan: Pemanis alami yang biasa dipakai adalah gula sedangkan pemanis buatan biasa dikonsumsi oleh orang yang menderita sakit kencing manis.
  - c. Pengawet  
Pengawet adalah bahan yang ditambahkan untuk memperpanjang masa simpan produk makanan dan minuman. Pengawetan secara

alami dapat berupa pemanasan, pengasapan, pengeringan, dan pembekuan. Pengawetan secara kimiawi dapat dilakukan dengan penambahan beberapa macam bahan kimia. Bahan kimia yang boleh ditambahkan pada makanan antara lain asam benzoat, kalsium benzoat, asam propionat, dan kalsium propionat.

- d. Penyedap makanan.  
Penyedap makanan dipakai untuk meningkatkan rasa dan aroma. Penyedap rasa adalah bahan tambahan makanan yang dipakai untuk meningkatkan cita rasa makanan. Penyedap rasa ada yang diperoleh dari bahan alami maupun sintetik.

## 2. Bahan Adiktif

Bahan adiktif adalah bahan yang dapat mengakibatkan penggunaannya mengalami kecanduan. Bahan adiktif dibagi menjadi tiga kelompok, yakni bahan adiktif bukan narkotika dan psikotropika, bahan adiktif narkotika, dan bahan adiktif psikotropika.

- a. Bahan Adiktif Bukan Narkotika dan Psikotropika  
Bahan yang termasuk bahan adiktif bukan narkotika dan psikotropika misalnya adalah theine, kafein dan nikotin. Theine ada pada produk teh, kafein pada kopi, dan nikotin ada pada rokok. Meskipun bahan adiktif dalam kopi tidak dianjurkan untuk dikonsumsi secara berlebihan, tetapi kopi memiliki manfaat dalam beberapa terapi kesehatan. Kopi dapat dipakai untuk mencegah penyakit parkinson, kanker usus, kanker lambung, dan kanker paru-paru. Bahan ketiga yakni nikotin ternyata dapat memberikan dampak buruk yang cukup besar. Merokok berdampak merugikan organ-organ tubuh, baik organ luar maupun dalam. Pengaruh rokok pada organ luar kita dapat berupa perubahan warna gigi dan kulit, sedangkan pengaruh pada organ dalam dapat memicu adanya kanker paru-paru.
- b. Narkotika  
Narkotika adalah zat atau obat yang berasal dari tanaman atau bukan tanaman, baik sintetis maupun semi sintetis, yang dapat menyebabkan penurunan atau perubahan kesadaran, hilangnya rasa, mengurangi sampai menghilangkan rasa nyeri, dan dapat menimbulkan ketergantungan, yang dibedakan ke dalam golongan-golongan tertentu.
- c. Psikotropika  
Psikotropika merupakan zat atau obat, alamiah/ sintetis bukan narkotika, yang berkhasiat psikoaktif, berpengaruh selektif pada saraf pusat yang menyebabkan perubahan khas pada aktivitas mental dan perilaku seseorang. Zat psikotropika dapat

menurunkan aktivitas otak atau merangsang susunan saraf pusat dan menimbulkan kelainan perilaku, disertai halusinasi, ilusi, gangguan cara berpikir, perubahan alam perasaan.

- d. Penyalahgunaan narkoba memiliki dampak fisik dan psikis.
  - 1) Dampak penyalahgunaan narkoba pada keadaan fisik  
Penyalahgunaan narkoba dapat berakibat pada beberapa hal berikut.
    - a. Gangguan sistem saraf yang berupa kejang, halusinasi, gangguan kesadaran, kerusakan syaraf tepi.
    - b. Gangguan jantung dan pembuluh darah berupa: infeksi otot jantung, gangguan peredaran darah.
    - c. Gangguan kulit berupa.  
penanahan (abses), eksim, dan alergi.
    - d. Gangguan paru-paru berupa: penekanan fungsi pernapasan, kesulitan bernafas, pengerasan jaringan paru-paru.
    - e. Penyalahgunaan narkoba bisa berakibat fatal ketika terjadi over dosis yaitu konsumsi narkoba melebihi kemampuan tubuh untuk menerimanya. Over dosis bisa menyebabkan kematian.
  - 2) Dampak penyalahgunaan narkoba terhadap psikis  
Pengguna narkoba dapat memiliki ciri psikis berupa lamban dan ceroboh dalam bekerja, sering merasa tegang dan gelisah, hilang kepercayaan diri, apatis, gemar mengkhayal, penuh curiga, agitatif, menjadi ganas dan tingkah laku yang brutal, sulit berkonsentrasi, perasaan kesal dan tertekan, cenderung menyakiti diri, perasaan tidak aman, bahkan bunuh diri.

## F. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab VI tentang Zat Aditif dan Adiktif, guru dapat menerapkan pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL), *Inquiry*, atau *Learning Cycle*, atau model pembelajaran lain, yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

### Materi Bagian I. Zat Aditif Makanan (2 TM, 5 JP)

#### Pertemuan 1 (3 JP)

##### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi dan motivasi dengan menunjukkan fenomena atau mengajukan pertanyaan yang relevan dengan materi yang akan dipelajari.

Misalnya: Guru mengajukan pertanyaan apakah kalian suka menggunakan saos saat makan bakso? Menurut kalian saos tersebut berwarna merah secara alami ataukah ditambah bahan pewarna? Setelah siswa menjawab maka dapat dilanjutkan pertanyaan, apakah bahan makanan yang diberi zat pewarna itu aman?

2. Guru menyampaikan kepada peserta didik tujuan pembelajaran yang tertera pada kegiatan “Ayo Kita Pelajari?”
3. Guru menyampaikan kepada peserta didik nilai-nilai yang akan diperoleh setelah mempelajari bab VI ini yang tertera pada bagian “Mengapa Hal ini Penting?”

### Inti

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatann menyelidiki Pewarna Tekstil pada Makanan pada kegiatan “Ayo Kita Lakukan”

### **Ayo Kita Lakukan**

#### **Menyelidiki Pewarna pada Makanan yang Aman bagi Tubuh**

Pastikan pewarna pada makanan yang kalian konsumsi adalah pewarna yang aman.

#### **Apa yang harus disiapkan?**

1. Bahan makanan berwarna yang akan di uji (saus tomat, cincau, cendol, dan lain-lain) masing masing 50 gram
2. Air 50 ml
3. Pistil dan mortar
4. Pipet
5. Benang wol
6. Kaki tiga
7. Kawat kasa
8. Pemanas Bunsen/lampu spirtus
9. Gelas beker (gelas kimia)
10. Deterjen

#### **Apa yang harus dilakukan?**

1. Campurkan 50 g bahan makanan yang akan diuji dengan 50 ml air, kemudian haluskan.
2. Masukkan masing-masing bahan makanan yang akan diuji ke dalam gelas beker yang berbeda.
3. Celupkan beberapa potongan benang wol ke dalam masing-masing gelas beker.
4. Panaskan masing-masing gelas beker dengan pemanas bunsen/ lampu spiritus. Pastikan kaki 3, kawat kassa, dan gelas beker tersusun dengan benar. Berhati-hatilah saat menyalakan Bunsen.

Gunakan sarung tangan tahan panas untuk mengangkat gelas beker yang telah dipanaskan.

5. Dinginkan sampai benar-benar dingin
6. Ambil benang wol yang telah dicelupkan pada larutan bahan makanan. Cucilah benang wol tersebut dengan deterjen.
7. Bandingkan hasilnya dalam tabel dengan memberi tanda centang (√) sesuai dengan hasil pengamatan. Pewarna makanan yang aman dikonsumsi akan hilang dari benang saat benang dicuci.

No	Jenis Bahan	Warna Hilang	Warna tidak Hilang
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

**Apa yang dapat kamu simpulkan?**

Pengisian tabel bergantung pada hasil kegiatan di kelas. Berikut ini adalah permisalan hasil yang diperoleh. Hasil yang diperoleh dapat bervariasi tergantung kondisi lapang yang sebenarnya.

No	Jenis bahan	Warna hilang	Warna tidak hilang
1	Saos tomat		√
2	Cincau	√	
3	Cendol	√	
4	Pewarna makanan	√	
5	Pewarna tekstil		√

2. Setelah melakukan kegiatan Uji Pewarna tekstil pada Makanan peserta didik secara berkelompok berdiskusi untuk menjawab pertanyaan “Apa yang dapat kalian simpulkan dan terapkan?” Guru menyarankan pada peserta didik untuk mempelajari buku pada kegiatan Ayo kita pahami.

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk mengambil kesimpulan tentang makanan berwarna yang aman untuk dikonsumsi, dan makanan apa yang tidak aman dikonsumsi karena mengandung pewarna tekstil.
2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya yaitu kegiatan ‘Ayo Kita Diskusikan’.

3. Guru memberikan tugas kepada peserta didik untuk membawa kemasan bahan makanan yang disukai yang mengandung zat aditif untuk kegiatan percobaan pertemuan berikutnya.

## Pertemuan kedua (2JP)

### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi mengaitkan materi pada pertemuan 1 yakni tentang pewarna dengan materi yang akan dipelajari pada pertemuan ini yaitu tentang Bahan Aditif pada Makanan.
2. Guru menginformasikan kepada peserta didik bahwa pada pertemuan ini kegiatan yang dilakukan yaitu “Mengidentifikasi berbagai macam bahan aditif pada produk makanan ?” pada kegiatan “Ayo Kita Lakukan” dan berdiskusi pada bagian “Ayo Kita Diskusikan”.

### Inti

1. Secara berkelompok, peserta didik melakukan kegiatan mendaftar nama-nama bahan aditif pada kemasan produk makanan kesukaan mereka pada kolom “Ayo Kita Lakukan”.

### Ayo Kita Lakukan

#### Apakah zat aditif dalam makanan dan minuman bermanfaat bagi kesehatan kalian?

Berbagai jajanan di sekitar kalian yang tidak menarik mungkin kandungan gizinya tinggi. Agar jajanan lebih menarik, memiliki rasa yang lebih enak, serta awet dapat ditambahkan zat aditif alami atau buatan.

#### Mengidentifikasi Masalah

1. Kumpulkan sebanyak mungkin bekas bungkus/ pengemas makanan dan minuman yang terdapat keterangan tentang komposisi kandungan bahan bakunya.
2. Isilah kolom yang tersedia, dengan memberikan data/ informasi penggunaan zat aditif untuk makan dan minuman yang dijual disekitar lingkungan kalian.
3. Diskusikan bersama teman kalian untuk mengisi tabel di bawah ini:

**Tabel 6.4** Kegunaan Zat Aditif Alami/ Buatan , Nama Zat Aditif dalam makanan dan minuman, Dampak Negatif dan Pencegahannya

No	Kegunaan Zat Aditif	Nama Zat Aditif	Dampak Negatif	Pencegahan
1.	Penguat rasa			
2.	Pemanis			
3.	Pengawet			
4.	Pewarna			
5.	Pengental			

No	Kegunaan zat Aditif	Nama Zat Aditif	Dampak Negatif	Pencegahan
6.	Antioksidan			
7.	Pemutih			
8.	Pengatur keasaman			
9.	Zat gizi			
10.	Anti gumpal			

- Guru mengajak siswa berdiskusi mencari solusi pengganti MSG seperti pada kolom "Ayo Kita Diskusikan".

### Ayo Kita Diskusikan

Penggunaan MSG secara berlebihan dapat menyebabkan penyakit yang disebut *Chinese food syndrome* yang gejalanya dapat berupa rasa pusing dan mual. Bagaimana alternatif solusinya agar ibu-ibu mengurangi penggunaan MSG namun masakan tetap terasa enak. Lakukan analisis pada bahan pengganti peran MSG yang tidak berbahaya bagi kesehatan.

#### Alternatif jawaban "Ayo Kita Diskusikan"

MSG memiliki rasa sedikit manis dan asin. Berdasarkan rasa yang dimilikinya maka bahan yang dapat menggantikan MSG adalah gula dan garam. Rasa gurih pada MSG dapat diganti dengan menggunakan campuran bawang dan kaldu.

- Peserta didik secara berkelompok berdiskusi dan membuat kesimpulan. Guru menyarankan peserta didik untuk mempelajari Buku Siswa bagian Zat Adiktif pada Makanan.

### Penutup

- Guru membimbing peserta didik untuk mengambil kesimpulan dari kegiatan yang telah dilakukan.  
Kesimpulan yang diambil yakni beberapa bahan aditif ditambahkan untuk meningkatkan kualitas tampilan dan rasa pada bahan makanan. Ada bahan aditif yang aman dalam dosis tertentu tetapi adapula yang dapat berbahaya dalam kadar berlebihan.
- Guru menugaskan peserta didik untuk mempelajari materi yang berikutnya yaitu mengenai zat adiktif.

## Materi Bagian II. Zat Adiktif (1 TM)

### Pertemuan ke 3 (3 JP)

#### Pendahuluan

1. Pada awal bagian ini guru memberi apersepsi dengan mengajukan pertanyaan, Apakah ada diantara kamu yang pernah menjumpai orang yang akan merasa pusing atau tidak enak badan ketika satu hari saja tidak merokok atau minum kopi? Kenapa orang tersebut dapat mengalami gejala-gejala yang tidak menyenangkan tersebut?
2. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang tertera pada kegiatan "Ayo Kita Pelajari!" nilai-nilai yang akan diperoleh setelah mempelajari bagian ini yang tertera pada 'Mengapa Penting?'

#### Inti

1. Secara berkelompok peserta didik mendiskusikan artikel tentang peredaran narkoba di Indonesia.



#### Ayo Kita Cermati

**Bacalah cuplikan berita dari salah satu situs di internet berikut!**

**indosiar.com, Banjarmasin** - Sindikat pengedar narkoba di Banjarmasin, Kalimantan Selatan, berhasil disergap petugas kepolisian. Seorang bandar narkoba bernama Robi, ditangkap di rumahnya di Komplek Manunggal Jaya, berikut barang bukti 5 gram sabu-sabu.

Penangkapan terhadap Robi warga Komplek Manunggal Jaya, Banjarmasin, ini dilakukan petugas Unit Narkoba Poltabes Banjarmasin, setelah menerima informasi dari masyarakat tentang transaksi narkoba yang dilakukan tersangka dengan bandar lainnya.

Mengetahui kedatangan petugas, tersangka sempat mengelak dan membantah bahwa ia pengedar narkoba. Namun setelah dilakukan pengeledahan petugas menemukan dua paket sabu-sabu seberat 5 gram.

Robi yang berprofesi sebagai tukang servis elektronik ini kemudian digelandang ke kantor polisi. Dari keterangan tersangka, petugas kepolisian dipimpin Wakasat Reskrim AKP Himawan, keesokan harinya melakukan pengembangan dengan mendatangi sebuah rumah yang berlokasi di Jalan Raga Buana, Komplek Herlina, Kayu Tangi, Banjarmasin.

**(Albert Roni/Sup)**

Analisislah mengapa orang yang mengedarkan narkoba tersebut harus ditangkap?

Apa sebenarnya kerugian penggunaan narkoba sehingga pelaku pengedarannya harus diamankan oleh pihak yang berwenang?

### Alternatif jawaban “Ayo Kita Cermati”

Pengedar narkoba tersebut wajib ditangkap untuk mengurangi peredaran narkoba.

Penggunaan narkoba beresiko sangat besar pada kesehatan fisik dan psikis sehingga peredarannya harus ditekan atau ditiadakan.

2. Peserta didik mempresentasikan hasil diskusinya dan membuat laporan tertulis tentang kegiatan diskusinya.
3. Guru menyarankan pada peserta didik untuk mempelajari buku siswa bagian zat adiktif dan pengelompokannya.

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.
2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang sudah pernah dibahas sebelumnya untuk mengerjakan kegiatan rumah.

## G. Penilaian

1. Jenis/teknik penilaian: tes tulis, pengamatan sikap, dan keterampilan.
2. Bentuk instrumen dan instrumen: lembar tes tulis berbentuk pilihan ganda dan essay dengan soal-soal yang dapat diambil di buku siswa atau dikembangkan oleh guru sendiri. **Sikap** dan **keterampilan** Peserta didik dapat dinilai oleh guru selama proses pembelajaran, dengan menggunakan format-format seperti dicontohkan pada buku guru kelas 8 pada bagian **Penilaian**, buku guru kelas 7, atau dikembangkan sendiri oleh guru, disesuaikan dengan sikap dan keterampilan yang dinilai.

No	KD	Indikator Pencapaian	Teknik
1	2.2	3.7.1 Dapat menyebutkan contoh bahan aditif pada makanan	Pengamatan sikap
2	3.7.	3.7.2 Menjelaskan fungsi penggunaan bahan aditif dalam makanan	Tes tulis
		3.7.3 Menjelaskan solusi pengganti bahan aditif	
		3.7.4 Menjelaskan macam dan efek penggunaan bahan adiktif bagi kehidupan	
		3.7.5 Menjelaskan peredaran narkotika dan psikotropika di Indonesia	
		3.7.6 Memberikan solusi bagi pecandu narkotika dan psikotropika	
3	4.7	4.7.1 Menyajikan data kandungan zat aditif yang tertera pada berbagai kemasan makanan yang ada di sekitar	Tes unjuk kerja

## H. Kunci Uji Kompetensi pada Buku Siswa

### Bagian A

- |      |       |
|------|-------|
| 1. A | 6. B  |
| 2. C | 7. C  |
| 3. B | 8. C  |
| 4. C | 9. D  |
| 5. D | 10. B |

### Bagian B

- Pewarna, pengawet, pemanis, penguat rasa, pemberi aroma.
- Dampak positif teh: sebagai anti oksidan  
Dampak negatif teh: mempengaruhi proses berpikir  
Dampak positif kopi: meningkatkan kewaspadaan  
Dampak negatif kopi:Menimbulkan kecanduan kafein
- Karena narkotika dan psikotropika membawa banyak dampak buruk bagi manusia meskipun beberapa dimanfaatkan sebagai obat.
- Menetapkan undang-undang dan menghukum sesuai peraturan para pelaku pengedar narkoba.

5. Membawa orang tersebut ke lembaga rehabilitasi pecandu narkoba agar mendapat terapi tertentu.

6. a. **Dari aspek kesehatan**

**Merokok menyebabkan penyakit kardiovaskular.** Penyakit kardiovaskular merupakan sebuah penyakit yang menyebabkan kelainan pada jantung dan pembuluh darah manusia. Perlu diketahui penyakit jantung adalah penyebab utama kematian akibat merokok. Merokok selama bertahun-tahun akan menyebabkan pengerasan pembuluh darah, hal ini disebabkan oleh kolesterol dan lemak yang tertimbun di arteri karena zat nikotin yang ada pada rokok. Bahaya lain dari rokok untuk kesehatan adalah menyebabkan kanker, ada banyak penyakit kanker yang disebabkan oleh rokok yaitu kanker paru-paru, kanker kandung kemih, kanker ginjal, kanker faring dan laring (kanker tenggorokan), kanker mulut, kanker kerongkongan, kanker pankreas, dan lain-lain. **Merokok juga dapat menyebabkan gangguan kehamilan karena** mengganggu janin dan rahim bagi ibu yang menghisapnya. Merokok dapat menyebabkan tekanan darah tinggi, asma akut. Asap rokok dapat menyebabkan iritasi mata dan membuat merah mata, perokok dapat meningkatkan risiko katarak, noda dan membuat gigi kuning, meningkatkan risiko penyakit periodontal, yang menyebabkan gusi bengkak, bau mulut dan gigi rontok.

b. **Dari aspek lingkungan**

Asap rokok adalah penyebab utama terjadinya pencemaran udara, lebih dari sumbuhan asap kendaraan di jalan. Reaksi rokok dengan oksigen membentuk senyawa-senyawa seperti  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ , dan  $\text{CO}$ . Reaksi inilah yang kemudian disebut dengan reaksi pembakaran, yang terjadi pada temperatur tinggi hingga di atas  $800^\circ\text{C}$ . Reaksi ini terjadi pada ujung putung rokok yang berkontak langsung dengan udara.

c. **Aspek ekonomi**

Kecanduan rokok dapat menjadi salah satu penyebab kemiskinan penduduk Indonesia. Karena banyak diantara mereka yang sebenarnya punya penghasilan tapi menjadi minus karena dihabiskan untuk membeli rokok. Harga rokok yang mahal akan sangat memberatkan orang yang tergolong miskin, sehingga dana kesejahteraan dan kesehatan keluarganya sering dialihkan untuk membeli rokok. Rokok dengan merk terkenal biasanya dimiliki oleh perusahaan rokok asing yang berasal dari luar negeri, sehingga uang yang dibelanjakan perokok sebagian akan lari ke luar negeri yang mengurangi devisa negara. Pabrik rokok yang mempekerjakan banyak buruh tidak akan mampu meningkatkan taraf hidup pegawainya, sehingga apabila pabrik rokok ditutup para buruh dapat dipekerjakan

di tempat usaha lain yang lebih kreatif dan mendatangkan devisa. Fakta membuktikan bahwa lebih dari 92 Milyar Dollar (USD) hilang setiap tahun karena kehilangan produktivitas akibat kematian dini yang berhubungan dengan merokok.

### Bagian C

1. Produk makanan yang mengandung pewarna tekstil dilarang di konsumsi. Produk makanan seperti ini beresiko pada munculnya berbagai macam penyakit, misalnya kanker sehingga sangat berbahaya bagi kesehatan.
2. Upaya yang dapat dilakukan oleh siswa adalah tidak mengkonsumsi bahan makanan yang telah terbukti mengandung pewarna tekstil tersebut. Upaya yang dapat dilakukan oleh pihak yang berwenang misalnya badan POM adalah melakukan sosialisasi dan tindakan tegas pada pelaku-pelaku kecurangan seperti penggunaan bahan tekstil untuk produk makanan.

### Bagian 4

Jenis Produk Makanan	Kandungan Zat Aditif			
K	Sakarin	Guinea green B	Belerang dioksida	Oil yellow OB
L	Natrium benzoat	Orange GGN	Gula aren	siklamat
M	Enzim papain	ebi	Orange GGN	anggur
N	Daun pandan	Gula bit	Natrium benzoat	Kaldu ayam
O	Natrium benzoat	MSG	Daun suji	Oil yellow AB

- a. Berdasarkan tabel di atas, jenis makanan yang paling tidak layak untuk dikonsumsi adalah produk makanan K, karena di dalamnya terkandung zat aditif yang berbahaya dan tidak diizinkan oleh BPOM seperti guinea green B dan Oil yellow OB yang merupakan pewarna berbahaya. Sakarin dan belerang dioksida adalah jenis pemanis buatan dan pengawet buatan yang diizinkan oleh BPOM meskipun penggunaannya tidak boleh berlebihan.
- b. Jenis produk makanan yang paling layak untuk dikonsumsi adalah jenis makan N. Karena tidak mengandung zat aditif berbahaya.
- c. Alternatif bahan pengganti untuk kandungan zat berbahaya pada jenis makanan K yaitu: Sakarin sebagai pemanis buatan dapat diganti dengan

gula pasir, gula kelapa, gula aren, gula lontar, atau gula bit. *Guinea green* B sebagai pewarna hijau dapat diganti dengan Daun suji atau daun pandan. Belerang dioksida sebaagai pengawet buatan dapat diganti dengan penambahan enzim misalnya enzim papain dan enzim bromelin. Oil yellom OB sebagai pewarna kuning dapat diganti dengan kunyit, bunga *Marygold*, atau wortel.

- d. Penggunaan zat aditif dapat memberikan efek negatif bagi kesehatan tubuh terutama penggunaan zat aditif buatan/kimiawi. Misalnya, penggunaan MSG secara berlebihan dapat menyebabkan penyakit yang disebut *Chinese food syndrom* yang gejalanya dapat berupa rasa pusing dan mual. Penggunaan siklamat berlebihan dapat merugikan kesehatan. Pada dosis berlebih, siklamat dapat memicu munculnya kanker kandung kemih, mutasi, dan cacat lahir.

## I. Program Remedial dan Pengayaan

Pada akhir bab peserta didik diberi uji kompetensi. Hasil tes dianalisis untuk mengetahui ketercapaian ketercapaian KKM, serta mengidentifikasi indikator-indikator mana yang belum dicapai peserta didik atau materi-materi yang belum dikuasai oleh peserta didik. Bagi peserta didik yang belum mencapai KKM diberi remedial yaitu mempelajari kembali materi yang belum dikuasai dengan dibimbing guru. Pelaksanaan remedial dilakukan satu minggu setelah tes akhir bab dijadwalkan pada waktu tertentu misalnya setelah jam sekolah berakhir selama 30 menit.

Bagi peserta didik yang sudah memenuhi KKM namun masih belum memasuki bab berikutnya, maka diberi program pengayaan misalnya melalui program pemberian tugas yang lebih menantang (*challenge*). Pelaksanaan program pengayaan dan remedial dapat dilaksanakan dalam waktu yang bersamaan.

### Materi pengayaan

#### Zat Adiktif dan Psikotropika

Pernahkah kamu mendengar istilah zat adiktif ?

Apa yang kamu pikirkan ketika mendengar istilah tersebut?

Untuk mengetahui tentang zat adiktif tersebut mari simak urain berikut ini!

#### 1. Pengertian Zat Adiktif

Zat adiktif adalah istilah untuk zat-zat yang pemakaiannya dapat menimbulkan ketergantungan fisik yang kuat dan ketergantungan psikologis yang panjang (*drug dependence*). Kelompok zat adiktif adalah narkotika (zat atau obat yang berasal dari tanaman) atau bukan tanaman, baik

sintetik maupun semisintetik, yang dapat menyebabkan penurunan atau perubahan kesadaran, mengurangi sampai menghilangkan rasa sakit, dan dapat menimbulkan ketergantungan.

## 2. Macam–Macam Zat Adiktif

### a. Ganja

Ganja atau mariyuana merupakan zat adiktif narkoba dari golongan kanabionoid. Ganja terbuat dari daun, bunga, biji, dan ranting muda tanaman mariyuana (*Cannabis sativa*) yang sudah kering.



Tanda-tanda penyalahgunaan ganja, yaitu gembira dan tertawa tanpa sebab, santai dan lemah, banyak bicara sendiri, pengendalian diri menurun, menguap atau mengantuk, tetapi susah tidur, dan mata merah, serta tidak tahan terhadap cahaya dan badan kurus karena susah makan. Tanda-tanda gejala putus obat (ganja), yaitu sukar tidur, hiperaktif, dan hilangnya nafsu makan. Tanda-tanda gejala overdosis, yaitu ketakutan, daya pikir menurun, denyut nadi tidak teratur, napas tidak teratur, dan mendapat gangguan jiwa.

### b. Opium

Opium merupakan narkotika dari golongan opioida, dikenal juga dengan sebutan candu, morfin, heroin, dan putau. Opium diambil dari getah buah mentah *Pavaper sommiverum*. Opium digunakan untuk menghilangkan rasa sakit karena luka atau menghilangkan rasa nyeri pada penderita kanker. Namun dalam dosis berlebih dapat mengakibatkan kecanduan yang akhirnya menyebabkan kematian.



Penggunaannya yang menyalahi aturan dapat menimbulkan rasa sering mengantuk, perasaan gembira berlebihan, banyak berbicara sendiri, kecenderungan untuk melakukan kerusakan, merasakan nafas berat dan lemah, ukuran pupil mata mengecil, mual, susah buang air besar, dan sulit berpikir. Jika pemakaian obat ini diputus, akan timbul hal-hal berikut: sering menguap, kepala terasa berat, mata basah, hidung berair, hilang nafsu makan, lekas lelah, badan menggigil, dan kejang-kejang. Jika pemakaiannya melebihi dosis atau overdosis, akan menimbulkan hal-hal berikut: tertawa tidak wajar, kulit lembap, napas pendek tersenggal-senggal, dan dapat mengakibatkan kematian.

### c. Kokain

Kokain termasuk ke dalam salah satu jenis dari narkotika. Kokain diperoleh dari hasil ekstraksi daun tanaman koka (*Erythroxylum coca*).

Zat ini dapat dipakai sebagai anaestetik (pembius) dan memiliki efek merangsang jaringan otak bagian sentral. Pemakaian zat ini menjadikan pemakainya suka bicara, gembira yang meningkat menjadi gaduh dan gelisah, detak jantung bertambah, demam, perut nyeri, mual, dan muntah. Seperti halnya narkotika jenis lain, pemakaian kokain dengan dosis tertentu dapat mengakibatkan kematian.



### d. Sedativa dan Hipnotika (Penenang)

Beberapa macam obat dalam dunia kedokteran, seperti pil BK dan magadon digunakan sebagai zat penenang (sedativa-hipnotika). Pemakaian sedativa-hipnotika dalam dosis kecil dapat menenangkan, sedangkan dalam dosis besar dapat membuat orang yang memakainya tertidur.



Gejala akibat pemakaiannya adalah mula-mula gelisah, mengamuk lalu mengantuk, malas, daya pikir menurun, bicara dan tindakan lambat. Jika sudah kecanduan, kemudian diputus pemakaiannya maka akan menimbulkan gejala gelisah, sukar tidur, gemetar, muntah, berkeringat, denyut nadi cepat, tekanan darah naik, dan kejang-kejang.

Jika pemakaiannya overdosis maka akan timbul gejala gelisah, kendali diri turun, banyak bicara, tetapi tidak jelas, sempoyongan, suka bertengkar, napas lambat, kesadaran turun, pingsan, dan jika pemakaiannya melebihi dosis tertentu dapat menimbulkan kematian.

### e. Nikotin

Nikotin dapat diisolasi atau dipisahkan dari tanaman tembakau. Namun, orang biasanya mengonsumsi nikotin tidak dalam bentuk zat murninya, melainkan secara tidak langsung ketika mereka merokok. Nikotin yang diisap pada saat merokok dapat menyebabkan meningkatnya denyut jantung dan tekanan darah, bersifat



karsinogenik sehingga dapat meningkatkan risiko terserang kanker paru-paru, kaki rapuh, katarak, gelembung paru-paru melebar (*emphysema*), risiko terkena penyakit jantung koroner, kemandulan, dan gangguan kehamilan.

#### f. Alkohol

Alkohol diperoleh melalui proses peragian (fermentasi) sejumlah bahan, seperti beras ketan, singkong, dan perasan anggur. Alkohol ini sudah dikenal manusia cukup lama. Salah satu penggunaan alkohol adalah untuk mensterilkan berbagai peralatan dalam bidang kedokteran.



Tanda-tanda gejala pemakaian alkohol, yaitu gembira, pengendalian diri turun, dan muka kemerahan. Jika sudah kecanduan meminum minuman keras, kemudian dihentikan maka akan timbul gejala gemetar, muntah, kejang-kejang, sukar tidur, dan gangguan jiwa. Jika overdosis akan timbul gejala perasaan gelisah, tingkah laku menjadi kacau, kendali turun, dan banyak bicara sendiri.

### 3. Dampak/ Efek yang Dapat Ditimbulkan Zat Adiktif

#### a. Efek/ Dampak Penyalahgunaan Minuman Alkohol

Alkohol dalam minuman keras dapat menyebabkan gangguan jantung dan otot syaraf, mengganggu metabolisme tubuh, membuat janin menjadi cacat, impoten serta gangguan lainnya.

#### b. Efek/ Dampak Penyalahgunaan Ganja

Zat kandungan dalam ganja yang berbahaya dapat menyebabkan daya tahan tubuh berkurang dan melemah sehingga mudah terserang penyakit dan infeksi serta memperburuk aliran darah koroner.

#### c. Efek/ Dampak Penyalahgunaan Halusinogen

Halusinogen dalam tubuh manusia dapat mengakibatkan pendarahan otak.

#### d. Efek/ Dampak Penyalahgunaan Kokain

Zat adiktif kokain jika dikonsumsi dalam jangka panjang dapat menyebabkan kekurangan sel darah putih atau anemia sehingga dapat membuat badan kurus kering. Selain itu kokain menimbulkan perforeasi sekat hidung (ulkus) dan aritma pada jantung.

#### e. Efek/ Dampak Penyalahgunaan Opiat/ Opioda

Zat opioda atau opiat yang masuk ke dalam badan manusia dapat mengganggu menstruasi pada perempuan/ wanita serta impotensi dan konstipasi khronuk pada pria/ laki-laki.

**f. Efek/ Dampak Penyalahgunaan Inhalasia**

Inhalasia memiliki dampak buruk bagi kesehatan kita seperti gangguan pada fungsi jantung, otak, dan lever.

**g. Efek/ Dampak Penyalahgunaan Non Obat dalam kehidupan sehari-hari**

Sering kita temui benda-benda yang disalahgunakan oleh banyak orang untuk mendapatkan efek tertentu yang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan. Contoh barang yang dijadikan candu antara lain seperti bensin, thinner, racun serangga, lem uhu, lem aica aibon. Efek dari penggunaan yang salah pada tubuh manusia adalah dapat menimbulkan infeksi emboli.

**Psikotropika**

Psikotropika adalah zat atau obat, baik alamiah maupun sintetik, bukan narkotika dan berkhasiat psikoaktif melalui pengaruh selektif pada susunan syaraf pusat yang menyebabkan perubahan khas pada aktivitas mental dan perilaku.

Berdasarkan fungsinya obat psikotropika dibedakan menjadi tiga yaitu obat stimulan, obat depresan, dan obat halusinogen:

- Obat stimulan adalah obat yang merangsang system saraf sehingga orang yang merasakan lebih percaya diri dan selalu waspada.
- Obat depresan (obat penenang) adalah obat yang dapat menekan system saraf sehingga pemakaiannya merasa ngantuk dan tingkat kesadarannya turun.
- Obat halusinogen adalah obat yang dapat membelokkan pikiran pemakaiannya.

**1. Macam – Macam Psikotropika**

Zat adiktif hampir semuanya termasuk ke dalam psikotropika, tetapi tidak semua psikotropika menimbulkan ketergantungan. Berikut ini termasuk ke dalam golongan psikotropika yang tidak membuat kecanduan, yaitu LSD (Lysergic Acid Diethylamide) dan amfetamin. Penyalahgunaan kedua golongan psikotropika ini sudah meluas di dunia.

**a. LSD (Lysergic Acid Diethylamide)**

LSD merupakan zat psikotropika yang dapat menimbulkan halusinasi (persepsi semu mengenai sesuatu benda yang sebenarnya tidak ada). Zat ini dipakai untuk membantu pengobatan bagi orang-orang yang mengalami gangguan jiwa atau sakit ingatan. Zat ini bekerja dengan cara



membuat otot-otot yang semula tegang menjadi rileks. Penyalahgunaan zat ini biasanya dilakukan oleh orang-orang yang menderita frustrasi dan ketegangan jiwa.

### **b. Amfetamin**

Kita seringkali mendengar pemberitaan di media massa mengenai penjualan barang-barang terlarang, seperti ekstasi dan shabu. Ekstasi dan shabu adalah hasil sintesis dari zat kimia yang disebut amfetamin. Jadi, zat psikotropika, seperti ekstasi dan shabu tidak diperoleh dari tanaman melainkan hasil sintesis. Pemakaian zat-zat tersebut akan menimbulkan gejalagejala berikut: siaga, percaya diri, euphoria (perasaan gembira berlebihan), banyak bicara, tidak mudah lelah, tidak nafsu makan, berdebar-debar, tekanan darah menurun, dan napas cepat. Jika overdosis akan menimbulkan gejala-gejala: jantung berdebar-debar, panik, mengamuk, paranoid (curiga berlebihan), tekanan darah naik, pendarahan otak, suhu tubuh tinggi, kejang, kerusakan pada ujung-ujung saraf, dan dapat mengakibatkan kematian. Jika sudah kecanduan, kemudian dihentikan akan menimbulkan gejala putus obat sebagai berikut: lesu, apatis, tidur berlebihan, depresi, dan mudah tersinggung.



## **2. Dampak Negatif Zat Psikotropika**

Orang yang menggunakan obat psikotropika akan mengalami gangguan system saraf. Beberapa di antaranya adalah sebagai berikut:

- Narkotika dapat menyebabkan rasa sakit dan membuat sensasi sehingga pemakaiannya merasa senang karena tidak terganggu masalah yang di hadapinya. Namun, penggunaan yang berlebihan dapat menyebabkan kematian.
- Kokain bersifat stimulant terhadap sistem saraf sehingga dapat meningkatkan stamina dan mengurangi kelelahan. Namun penggunaan kokain hanya sementara biasanya diikuti dengan perasan tertekan dan takut (depresi). Penggunaan yang berlebihan dapat menyebabkan pingsan atau bahkan kematian jika penggunaannya tiba-tiba dihentikan. Pecandu akan menderita penyakit dengan tanda-tanda kejang-kejang, muntah, diare, berkeringat dan sukar tidur.
- Morfin dapat menghilangkan rasa sakit. Namun, morfin menyebabkan rasa kantuk dan lesu, kebingungan, perasaan kebahagiaan yang berlebihan (euforia), dengan gangguan system pernapasan.

- Ekstasi dapat menimbulkan rasa segar dan penuh energy sehingga pemakaiannya merasa mengantuk. Namun, pemakai obat ini mengurangi keinginan untuk minum sehingga dapat mengalami dehidrasi. Penggunaan dalam waktu lama menyebabkan kehilangan daya ingat dan kemampuan menggerakkan badan.

### 3. Upaya Pencegahan Penyalahgunaan Zat Adiktif dan Psikotropika

Kita semua harus berupaya untuk terhindar dari **penyalahgunaan zat adiktif** dan psikotropika. Pencegahan penyalahgunaan zat adiktif dan psikotropika memerlukan peran bersama antara keluarga, masyarakat, dan pemerintah.

#### a. Peran Anggota Keluarga

Setiap anggota keluarga harus saling menjaga agar jangan sampai ada anggota keluarga yang terlibat dalam penyalahgunaan zat adiktif dan psikotropika. Kalangan remaja ternyata merupakan kelompok terbesar yang menyalahgunakan zat-zat tersebut. Oleh karena itu, setiap orang tua memiliki tanggung jawab membimbing anaknya agar menjadi manusia yang bertaqwa kepada Tuhan. Karena ketaqwaan inilah yang akan menjadi perisai ampuh untuk membentengi anak dari menyalahgunakan obat-obat terlarang dan pengaruh buruk yang mungkin datang dari lingkungan di luar rumah.

#### b. Peran Anggota Masyarakat

Kita sebagai anggota masyarakat perlu mendorong peningkatan pengetahuan setiap anggota masyarakat tentang bahaya penyalahgunaan obat-obat terlarang. Selain itu, kita sebagai anggota masyarakat perlu memberi informasi kepada pihak yang berwajib jika ada pemakai dan pengedar narkoba di lingkungan tempat tinggal.

#### c. Peran Sekolah

Sekolah perlu memberikan wawasan yang cukup kepada para siswa tentang bahaya penyalahgunaan zat adiktif dan psikotropika bagi diri pribadi, keluarga, dan orang lain. Selain itu, sekolah perlu mendorong setiap siswa untuk melaporkan pada pihak sekolah jika ada pemakai atau pengedar zat adiktif dan psikotropika di lingkungan sekolah. Sekolah perlu memberikan sanksi yang mendidik untuk setiap siswa yang terbukti menjadi pemakai atau pengedar narkoba.

#### d. Peran Pemerintah

Pemerintah berperan mencegah terjadinya **penyalahgunaan narkotika dan psikotropika** dengan cara mengeluarkan aturan hukum yang jelas dan tegas. Di samping itu, setiap penyalahguna, pengedar, pemasok, pengimpor, pembuat, dan penyimpan narkoba perlu diberikan sanksi atau hukuman yang membuat efek jera bagi si pelaku dan mencegah yang lain dari kesalahan yang sama.

## J. Interaksi dengan Orang Tua

Komunikasi dengan orangtua dapat dilakukan dengan informasi tentang narkotika dan bahayanya. Guru (bersama sekolah) meminta kerja sama orangtua untuk mengawasi putra-putrinya agar terhindar dari bahaya penggunaan zat adiktif.

## K. Proyek

### Tugas Proyek

1. Kumpulkan sebanyak mungkin informasi baik dari media cetak, maupun media elektronik yang berkaitan dengan dampak penggunaan zat adiktif-psikotropika.
2. Pisahkan informasi tersebut kedalam kelompok permasalahan :
  - Zat adiktif bukan narkoba dan psikotropika
  - Zat narkoba
  - Zat psikotropika
3. Selanjutnya buatlah ringkas dan analisis dari permasalahan tersebut isikan hasilnya kedalam Tabel 4.8.
4. Diskusikan bersama teman kamu tentang:
  - dampak penggunaan zat adiktif, psikotropika yang berlebihan dan dalam waktu lama bagi kesehatan
  - pencegahan dampak negatif penggunaan zat adiktif-psikotropika bagi generasi muda.
  - simpulkan dampak negatif zat adiktif-psikotropika bagi kesehatan!
5. Presentasikan hasil kerja kamu di depan kelas.

Tabel 4.8 Macam Zat Adiktif-Psikotropika

No	Kegunaan zat adiktif- psikotropika	Jenis makan an minuman yang ditambah zat adiktif, psikotropika	Nama zat adiktif, psikotropika	Zat adiktif, psikotropika alami, buatan	Bahan baku zat adiktif, psikotropika	Dampak negatif	Alternatif pencegahan penggunaan zat adiktif- psikotropika
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							

Tabel 4.8 Macam Zat Adiktif-Psikotropika

No	Kegunaan zat adiktif- psikotropika	Jenis makanan minuman yang ditambah zat adiktif, psikotropika	Nama zat adiktif, psikotropika	Zat adiktif, psikotropika alami, buatan	Bahan baku zat adiktif, psiko tropika	Dampak negatif	Alternatif pencegahan penggunaan zat adiktif- psikotropika
1.	sebagai diuretik (perangsang air seni)	Teh	Theine	Alami	Daun teh	Sering buang air kecil	Membatasi jumlah konsumsi
2.	Sebagai Stimulan	Kopi	Kafein	Alami	Biji Kopi	Jantung berdebar	Membatasi Jumlah Konsumsi

# Bab VII

## Sistem Transportasi

### A. Pengantar

Bab VII pada buku ini memuat materi **Sistem Transportasi**. Selama proses kehidupannya, di dalam tubuh makhluk hidup terjadi proses transportasi. Tujuan dari proses ini adalah untuk mengedarkan nutrisi ataupun oksigen dari satu bagian tubuh ke bagian tubuh yang lainnya. Tumbuhan ataupun hewan memanfaatkan organ ataupun jaringan yang terdapat pada tubuhnya untuk menjalankan sistem transportasi ini. Pada Bab ini akan membahas mengenai sistem transportasi pada tumbuhan dan manusia serta sistem respirasi.

### B. KI dan KD pada Materi Sistem Pencernaan Makanan

Berikut ini adalah KI, KD dan Indikator Pencapaian Kompetensi Bab VII tentang Sistem Transportasi. KI dan KD yang diambil dari Lampiran Permen Dikbud No. 68 Tahun 2013. Indikator Pencapaian Kompetensi yang tercantum pada buku ini dapat lebih dikembangkan lagi oleh guru.

**Tabel 7.1** KI, KD dan Indikator Pencapaian Kompetensi Bab VII tentang Sistem Transportasi

<b>Kompetensi Inti</b>	3. Memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata
<b>Kompetensi Dasar</b>	3.8 Memahami tekanan pada zat cair dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari untuk menjelaskan tekanan darah, difusi pada peristiwa respirasi, dan tekanan osmosis
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
3.8.1 Mengidentifikasi jaringan yang berperan dalam sistem transportasi tumbuhan. 3.8.2 Mendeskripsikan proses transportasi pada tumbuhan. 3.8.3 Mendeskripsikan sel darah.	

<p>3.8.4 Menyebutkan organ yang berperan dalam sistem peredaran darah.</p> <p>3.8.5 Mendeskripsikan proses peredaran darah.</p> <p>3.8.7 Mengaitkan konsep tekanan pada zat cair (hukum pascal) dengan aliran dan tekanan darah.</p> <p>3.8.8 Menjelaskan gangguan yang terjadi pada sistem peredaran darah.</p> <p>3.8.9 Mengaitkan struktur dan fungsi sistem pernapasan manusia.</p> <p>3.8.10 Mendeskripsikan mekanisme pernapasan.</p> <p>3.8.11 Menjelaskan gangguan yang terjadi pada sistem pernapasan.</p> <p>3.8.12 Menjelaskan keterkaitan antara sistem pernapasan dengan sistem peredaran darah.</p>	
<b>Kompetensi Inti</b>	4. Mengolah, menyaji, dan menalar dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori
<b>Kompetensi Dasar</b>	4.8 Melakukan percobaan untuk menyelidiki tekanan cairan pada kedalaman tertentu, gaya apung, kapilaritas (menyelidiki transport cairan dalam batang tumbuhan) dan tekanan cairan pada ruang tertutup
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
<p>4.8.1 Menyelidiki tekanan zat cair pada kedalaman tertentu</p> <p>4.8.2 Menyelidiki tekanan zat cair pada ruang tertutup</p> <p>4.8.3 Melakukan percobaan untuk membuktikan persamaan besar gaya apung.</p>	

## C. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada bab VII ini, peserta didik diharapkan dapat melakukan hal-hal berikut.

1. Mengidentifikasi jaringan yang berperan dalam sistem transportasi tumbuhan.
2. Mendeskripsikan proses transportasi pada tumbuhan.
3. Mendeskripsikan organ dan proses peredaran darah manusia.
4. Mendeskripsikan aliran dan tekanan darah.
5. Mengaitkan konsep tekanan pada zat cair (hukum pascal) dengan aliran dan tekanan darah.
6. Menjelaskan gangguan yang terjadi pada sistem peredaran darah
7. Mendeskripsikan organ dan proses respirasi manusia.
8. Menjelaskan gangguan yang terjadi pada sistem pernapasan.
9. Menjelaskan keterkaitan antara sistem pernapasan dengan sistem peredaran darah.

## D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab VII tentang Sistem Transportasi memerlukan waktu 13 jam atau 5 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/ minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 5 TM tersebut adalah sebagai berikut

Tabel 7.2. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pertemuan ke	Materi	JP
1	Sistem Transportasi pada Tumbuhan <ul style="list-style-type: none"><li>Mengidentifikasi jaringan yang berperan dalam sistem transportasi tumbuhan dengan mengkaji ulang percobaan “Penyelidikan Transport pada Tanaman” pada bagian “Ayo Kita Coba” yang terdapat pada Bab 3.</li></ul>	3 jp
2	Darah <ul style="list-style-type: none"><li>Mengidentifikasi komponen penyusun darah dengan menggunakan model tiruan darah.</li></ul>	2 jp
3	Organ Peredaran Darah <ul style="list-style-type: none"><li>Menghitung denyut nadi</li></ul>	3 jp
4	Organ-organ Pernapasan pada Manusia <ul style="list-style-type: none"><li>Mengidentifikasi organ-organ pernafasan pada manusia.</li></ul>	2 jp
5	Mekanisme Pernapasan pada Manusia dan Gangguan pada Sistem Pernapasan <ul style="list-style-type: none"><li>Melakukan percobaan “Pernapasan Dada dan Pernapasan perut”</li></ul>	3 jp
6	Tes Tulis	2 jp

## E. Materi Esensial

### 1. Sistem Transportasi pada Tumbuhan

#### a. Jaringan yang Berperan dalam Proses Transportasi Tumbuhan

Jaringan yang berperan dalam proses transportasi tumbuhan adalah xilem dan floem. Xilem berfungsi untuk mengangkut air dan mineral dari tanah ke daun sedangkan floem berfungsi untuk mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan. Xilem dan floem yang ada di akar bersambungan dengan xilem dan floem pada seluruh bagian tubuh tumbuhan.

## b. Proses Transport Air dan Hasil fotosintesis pada Tumbuhan

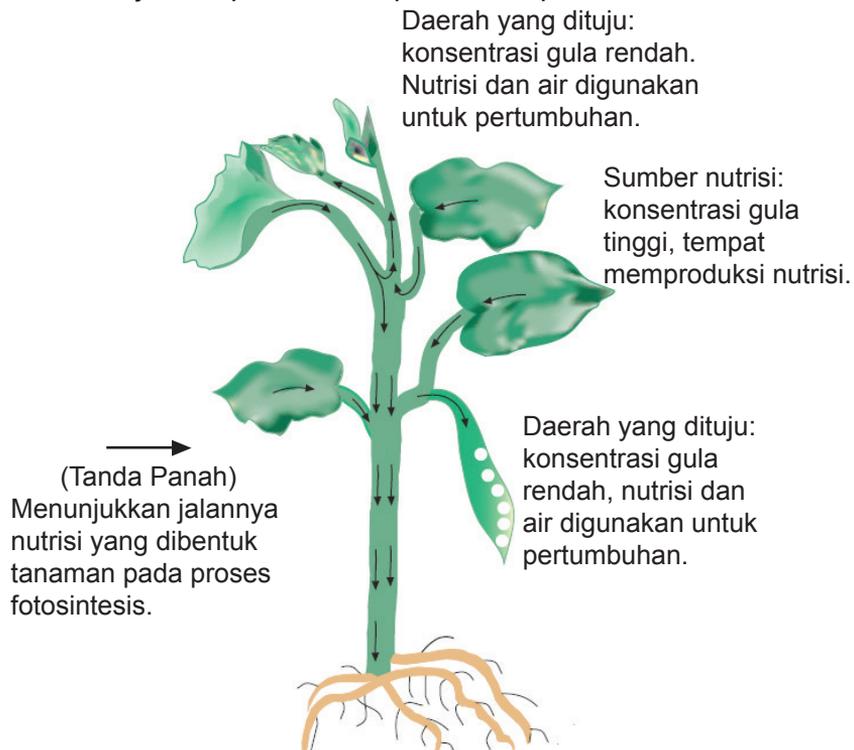
### 1) Transportasi Air dan mineral

Pertama-tama, air diserap oleh rambut-rambut akar. Kemudian, air dan mineral akan masuk ke sel epidermis melalui proses osmosis. Selanjutnya, air dan mineral akan melewati korteks. Dari korteks air kemudian melewati endodermis dan perisikel. Selanjutnya air masuk ke jaringan xilem yang berada di akar. Setelah tiba di xilem akar air dan mineral bergerak ke xilem batang serta ke xilem daun.

Epidermis → Korteks → Endodermis → Perisikel → Xilem

### 2) Transportasi Hasil fotosintesis

Perjalanan zat-zat hasil fotosintesis dimulai dari stempat terjadinya fotosintesis misalnya daun yakni daerah yang memiliki konsentrasi gula tinggi ke bagian tanaman lain yang dituju yakni daerah yang memiliki konsentrasi gula rendah. Gambar 7.1 menunjukkan proses transport nutrisi pada tumbuhan.



Sumber: Parravano, et al. 2006

Gambar 7.1 Transport Nutrisi pada Tumbuhan

## 2. Transportasi pada manusia

### a. Komponen Darah

Darah tersusun atas plasma, sel darah merah, sel darah putih, dan keping-keping darah. Kurang lebih 55% bagian dari darah adalah plasma. Gambar 7.3 menunjukkan komponen penyusun darah.

#### 1) Sel Darah Merah (*eritrosit*)

Eritrosit berbentuk bulat pipih dengan bagian tengahnya cekung (bikonkaf). Sel darah merah tidak memiliki inti sel. Eritrosit berfungsi untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke sel-sel seluruh tubuh.

#### 2) Sel Darah Putih (*Leukosit*)

Sel darah putih memiliki bentuk yang tidak tetap atau bersifat amuboid dan mempunyai inti sel. Fungsi utama dari sel darah putih adalah melawan kuman/bibit penyakit yang masuk ke dalam tubuh dan membentuk antibodi.

Berdasarkan ada tidaknya butir-butir kasar (granula) dalam sitoplasma, leukosit dapat dibedakan menjadi granulosit dan agranulosit. Leukosit jenis granulosit terdiri atas eosinofil, basofil dan netrofil. Agranulosit terdiri atas limfosit dan monosit.

#### 3) Keping Darah (*Trombosit*)

Bentuk trombosit beraneka ragam, yaitu bulat, oval, dan memanjang. Trombosit tidak berinti sel dan bergranula. Keping darah sangat berhubungan dengan proses mengeringnya luka, sehingga tidak heran jika ada yang menyebut keping darah dengan **sel darah pembeku**.

#### 4) Plasma Darah

Plasma darah merupakan cairan darah yang sebagian besar terdiri atas air (92%).

### b. Fungsi Darah

- 1) Menjaga kestabilan suhu tubuh
- 2) Sistem kekebalan tubuh.
- 3) Alat transportasi nutrisi dan sisa metabolisme
- 4) Alat transportasi  $O_2$

## 3. Organ Peredaran Darah

### a. Alat Transportasi (Peredaran Darah) pada Manusia

Organ yang berperan dalam sistem peredaran darah manusia sebagai berikut.

### 1) Jantung

Jantung merupakan salah satu organ penting tubuh manusia. Seperti pompa, jantung berfungsi memompa darah, sehingga darah dapat diedarkan ke seluruh tubuh. Besar jantung manusia adalah sekepalan tangan.

Jantung terdiri atas 4 ruangan, yaitu serambi (atrium) kiri, serambi kanan, bilik (ventrikel) kiri, dan bilik kanan. Serambi jantung berada di sebelah atas sedangkan bilik jantung di sebelah bawah. Bagian-bagian jantung ditunjukkan pada Gambar 7.4.

### 2) Pembuluh Darah

Pembuluh darah dibedakan menjadi dua, yaitu pembuluh nadi (arteri) dan pembuluh balik (vena). Arteri merupakan pembuluh darah yang mengalirkan darah keluar jantung, sedangkan vena mengalirkan darah masuk ke dalam jantung. Perbedaan antara pembuluh arteri dan vena ditunjukkan pada Tabel 7.2.

**Tabel 7.2** Perbedaan Pembuluh Arteri dan Vena

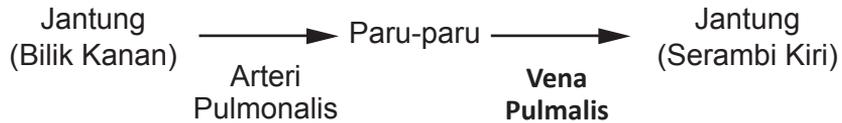
Pembeda	Pembuluh Nadi (Arteri)	Pembuluh Balik (Vena)
Tempat	Agak tersembunyi di dalam tubuh	Dekat dengan permukaan tubuh, tampak kebiru-biruan
Dinding Pembuluh	Tebal, kuat, elastis	Tipis dan tidak elastis
Aliran Darah	Meninggalkan jantung	Menuju jantung
Denyut	Terasa	Tidak terasa
Katup	Satu pada pangkal jantung	Banyak di sepanjang pembuluh
Darah yang Keluar dari Pembuluh	Darah memancar	Darah tidak memancar

### b. Proses Peredaran Darah Besar dan Kecil pada Manusia

Peredaran darah manusia termasuk peredaran darah tertutup karena darah selalu beredar di dalam pembuluh darah. Setiap beredar, darah melewati jantung dua kali sehingga disebut peredaran darah ganda. Pada peredaran darah ganda tersebut dikenal peredaran darah kecil dan peredaran darah besar. Peredaran darah kecil dan peredaran darah besar ditunjukkan pada Gambar 7.2.

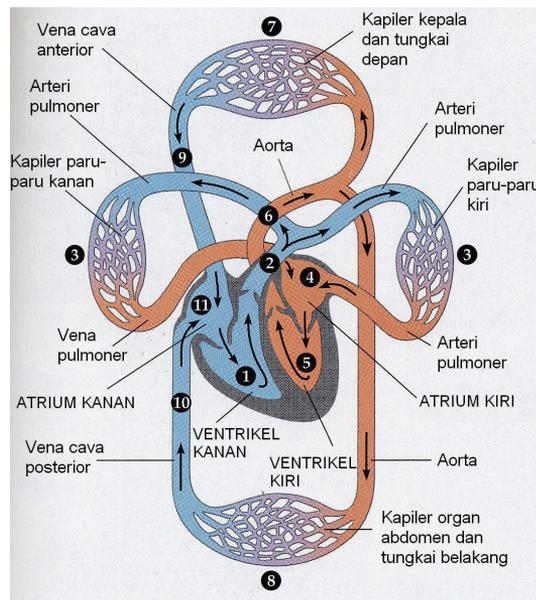
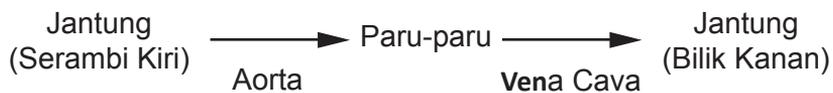
### 1) Peredaran Darah Kecil

Peredaran darah kecil merupakan peredaran darah yang dimulai dari jantung menuju ke paru-paru kemudian kembali lagi ke jantung.



### 2) Peredaran Darah Besar

Peredaran darah besar adalah peredaran darah dari jantung ke seluruh tubuh kemudian kembali ke jantung lagi.



Sumber: Reece, Jane B, et al. 1999

Gambar 7.2 Peredaran Darah Besar dan Kecil

### c. Gangguan pada Sistem Peredaran Darah

Ada beberapa gangguan yang terjadi pada sistem peredaran darah manusia.

### 1) Serangan Jantung

Serangan jantung terjadi jika arteri koronaria yang terdapat pada jantung tidak dapat menyuplai darah yang cukup ke sel-sel jantung. Arteri koronaria merupakan pembuluh darah yang menyuplai sel-sel otot jantung dengan darah yang mengan oksigen dan nutrisi. Kondisi ini dapat terjadi karena arteri koronaria tersumbat oleh lemak atau kolesterol.

### 2) Stroke

Stroke merupakan suatu penyakit yang terjadi karena matinya jaringan di otak yang disebabkan karena kurangnya asupan oksigen di otak. Hal ini terjadi jika pembuluh darah pada otak tersumbat atau salah satu pembuluh darah di otak pecah.

## 4. Organ Pernapasan Beserta Fungsinya

Bernapas merupakan proses memasukkan gas oksigen ( $O_2$ ) ke dalam tubuh dan mengeluarkan gas karbondioksida (gas sisa pembakaran) ke luar tubuh manusia. Organ-organ yang berperan dalam sistem respirasi adalah sebagai berikut.

### a. Hidung

Rongga hidung merupakan organ pernapasan yang langsung berhubungan dengan udara. Pertama kali, udara pernapasan masuk ke rongga hidung. Rongga hidung dilengkapi dengan bulu-bulu hidung, indra pembau, selaput lendir, dan *konka*.

- Rambut-rambut hidung, berfungsi untuk menyaring partikel debu atau kotoran yang masuk bersama udara.
- Indra pembau, membuat hidung dapat mencium bau yang terdapat di sekitar kita.
- Selaput lendir, berfungsi untuk memerangkap benda asing yang masuk terhirup saat bernafas.
- *Konka* mempunyai banyak kapiler darah. Kapiler darah ini berfungsi untuk menyamakan suhu yang terhirup dari luar dengan suhu tubuh atau menghangatkan udara yang masuk ke paru-paru.

### b. Pangkal Tenggorok (Faring)

Udara yang hangat dan lembab dari rongga hidung selanjutnya masuk ke faring. Faring merupakan hulu kerongkongan yang merupakan percabangan dua saluran, yaitu saluran pernapasan (*nasofarings*) pada bagian depan dan saluran pencernaan (*orofarings*) pada bagian belakang.

**c. Batang Tenggorok (Trakea)**

Udara yang telah masuk ke saluran pernapasan (*nasofaring*) selanjutnya masuk ke batang tenggorok (*trakea*). Fungsinya, untuk menyediakan tempat bagi udara yang dibawa masuk dan udara yang dikeluarkan.

**d. Cabang Batang Tenggorok (Bronkus)**

Udara yang telah masuk ke trakea selanjutnya masuk ke bronkus. Saluran ini menghubungkan antara trakea dengan paru-paru.

**e. Anak Cabang Batang Tenggorok (Bronkiolus)**

Bronkiolus merupakan percabangan dari bronkus. Jadi udara dari bronkus, selanjutnya masuk ke bronkiolus.

**f. Paru-paru (Pulmo)**

Selanjutnya udara pernapasan masuk ke dalam paru-paru. Pada paru-paru terdapat alveolus. Pada alveolus ini terjadi pertukaran (difusi) antara oksigen dengan karbondioksida.

**5. Mekanisme Pernapasan pada Manusia dan Gangguan pada Sistem Pernapasan**

**a. Mekanisme Pernapasan Dada dan Perut**

Pada pernapasan dada, otot yang berperan adalah otot interkostalis atau otot antar tulang rusuk, sedangkan pada pernapasan perut otot yang berperan adalah otot diafragma. Proses yang terjadi pada pernapasan dada dan perut adalah sebagai berikut.

**1) Pernapasan Dada**

**(a) Saat inspirasi (udara dihirup)**

Otot interkostalis berkontraksi → tulang rusuk terangkat → rongga dada membesar → tekanan udara dalam dada menurun → paru-paru mengembang → tekanan udara dalam paru-paru lebih rendah daripada tekanan luar sehingga udara masuk ke paru-paru.

**(b) Saat ekspirasi (udara dihembuskan)**

Otot interkostalis berelaksasi → tulang rusuk turun → rongga dada mengecil → tekanan udara dalam dadameningkat → paru-paru mengempis → tekanan udara dalam paru-paru lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan udara luar sehingga udara keluar dari paru-paru.

## 2) Pernapasan Perut

### (a) Saat inspirasi (udara dihirup)

Otot diafragma berkontraksi → diafragma menjadi datar → rongga dada membesar → paru-paru mengembang → tekanan udara dalam paru-paru lebih rendah daripada tekanan udara luar sehingga udara masuk ke paru-paru.

### (b) Saat ekspirasi (udara dihembuskan)

Otot diafragma berelaksasi → diafragma melengkung ke arah rongga dada → rongga dada mengecil → paru-paru mengempis → tekanan dalam paru-paru lebih tinggi dari tekanan udara luar sehingga udara keluar dari paru-paru.

## b. Gangguan pada Sistem Pernapasan

### 1) Asma

Asma merupakan salah satu kelainan yang menyerang saluran udara pernapasan. Beberapa hal yang menyebabkan terjangkitnya asma antara lain, asap rokok, debu, bulu hewan peliharaan, dan lain-lain. Benda-benda yang merupakan zat pemicu alergi (alergen) tersebut menyebabkan terjadinya pembengkakan pada jalan udara. Pembengkakan yang terjadi pada saluran pernapasan menyebabkan penderita menjadi kesulitan untuk menghirup cukup oksigen.

### 2) Pneumonia

Pneumonia merupakan infeksi yang terjadi pada paru-paru. Pada paru-paru penderita pneumonia terdapat cairan yang kental. Cairan tersebut dapat mengganggu pertukaran gas pada paru-paru. Hal ini menyebabkan oksigen yang diabsorpsi oleh darah menjadi kurang.

### 3) Kekurangan Oksigen

Penyebab terjadinya kekurangan oksigen adalah tersedak dan menghirup gas karbon monoksida (CO). Pada saat tersedak, oksigen tidak dapat disuplai ke paru-paru dengan lancar, sehingga paru-paru akan kekurangan oksigen. Gas karbonmonoksida ini memiliki sifat lebih reaktif dengan darah dibanding O<sub>2</sub>.

### 4) Tuberculosis (TBC)

Penyakit ini disebabkan oleh infeksi bakteri *Bacillus tuberculosis* pada paru-paru. Infeksi bakteri inilah yang menyebabkan terjadinya radang paru-paru. Selain itu, penyakit ini juga menyebabkan alveolus mengandung banyak cairan sehingga mengganggu proses difusi antara oksigen dan karbondioksida.

### 5) Kanker Paru-paru

Kanker paru-paru terjadi karena tumbuhnya sel-sel yang tidak terkendali pada paru-paru. Jaringan kanker akan mendesak alveolus sehingga tidak berfungsi.

### 6) Influenza

Flu merupakan penyakit yang disebabkan oleh infeksi virus influenza. Gejala yang ditimbulkan antara lain pilek, yaitu hidung tersumbat, bersin-bersin, dan rongga hidung terasa gatal. Dengan kondisi hidung tersumbat, akan menyebabkan penderita influenza akan kesulitan untuk bernapas.

## F. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab VII tentang Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan serta Pemanfaatannya dalam Teknologi, guru dapat menerapkan pembelajaran *Problem Base Learning* (PBL), *Inquiry*, atau *Learning Cycle*, atau model pembelajaran lain, yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

### Pertemuan 1 (3 JP)

#### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi dan motivasi dengan mengaitkan kegiatan “Ayo Kita Coba” yang berjudul “Penyelidikan Transport pada Tanaman” yang terdapat pada Bab 3 dengan materi yang akan dipelajari oleh peserta didik pada Bab ini.  
Selanjutnya guru mengajukan pertanyaan, “pada percobaan tersebut, coba ingat kembali jaringan apa saja yang berperan dalam sistem pengangkutan pada tumbuhan?”
2. Guru menyampaikan kepada peserta didik tujuan pembelajaran yang tertera pada kegiatan ‘Ayo Kita Pelajari!’. Tujuan pembelajaran tersebut adalah sebagai berikut.
  - a. Sistem Transportasi pada Makhluk Hidup.
  - b. Sistem Transportasi pada Tumbuhan.
  - c. Sistem Transportasi pada Manusia.
3. Guru menyampaikan kepada peserta didik nilai yang diperoleh setelah mempelajari bab VII ini yang tertera pada ‘Mengapa penting?’ yang berbunyi, “Agar kita mengetahui sistem transportasi yang terjadi pada manusia dan tumbuhan, sehingga kita dapat mengetahui proses pengangkutan oksigen, nutrisi serta sisa metabolisme yang terjadi pada tubuh tumbuhan dan manusia”.

4. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa kegiatan yang akan dilakukan pada pertemuan hari ini ada 2, yaitu mengidentifikasi jaringan yang berperan dalam sistem transportasi tumbuhan dengan mengkaji ulang percobaan “Penyelidikan Transport pada Tanaman” pada bagian “Ayo Kita Coba” yang terdapat pada Bab 3 dan menjawab pertanyaan pada bagian ‘Ayo Kita Diskusikan’.

### Inti

1. Secara berkelompok peserta didik mengidentifikasi jaringan yang berperan dalam sistem transportasi tumbuhan dengan mengkaji ulang percobaan “Penyelidikan Transport pada Tanaman” pada bagian “Ayo Kita Coba” yang terdapat pada Bab 3. Melalui kegiatan ini diharapkan peserta didik dapat mengetahui jaringan yang terlibat dalam sistem transportasi tumbuhan.
2. Guru membimbing peserta didik untuk memahami konsep tentang mekanisme transportasi air dan nutrisi pada tumbuhan.
3. Guru membimbing peserta didik untuk menjawab pertanyaan yang ada pada bagian ‘Ayo Kita Diskusikan’. Setelah menjawab pertanyaan ini diharapkan peserta didik dapat mengetahui bagaimana proses pengangkutan yang terjadi pada tumbuhan yang sangat tinggi.

### Ayo Kita Diskusikan

Bagaimana tumbuhan yang tinggi dapat mengangkut air yang ada di dalam tanah menuju daun yang letaknya dapat mencapai jarak lebih dari 10 m dari akar?

### Alternatif Jawaban “Ayo Kita Diskusikan”

Air tanah yang diserap oleh akar dapat mencapai bagian tubuh tertinggi tumbuhan disebabkan oleh beberapa hal.

1. Tekanan akar  
Tekanan akar ini terjadi jika proses transpirasi tumbuhan tidak terjadi (terjadi tetapi dalam jumlah sangat kecil), misalnya pada malam hari. Pada kondisi ini sel-sel akar terus memompakan ion-ion mineral ke dalam stele. Sementara itu, endodermis membantu mencegah ion-ion tersebut bocor ke luar. Akumulasi mineral-mineral yang terjadi akan menurunkan potensial air di dalam stele. Air yang masuk dari korteks akar menghasilkan **tekanan akar**.
2. Daya kapilaritas batang  
Sifat ini seperti yang terdapat pada pipa kapiler. Pipa kapiler memiliki bentuk hampir menyerupai sedotan akan tetapi memiliki diameter sangat kecil. Apabila salah satu ujung pipa kapiler ini dimasukkan ke dalam air, maka air

yang berada pada pipa tersebut akan lebih tinggi daripada air yang berada di sekitar pipa kapiler. Begitu pula pada batang tanaman, air yang berada pada batang tanaman akan lebih tinggi apabila dibandingkan dengan air yang berada pada tanah.

Daya kapilaritas batang dipengaruhi oleh adanya gaya **kohesi** dan **adhesi**. Kohesi merupakan kecenderungan suatu molekul untuk dapat berikatan dengan molekul lain yang sejenis. Sedangkan adhesi adalah kecenderungan suatu molekul untuk dapat berikatan dengan molekul lain yang sejenis.

Melalui gaya adhesi, molekul air membentuk ikatan yang lemah dengan dinding pembuluh. Sedangkan melalui gaya kohesi akan terjadi ikatan antara satu molekul air dengan molekul air yang lainnya. Hal ini akan menyebabkan terjadinya tarik menarik antara molekul air yang satu dengan molekul air yang lainnya.

### 3. Transpirasi

Transpirasi merupakan proses keluarnya uap air yang terdapat di dalam daun melalui stomata. Proses ini terjadi apabila lingkungan sekitar tumbuhankering atau jumlah uap air di lingkungan rendah, maka akan terjadi difusi uap air ke lingkungan sekitar tumbuhan.

## Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan tentang materi yang dipelajari pada hari ini. Materi yang harus disimpulkan oleh peserta didik adalah jaringan yang berperan dalam proses transportasi dan proses transport air dan nutrisi pada tumbuhan.

### a. Jaringan yang Berperan dalam Proses Transportasi Tumbuhan

Jaringan yang berperan dalam proses transportasi tumbuhan adalah xilem dan floem.

### b. Proses Transport Air dan Nutrisi pada Tumbuhan

#### 1) Transportasi Air

Berikut ini jalur transportasi air pada tumbuhan.

Epidermis → Korteks → Endodermis → Perisikel → Xilem

#### 2) Transportasi Nutrisi

Perjalanan hasil fotosintesis dimulai dari sumber yaitu daun (daerah yang memiliki konsentrasi gula tinggi) ke bagian tanaman lain yang dituju (daerah yang memiliki konsentrasi gula rendah). Gambar 7.1 menunjukkan proses transport nutrisi pada tumbuhan.

2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya, yaitu tentang sistem transportasi pada manusia.

## **Pertemuan kedua (2JP)**

### **Pendahuluan**

1. Guru melakukan apersepsi dengan memberikan pertanyaan sebagai berikut.
  - Pernahkah bagian tubuhmu terluka, misalnya karena terjatuh atau terkena benda tajam seperti pisau atau paku?
  - Apakah bagian tubuh yang terluka tersebut mengeluarkan sesuatu? Apa warnanya?
  - Tahukah kamu apakah nama cairan yang dikeluarkan oleh bagian tubuhmu tersebut?
2. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa ada 2 kegiatan yang akan diselesaikan pada pertemuan hari ini, yaitu percobaan yang berjudul “Komponen Penyusun Darah” pada bagian ‘Ayo Kita Lakukan’ serta mendiskusikan pertanyaan pada kegiatan ‘Ayo Kita Diskusikan’

### **Inti**

1. Guru membimbing peserta didik untuk memahami materi tentang komponen-komponen penyusun darah.
2. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan praktikum Model Tiruan Darah pada kegiatan ‘Ayo Kita Lakukan’. Kegiatan yang akan dilakukan peserta didik adalah membuat model tiruan darah. Setelah menyelesaikan kegiatan percobaan, peserta didik dibimbing untuk menjawab pertanyaan yang terdapat pada bagian tersebut. Melalui kegiatan ini diharapkan peserta didik dapat memahami komponen-komponen penyusun darah. Untuk menunjang ketercapaian KI 2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar melakukan percobaan ini dengan hati-hati, cermat dan teliti.

### **Ayo Kita Lakukan**

#### **Model Tiruan Darah**

Kamu dapat membuat model tiruan darah dengan menggunakan campuran dari minyak goreng, air dan pewarna kue (warna merah).

#### **Apa yang kamu perlukan?**

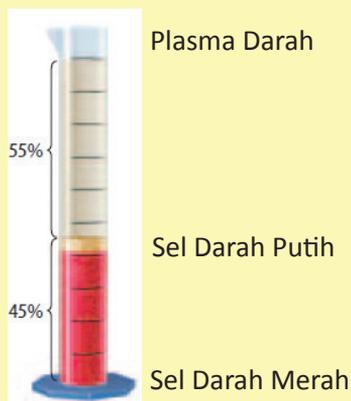
1. Tabung reaksi
2. Pipet tetes
3. Gelas ukur
4. Minyak goreng
5. Air
6. Pewarna makanan

### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Bentukkan satu kelompok yang terdiri dari tiga orang.
2. Tuangkan 5 ml minyak goreng ke dalam tabung reaksi. Gunakan gelas ukur untuk mengukur volume minyak goreng. **Lakukan pengukuran dengan cermat dan teliti.**
3. Tuangkan 5 ml air ke dalam tabung reaksi. Gunakan gelas ukur untuk mengukur volume air. **Lakukan pengukuran dengan cermat dan teliti.**
4. Tambahkan beberapa tetes zat warna kue pada campuran air dan minyak goreng.
5. Tutuplah ujung tabung reaksi dengan cara menyumbat bagian mulut tabung reaksi menggunakan ibu jari.
6. Kocoklah beberapa saat hingga seluruh komponen tercampur dengan cukup sempurna. **Lakukan dengan hati-hati agar tabung reaksi tidak terjatuh.**
7. Diamkan tabung reaksi beberapa saat, biarkan hingga larutan terpisah.
8. Gambarlah pada buku IPA kamu lapisan yang terbentuk pada campuran minyak goreng, air dan pewarna makanan!
9. Analogkan setiap lapisan larutan yang terbentuk dengan bagian-bagian darah.
10. Buatlah laporan hasil kegiatan kegiatan bersama kelompokmu. Kemudian presentasikan di depan kelas.

### Alternatif Jawaban “Ayo Kita Lakukan” Komponen Penyusun Darah

Berikut ini gambar komponen penyusun darah.



Hasil dari percobaan tentang Komponen Penyusun Darah seperti ditunjukkan pada Gambar 7.3. Pada bagian paling atas adalah minyak goreng, pada komponen darah minyak goreng dianalogkan sebagai plasma darah. Pada lapisan berikutnya adalah air yang berwarna merah pada komponen darah air berwarna merah dianalogkan sebagai sel darah merah.

Sumber: Harter, Penny, et al. 1996. *Life Science*

Gambar 7.3 Komponen Penyusun Darah

3. Guru membimbing peserta didik mendiskusikan pertanyaan pada kegiatan ‘Ayo Kita Diskusikan’ untuk merumuskan fungsi darah. Melalui kegiatan ini diharapkan peserta didik dapat mengetahui fungsi darah.

## ✓ Ayo Kita Diskusikan

Salah satu fungsi darah adalah menjaga stabilitas suhu tubuh (termoregulasi). Dapatkah kamu menuliskan beberapa fungsi darah yang lainnya?

### Alternatif Jawaban “Ayo Kita Diskusikan”

Ada beberapa fungsi sel darah merah selain menjaga kestabilan suhu tubuh.

#### 1. Sistem kekebalan tubuh

Fungsi ini diperankan oleh sel darah putih (leukosit). Sel darah putih melindungi tubuh dari infeksi melalui berbagai macam cara. Beberapa leukosit memfagosit sel bakteri dalam tubuh dan memproduksi antibodi. Leukosit dapat menyelip diantara sel-sel yang membentuk dinding pembuluh darah kecil. Pergerakan itu disebut diapedesis yang memungkinkan sel-sel darah putih untuk meninggalkan sirkulasi darah. Selanjutnya protein tertentu akan membantu leukosit ini menuju ke daerah yang terluka. Pada saat berada di luar pembuluh darah, sel darah putih akan melakukan gerak ameboid sehingga dapat berpindah tempat.

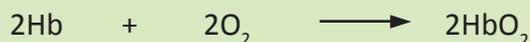
Leukosit fagositik yang paling aktif bergerak adalah neutrofil dan monosit. Meskipun neutrofil tidak mampu untuk menelan partikel jauh lebih besardari sel-sel bakteri, monosit dapat menelan struktur yang lebih besar. Monosit mengandung banyak lisosom, diisi dengan enzim pencernaan yang memecah molekul organik pada bakteri yang ditangkap.

Ketika mikroorganismenyerang jaringan manusia, basofil merespon dengan melepaskan reaksi kimia yang dapat melebarkan pembuluh darah lokal. Misalnya, histamin melebarkan pembuluh darah kecil dan membuat pembuluh terkecil bocor. Saat darah mengalir lebih melalui pembuluh terkecil, jaringan memerah dan cairan yang berlebihan bocor ke ruang interstisial. Pada kondisi ini akan terjadi reaksi pembengkakan/ reaksi inflamasi. Reaksi ini berfungsi untuk menghasilkan penundaan penyebaran serangan mikroorganismen ke daerah lain. Pada saat yang sama, sel-sel yang rusak melepaskan bahan kimia yang menarik leukosit. Sehingga terjadi pergerakan sel darah putih ke dalam daerah yang meradang dengan cepat. Pada kondisi ini sering terbentuk nanah di daerah yang mengalami inflamasi. Nanah sebenarnya adalah bakteri, leukosit, dan sel-sel yang rusak menumpuk di daerah inflamasi.

#### 2. Alat transportasi nutrisi dan sisa metabolisme

#### 3. Alat transportasi O<sub>2</sub>.

Bagian darah yang berfungsi sebagai alat transportasi O<sub>2</sub> hemoglobin. Oksigen diambil dari udara pernapasan yang ada di paru-paru kemudian diedarkan ke seluruh tubuh. Berikut ini adalah reaksi pengikatan oksigen oleh hemoglobin.



## Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan tentang materi yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini. Materi yang harus disimpulkan oleh peserta didik adalah komponen darah dan fungsi darah.
  - a. Komponen Darah  
Darah tersusun atas plasma, sel darah merah, sel darah putih, dan keping-keping darah. Kurang lebih 55% bagian dari darah adalah plasma. Gambar 7.3 menunjukkan komponen penyusun darah.
  - b. Fungsi Darah
    - 1) Menjaga kestabilan suhu tubuh
    - 2) Sistem kekebalan tubuh.
    - 3) Alat transportasi nutrisi dan sisa metabolisme
    - 4) Alat transportasi  $O_2$
2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi “Alat Transportasi Manusia”. Materi ini yang akan dipelajari oleh peserta didik pada pertemuan selanjutnya.

## Pertemuan ke 3 (3 JP)

### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi dengan mengajak peserta didik untuk menjawab pertanyaan yang terdapat pada bagian “Ayo Tebak”.



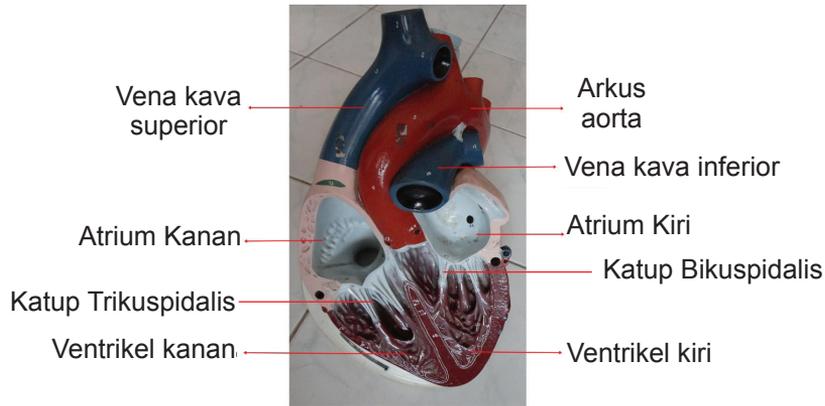
Hampir  $\pm 70\%$  bagian tubuh manusia tersusun atas cairan. Salah satu cairan pada tubuh manusia adalah darah. Darah dipompakan ke seluruh bagian tubuh manusia oleh suatu organ. Organ tersebut merupakan salah satu organ utama yang berperan dalam sistem peredaran darah. Organ ini berfungsi untuk memompa darah ke seluruh bagian tubuh manusia, termasuk memompa darah ke seluruh ruangan yang ada pada organ tersebut.

Jika kamu ingin merasakan kerja dari organ tersebut, coba sekarang pegang dadamu. Apa yang dapat kamu rasakan? Adakah bagian yang berdetak?

Tahukah kamu, apa nama organ tersebut? Jika kamu telah berhasil menebaknya, gambarkan bagian yang berdetak tersebut pada buku IPA mu!

### Alternatif Jawaban “Ayo Tebak”

Bagian tersebut adalah jantung. Berikut ini adalah gambar jantung beserta bagian-bagiannya.



Sumber: Dokumen Kemendikbud  
Gambar 7.4 Bagian-bagian Jantung

Jantung merupakan organ berongga, berbentuk kerucut, memiliki pompaberupa otot. Terletak pada mediastinum dari dada dan letaknya menyentuh diafragma. Ukuran jantung bervariasi dengan ukuran tubuh, namun pada umumnya sekepalan tangan pemiliknya. Jantung orang dewasa rata-rata memiliki panjang sekitar 14 sentimeter dan lebar 9 cm. Jantung berbatasan lateral dengan paru-paru, posterior dengan kolom tulang belakang, dan anterior oleh sternum. Dasar jantung, yang melekat pada beberapa pembuluh darah besar, terletak di bawah tulang rusuk kedua. Ujung distal jantung memanjang ke bawah dan ke kiri, berakhir sebagai apeks yang mengarah padatingkat ruang intercostal sehingga kita dapat mengetahui detak jantung apikal dengan merasakan atau mendengarkan pada dada di antara rusuk kelima dan keenam, sekitar 7,5 cm di sebelah kiri garis tengah.

2. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa kegiatan yang akan dilaksanakan pada pertemuan ini ada 2, yaitu pengamatan Menghitung Denyut Nadi pada bagian ‘Ayo Kita Coba’, melakukan percobaan Tekanan Zat Cair pada Kedalaman Tertentu yang terdapat pada bagian ‘Ayo Kita Coba’, melakukan percobaan Hukum Archimedes yang terdapat pada bagian ‘Ayo Kita Coba’, dan melakukan percobaan Tekanan Air pada kantong Plastik pada bagian ‘Ayo Kita Coba’,

### Inti

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan ‘Ayo Kita Coba’ dengan judul Menghitung Denyut Nadi. Pada kegiatan ini peserta didik mengidentifikasi perbedaan denyut nadi pada kondisi normal dan setelah

berlari-lari. Setelah melakukan kegiatan ini peserta didik dibimbing untuk menjawab pertanyaan yang terdapat pada bagian ini. Untuk menunjang ketercapaian KI 2 jangan lupa mengingatkan peserta didik untuk melakukan kegiatan penghitungan denyut nadi dengan cermat dan teliti agar tidak terjadi kesalahan dalam penghitungan.

### **Ayo Kita Lakukan**

#### **Menghitung Denyut Nadi**

Sebelumnya kamu sudah mengetahui bahwa kita dapat merasakan denyut nadi atau denyut jantung yang ada di pergelangan tangan.

##### **Apa yang harus kamu lakukan?**

1. Berkumpullah dengan teman satu kelompokmu (satu kelompok terdiri atas dua orang).
2. Gunakan dua jari kamu (selain ibu jari) untuk menemukan denyut nadi pada pergelangan tangan temanmu.
3. Hitung denyut nadi pada pergelangan tangan temanmu selama 15 detik, kemudian kalikan hasilnya dengan 4. Selanjutnya, catatlah hasilnya pada buku IPA kamu. **Lakukan penghitungan dengan cermat dan teliti agar tidak terjadi kesalahan.**
4. Mintalah temanmu untuk berlari-lari kecil selama satu menit.
5. Ulangi kegiatan satu dan dua kembali.

##### **Jawablah pertanyaan berikut, tuliskan jawabanmu pada buku IPA!**

1. Berdasarkan data hasil percobaan, apakah terdapat perubahan denyut nadi dari kedua penghitungan yang kamu lakukan? Bagaimana hasilnya?
2. Menurut pendapatmu, mengapa jawaban yang kamu tuliskan pada nomor 1 terjadi?

#### **Alternatif Jawaban “Ayo Kita Lakukan” Menghitung Denyut Nadi**

Denyut nadi merupakan gambaran denyut jantung yang dapat diraba pada arteri yang berada di bawah kulit, seperti pada pergelangan tangan dan leher. Denyut jantung dihasilkan oleh kontraksi otot jantung saat memompakan darah.

Pada saat seseorang tidak melakukan aktivitas, denyut nadinya akan lebih sedikit dibandingkan apabila seseorang melakukan aktivitas. Denyut nadi pada kondisi normal atau tidak beraktivitas adalah 60-80 kali per menit.

Apabila seseorang melakukan aktivitas fisik akan terjadi perubahan pada sistem kardiovaskular yaitu peningkatan pemompaan jantung dan aliran darah dari organ yang kurang aktif ke organ yang aktif. Peningkatan pemompaan jantung ini dilakukan dengan meningkatkan volume darah dan denyut jantung. Hal ini sebagaimana disampaikan oleh Campbell (2008) yang menyatakan bahwa apabila seseorang melakukan aktivitas maka keluaran jantung akan meningkat hingga lima kali lipat.

2. Guru membimbing peserta didik untuk melakukan percobaan Tekanan Zat Cair pada Kedalaman Tertentu yang terdapat pada bagian “Ayo Kita Coba”. Melalui kegiatan ini diharapkan peserta didik dapat memahami tekanan zat cair pada berbagai kedalaman, yaitu 5 cm, 10 cm dan 15 cm. Untuk menunjang ketercapaian KI 2 jangan lupa mengingatkan peserta didik untuk melakukan percobaan ini dengan teliti dan cermat.

### ✓ Ayo Kita Coba

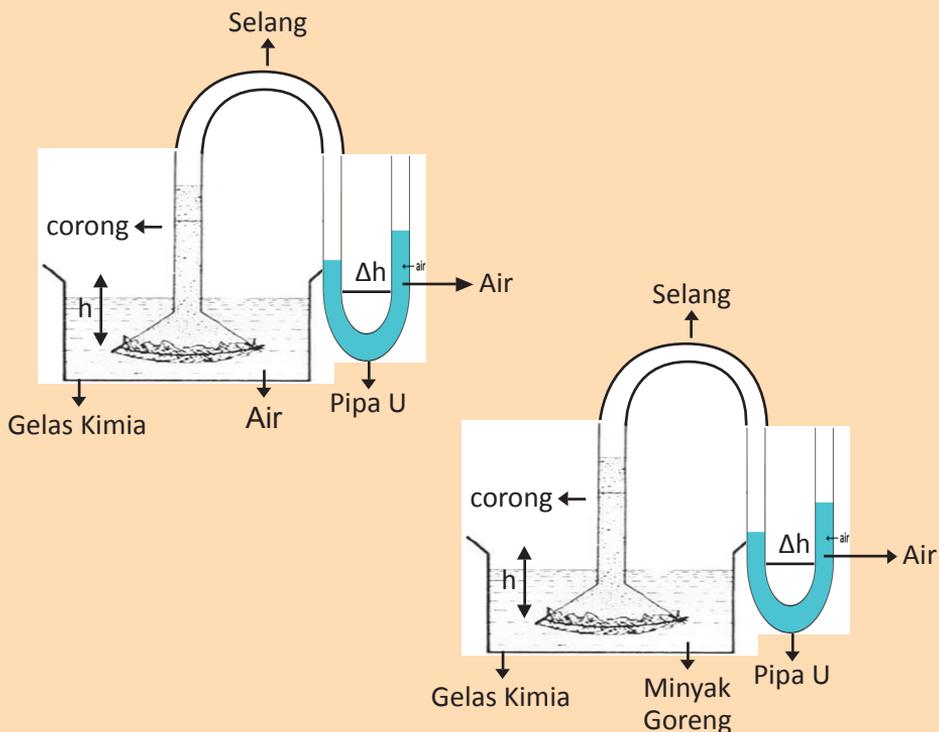
#### Tekanan Zat Cair pada Kedalaman Tertentu

##### Apa yang kamu perlukan?

1. Gelas beaker (2 buah)
2. Pipa U atau selang berbentuk U
3. Corong
4. Air
5. Minyak kelapa atau minyak goreng

##### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Susunlah alat percobaan seperti pada Gambar 7.5.



Sumber: Dokumen Kemendikbud  
Gambar 7.5 Rangkaian Alat Percobaan

- Ubahlah ketinggian corong yang terdapat pada gelas beaker sesuai dengan data kedalaman (h) yang terdapat di dalam Tabel 7.3!
- Amatilah selisih permukaanair ( $\Delta h$ ) yang terdapat pada pipa U. Lakukan percobaan ini dengan teliti dan cermat.
- Tuliskan hasil percobaan pada Tabel 7.3!

**Tabel 7.3** Data Hasil Percobaan

No.	Kedalaman (h)	Selisih Ketinggian ( $\Delta h$ )	
		Air	Minyak Goreng
1.	5 cm		
2.	10 cm		
3.	15 cm		w

Kesimpulan apakah yang dapat kamu peroleh dari percobaan ini?

### Alternatif Jawaban “Ayo Kita Coba”

Tekanan Zat Cair berbeda pada kedalaman yang berbeda. Semakin besar nilai kedalaman (h) maka tekanan juga semakin besar. Hal ini ditunjukkan dengan perubahan  $\Delta h$  pada pipa U.

- Guru membimbing peserta didik untuk melakukan percobaan Hukum Archimedes yang terdapat pada bagian “Ayo Kita Coba”. Melalui kegiatan ini diharapkan peserta didik dapat memahami konsep hukum archimedes serta membuktikan persamaan besar gaya apung. Untuk menunjang ketercapaian KI 2 jangan lupa mengingatkan peserta didik untuk melakukan percobaan ini dengan cermat dan teliti agar peserta didik mendapatkan data yang benar.

### Ayo Kita Coba

#### Hukum Archimedes

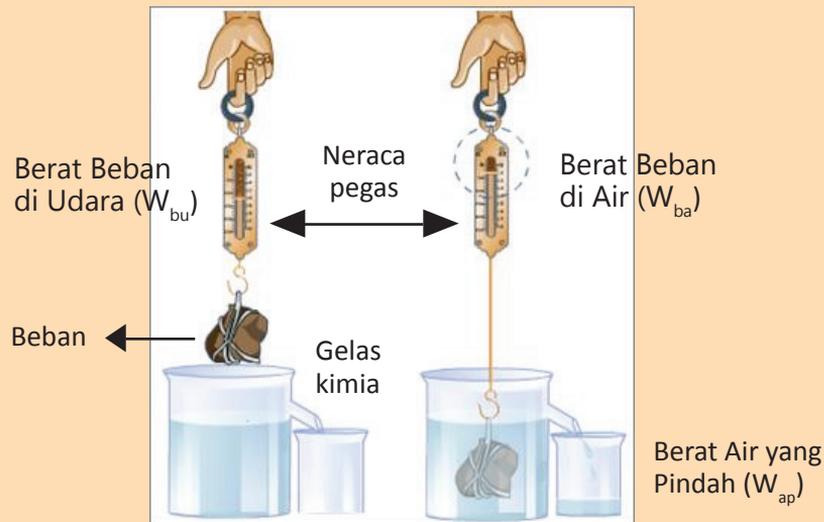
##### Apa yang kamu perlukan?

- Gelas kimia
- Neraca pegas
- Benda dari logam atau batu (sebagai beban)
- Air

##### Apa yang harus kamu lakukan?

- Isilah gelas kimia dengan air hingga  $\frac{3}{4}$  bagian
- Kaitkan beban dengan neraca pegas, catatlah berat beban ketika di udara ( $W_{bu}$ ) dengan membaca skala yang ditunjukkan pada neraca pegas.

- Masukkan rangkaian beban dan neraca pegas ke dalam air, catatlah berat beban ketika berada di dalam air ( $W_{ba}$ )
- Hitunglah besar gaya apung ( $F_a$ ) dari beban tersebut. Catatlah hasil percobaan pada Tabel 7.4. **Lakukan kegiatan ini dengan cermat dan teliti agar kamu mendapatkan data yang benar.**
- Ulangilah kegiatan 1 – 4 sebanyak 3 kali dengan menggunakan beban yang beratnya berbeda.



Gambar 7.7 Rangkaian Alat Percobaan

Tabel 7.4 Data Hasil Percobaan

No.	Berat Beban di Udara ( $W_{bu}$ )	Berat Beban di Air ( $W_{ba}$ )	Gaya Apung ( $F_a = W_{bu} - W_{ba}$ )	Berat air yang Pindah ( $W_{ap}$ )
1.				
2.				
3.				

- Kesimpulan apakah yang dapat kamu peroleh dari percobaan ini?

### Alternatif Jawaban “Ayo Kita Coba” Hukum Archimedes

Gaya apung setara dengan volume benda yang ditunjukkan oleh volume air yang dipindahkan. Hal ini ditunjukkan dengan nilai neraca yang lebih rendah ketika beban dimasukkan ke dalam air.

4. Guru membimbing peserta didik untuk melakukan percobaan Tekanan Air pada Kantong Plastik yang terdapat pada bagian “Ayo Kita Coba”. Melalui kegiatan ini diharapkan peserta didik dapat memahami hukum pascal serta menjelaskan keterkaitannya dengan tekanan darah. Untuk menunjang ketercapaian KI 2 jangan lupa mengingatkan peserta didik untuk melakukan percobaan ini dengan hati-hati karena kegiatan percobaan dilakukan dengan menggunakan jarum/ peniti.

### Ayo Kita Coba

#### Tekanan Air pada Kantong Plastik

Sebelum mempelajari materi tekanan zat cair pada ruang tertutup, lakukan percobaan berikut ini.

##### Apa yang kamu perlukan?

1. Kantong plastik
2. Jarum pentul/ peniti
3. Karet gelang

##### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Isilah kantong plastik dengan air hingga  $\frac{3}{4}$  bagian.
2. Ikatlah mulut kantong plastik dengan menggunakan karet gelang.
3. Tusuklah kantong plastik tersebut dengan menggunakan jarum pentul/ peniti. Berikan 5-8 tusukan pada kantong plastik. **Lakukan dengan hati-hati agar jarum pentul/ peniti tidak mengenai tangan kamu. Setelah menggunakan jarum pentul, simpanlah di tempat yang aman agar tidak mengenai bagian tubuhmu atau bagian tubuh temanmu.**
4. Tekanlah kantong plastik tersebut dengan menggunakan tangan kamu hingga air di dalam kantong memancar keluar.

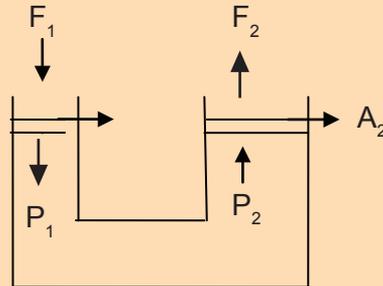
##### Jawablah pertanyaan berikut, tuliskan jawabanmu pada buku IPA!

1. Setelah diberikan tekanan dengan menggunakan tangan, air pada kantong plastik akan memancar keluar. Apakah yang menyebabkan air tersebut memancar?
2. Bagaimanakah arah pancaran air yang keluar dari kantong plastik tersebut?
3. Bagaimanakah besarnya pancaran air yang keluar dari kantong plastik tersebut?

### Alternatif Jawaban “Ayo Kita Coba” Tekanan Air pada Kantong Plastik

Pada percobaan tersebut air yang memancar dari plastik yang dilubangi dapat memancar ke segala arah serta memiliki aliran sama besar pada setiap lubangnya.

Percobaan ini untuk mengidentifikasi tekanan zat cair pada ruang tertutup (hukum pascal). Hukum pascal dirumuskan oleh Blaise Pascal (1623 – 1662). Hukum tersebut berbunyi, “Tekanan yang diberikan kepada zat cair di dalam ruangan tertutup diteruskan ke segala arah dan sama besar”.



Gambar 7.6 Pompa Hidrolik

Secara matematis Hukum Pascal dapat dituliskan:

$$P_1 = P_2 = P$$

maka

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Alat-alat yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari yang bekerja berdasarkan hukum Pascal di antaranya adalah dongkrak hidrolik, mesin hidrolik pengangkat mobil, dan rem hidrolik.

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan. Materi yang harus disimpulkan peserta didik adalah alat transportasi pada manusia, proses peredaran darah besar dan kecil serta gangguan pada sistem peredaran darah.
  - a. Alat Transportasi (Peredaran Darah) pada Manusia  
Organ yang berperan dalam sistem peredaran darah manusia sebagai berikut.
    - 1) Jantung
    - 2) Pembuluh Darah

- b. Proses Peredaran Darah Besar dan Kecil pada Manusia  
Peredaran darah manusia termasuk peredaran darah tertutup karena darah selalu beredar di dalam pembuluh darah. Setiap beredar, darah melewati jantung dua kali sehingga disebut peredaran darah ganda. Pada peredaran darah ganda tersebut dikenal peredaran darah kecil dan peredaran darah besar.

#### **Peredaran Darah Kecil**

Peredaran darah kecil merupakan peredaran darah yang dimulai dari jantung menuju ke paru-paru kemudian kembali lagi ke jantung.

#### **Peredaran Darah Besar**

Peredaran darah besar adalah peredaran darah dari jantung ke seluruh tubuh kemudian kembali ke jantung lagi.

#### **Gangguan pada Sistem Peredaran Darah**

Berikut ini gangguan yang terjadi pada sistem peredaran darah manusia.

- Serangan Jantung
- Stroke

2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi tentang “Organ-organ Pernapasan Manusia”.

### **Pertemuan ke 4 (2 JP)**

#### **Pendahuluan**

1. Guru melakukan apersepsi dan motivasi dengan mengajak peserta didik untuk menarik napas serta menghembuskan napas.  
Selanjutnya guru bertanya kepada peserta didik, “melalui kegiatan bernapas yang telah kamu lakukan, dapatkah kamu memprediksi organ apa saja yang berperan dalam sistem pernafasan tersebut?”
2. Guru menyampaikan kepada peserta didik tujuan pembelajaran yang tertera pada kegiatan ‘Ayo Kita Pelajari!’. Tujuan pembelajaran tersebut adalah sebagai berikut.
  - 1) Sistem Respirasi
  - 2) Organ-organ Pernapasan Manusia
  - 3) Mekanisme Pernapasan pada Manusia
  - 4) Gangguan Sistem Pernapasan
3. Guru menyampaikan kepada peserta didik nilai yang diperoleh setelah mempelajari bab VII ini yang tertera pada ‘Mengapa penting?’ yang berbunyi, “Agar kita mengetahui organ-organ yang berperan dalam sistem pernafasan serta mengetahui mekanisme yang terjadi pada saat kita bernapas.”

4. Guru menginformasikan pada peserta didik materi yang akan dipelajari pada pertemuan ini adalah Organ Pernapasan pada Manusia

### Inti

1. Secara individu peserta didik dibimbing melakukan kegiatan merasakan pernapasan. Melalui kegiatan ini diharapkan peserta didik dapat merasakan organ-organ yang berperan dalam sistem pernapasan.
2. Guru membimbing peserta didik untuk merumuskan pengertian bernapas. Perumusan pengertian ini didasarkan pada aktivitas bernapas yang sebelumnya telah dilakukan.
3. Guru membimbing peserta didik untuk memahami organ penyusun sistem pernapasan.
4. Setelah peserta didik dapat merumuskan pengertian bernapas, guru dapat membimbing peserta didik untuk memahami organ-organ pernapasan pada manusia serta fungsi dari masing-masing organ. Pada kegiatan ini diharapkan guru dapat mengaitkan konsep organ pernapasan dan fungsinya dengan proses perjalanan udara pernapasan.
5. Guru membimbing peserta didik untuk menjawab pertanyaan yang terdapat pada kegiatan 'Ayo Kita Diskusikan'.

### Ayo Kita Diskusikan

Sebelum menjawab pertanyaan lakukanlah aktivitas berikut!

Telanlah ludah bersamaan dengan menghirup nafas, atau telanlah ludah bersamaan dengan menghembuskan nafas!

Apakah kamu dapat melakukan kedua aktivitas itu secara bersamaan? Mengapa demikian?

### Alternatif Jawaban "Ayo Kita Diskusikan"

Salah satu organ pencernaan adalah esofagus. Esofagus menghubungkan antara faring dengan lambung. Sementara trakea mengarah ke paru-paru. Apabila seseorang sedang tidak menelan, otot sfingter yang terdapat pada esofagus berkontraksi, epiglotis naik dan glotis membuka, sehingga udara mengalir melalui trakea menuju ke paru-paru. Sedangkan apabila seseorang menelan, laring akan bergerak naik dan epiglotis miring menutupi glotis untuk mencegah makanan masuk ke trakea. Pada saat ini sfingter esofagus berelaksasi, sehingga memungkinkan bolus memasuki esofagus. Setelah makanan memasuki esofagus, laring bergerak turun dan membuka saluran pernapasan. Itulah alasannya mengapa kita tidak bisa menelan dan bernafas secara bersamaan.

## Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan. Materi yang harus disimpulkan oleh peserta didik adalah organ pernapasan manusia.

### Organ Pernapasan Manusia

- a. Rongga Hidung
  - b. Pangkal Tenggorok (Faring)
  - c. Batang Tenggorok (Trakea)
  - d. Cabang Batang Tenggorok (Bronkus)
  - e. Anak Cabang batang Tenggorok (Bronkiolus)
  - f. Paru-paru (Pulmo)
2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang berikutnya yaitu tentang mekanisme pernapasan pada manusia.

## Pertemuan ke 5 (3 JP)

### Pendahuluan

1. Guru memusatkan perhatian peserta didik dengan mereview materi tentang organ yang berperan dalam sistem pernapasan serta menghubungkannya dengan proses jalannya udara mulai dari masuk hidung hingga keluar lagi melalui hidung.

Guru mengajukan pertanyaan kepada peserta didik dengan pertanyaan sebagai berikut.

- Disebut apakah proses pernapasan pada saat udara memasuki paru-paru?
- Disebut apakah proses pernapasan pada saat udara memasuki paru-paru?

Inspirasi (inhalasi) dan ekspirasi (ekshalasi) merupakan mekanisme pernapasan. Selain mekanisme itu, ada lagi pernapasan dada dan pernapasan perut. Nah bagaimanakah mekanisme pernapasan tersebut? Pada hari ini kita akan mempelajari mekanisme terjadinya pernapasan dada dan pernapasan perut.

2. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa kegiatan yang akan dilaksanakan pada pertemuan ini adalah Mengidentifikasi Pernapasan Dada dan Pernapasan Perut pada bagian “Ayo Kita Lakukan”.

### Inti

1. Guru membimbing peserta didik untuk melakukan kegiatan Mengidentifikasi Pernapasan Dada dan Pernapasan Perut pada bagian ‘Ayo Kita Lakukan’. Pada kegiatan ini peserta didik melakukan simulasi pernapasan dada dan perut. Setelah melakukan kegiatan simulasi peserta didik dibimbing untuk menjawab pertanyaan yang terdapat pada

bagian tersebut. Melalui kegiatan ini peserta didik diharapkan dapat memahami mekanisme pernapasan dada dan pernapasan perut serta dapat memahami organ yang berperan pada pernapasan tersebut. Kegiatan ini tidak perlu dilakukan dengan berkelompok. Untuk menunjang ketercapaian KI 2 peserta didik diharapkan dapat melakukan simulasi dengan baik dan cermat agar dapat merasakan perbedaan antara pernapasan dada dan pernapasan perut.

### **Ayo Kita Lakukan**

#### **Mengidentifikasi Pernapasan Dada dan Pernapasan Perut**

##### **Apa yang harus kamu lakukan?**

###### **a. Pernapasan Dada**

Letakkan tangan di dada. Tarik napas dengan menggembungkan dada, kemudian hembuskan. Jika perlu, ulangi langkah ini beberapa kali.

###### **b. Pernapasan Perut**

Letakkan tangan di perut. Tarik napas dengan menggembungkan perut, lalu hembuskan. Jika perlu, ulangi langkah ini beberapa kali.

##### **Jawablah pertanyaan berikut, tuliskan jawabanmu pada buku IPA!**

1. Pada saat kamu melakukan pernapasan dada, apa yang dapat kamu rasakan?
2. Pada saat kamu melakukan pernapasan perut, apa yang dapat kamu rasakan?
3. Adakah perbedaan proses yang terjadi pada pernapasan dada dan pernapasan perut? Jelaskan!

#### **Alternatif Jawaban “Ayo Kita Lakukan” Mengidentifikasi Pernapasan Dada dan Pernapasan Perut**

- 1) Pada saat kita melakukan pernapasan dada, maka dada serta pundak kita akan naik turun.
- 2) Pada saat kita melakukan pernapasan perut, maka perut akan mengembang dan mengempis.
- 3) Terdapat perbedaan proses pernapasan dada dan perut. Perbedaan tersebut terletak pada organ serta otot yang mengalami kontraksi serta relaksasi. Pada pernapasan dada, otot yang berperan adalah otot interkostalis atau otot antar tulang rusuk, sedangkan pada pernapasan perut otot yang berperan adalah otot diafragma. Proses yang terjadi pada pernapasan dada dan perut adalah sebagai berikut.

##### **Pernapasan Dada**

###### **Saat inspirasi (udara dihirup)**

Otot interkostalis berkontraksi → tulang rusuk terangkat → rongga dada membesar → tekanan udara dalam dada menurun

→ paru-paru mengembang → tekanan udara dalam paru-paru lebih rendah daripada tekanan luar sehingga udara masuk ke paru-paru.

### Saat ekspirasi (udara dihembuskan)

Otot interkostalis berelaksasi → tulang rusuk turun → rongga dada mengecil → tekanan udara dalam dada meningkat → paru-paru mengempis → tekanan udara dalam paru-paru lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan udara luar sehingga udara keluar dari paru-paru.

## Pernapasan Perut

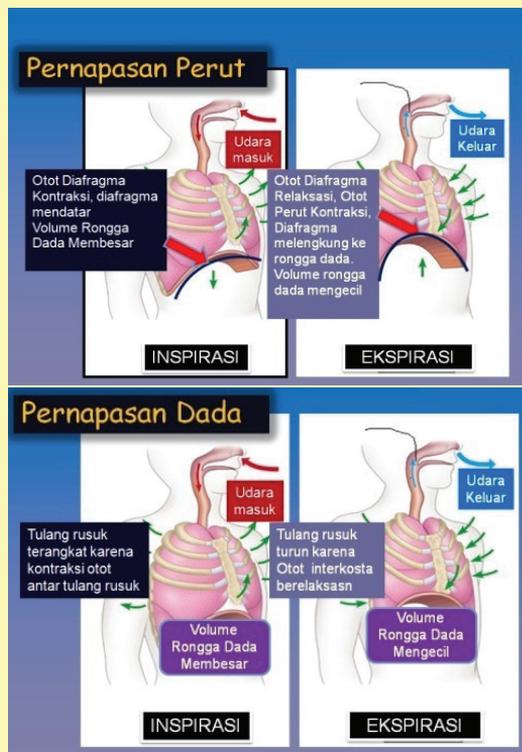
### Saat inspirasi (udara dihirup)

Otot diafragma berkontraksi → diafragma menjadi datar → rongga dada membesar → paru-paru mengembang → tekanan udara dalam paru-paru lebih rendah daripada tekanan udara luar sehingga udara masuk ke paru-paru.

### Saat ekspirasi (udara dihembuskan)

Otot diafragma berelaksasi → diafragma melengkung ke arah rongga dada → rongga dada mengecil → paru-paru mengempis → tekanan dalam paru-paru lebih tinggi dari tekanan udara luar sehingga udara keluar dari paru-paru.

Gambar 7.8 menunjukkan pernapasan dada dan pernapasan perut



Gambar 7.8 Pernapasan Dada dan Pernapasan Perut

2. Guru membimbing peserta didik untuk merumuskan mekanisme pernapasan dada dan perut.
3. Peserta didik melakukan diskusi tentang gangguan yang menyerang sistem pernapasan.

## **Penutup**

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan. Materi yang harus disimpulkan oleh peserta didik adalah mekanisme pernapasan dada dan pernapasan perut serta gangguan pada sistem pernapasan.

### **a. Pernapasan Dada**

#### **Saat inspirasi (udara dihirup)**

Otot interkostalis berkontraksi → tulang rusuk terangkat → rongga dada membesar → tekanan udara dalam dada menurun → paru-paru mengembang → tekanan udara dalam paru-paru lebih rendah daripada tekanan luar sehingga udara masuk ke paru-paru.

#### **Saat ekspirasi (udara dihembuskan)**

Otot interkostalis berelaksasi → tulang rusuk turun → rongga dada mengecil → tekanan udara dalam dada meningkat → paru-paru mengempis → tekanan udara dalam paru-paru lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan udara luar sehingga udara keluar dari paru-paru.

### **b. Pernapasan Perut**

#### **Saat inspirasi (udara dihirup)**

Otot diafragma berkontraksi → diafragma menjadi datar → rongga dada membesar → paru-paru mengembang → tekanan udara dalam paru-paru lebih rendah daripada tekanan udara luar sehingga udara masuk ke paru-paru.

#### **Saat ekspirasi (udara dihembuskan)**

Otot diafragma berelaksasi → diafragma melengkung ke arah rongga dada → rongga dada mengecil → paru-paru mengempis → tekanan dalam paru-paru lebih tinggi dari tekanan udara luar sehingga udara keluar dari paru-paru.

### **c. Gangguan pada Sistem Pernapasan**

- 1) Asma
- 2) Pneumonia
- 3) Kekurangan Oksigen
- 4) Tuberculosis (TBC)
- 5) Kanker Paru-paru
- 6) Influenza

2. Guru menugaskan peserta didik belajar menghadapi tes pada pertemuan berikutnya.

## G. Penilaian

1. Jenis/teknik penilaian: tes tulis, pengamatan sikap, dan unjuk kerja.
2. Bentuk instrumen dan instrumen: lembar tes tulis berbentuk essay yang tertera pada buku peserta didik dan lembar pengamatan untuk sikap dan keterampilan seperti yang tertera buku guru bagian penilaian.

**Tabel 7.5 Teknik Penilaian untuk Setiap Indikator**

No.	KD	Indikator	Teknik Penilaian
1.	2.1	Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari.	Pengamatan sikap
	2.2	Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan.	Pengamatan sikap
2.	3.8.1	Mengidentifikasi jaringan yang berperan dalam sistem transportasi tumbuhan.	Tes tulis
	3.8.2	Mendeskripsikan proses transportasi pada tumbuhan.	Tes tulis
	3.8.3	Mendeskripsikan sel darah.	Tes tulis
	3.8.4	Menyebutkan organ yang berperan dalam sistem peredaran darah.	Tes tulis
	3.8.5	Mendeskripsikan proses peredaran darah.	Tes tulis
	3.8.6	Mendeskripsikan aliran dan tekanan darah.	Tes tulis
	3.8.7	Mengaitkan aliran dan tekanan darah dengan hukum pascal	Tes tulis
	3.8.8	Menjelaskan gangguan yang terjadi pada sistem peredaran darah.	Tes tulis
	3.8.9	Mengaitkan struktur dan fungsi sistem pernapasan manusia.	Tes tulis
	3.8.10	Mendeskripsikan mekanisme pernapasan.	Tes tulis
	3.8.11	Menjelaskan gangguan yang terjadi pada sistem pernapasan.	Tes tulis
	3.8.12	Menjelaskan keterkaitan antara sistem pernapasan dengan sistem peredaran darah.	Tes tulis
3.	4.8.1	4.8.1 Menyelidiki transport air pada batang tumbuhan	Tes unjuk kerja
	4.8.2	4.8.2 Menyelidiki tekanan cairan pada ruang tertutup	Tes unjuk kerja

## H. Program Remedial dan Pengayaan

Berdasarkan analisis hasil tes peserta didik yang belum memenuhi KKM di beri program remedial sedangkan yang sudah memenuhi KKM di beri program pengayaan, pelaksanaan program remedial dan pengayaan dapat di lihat pada Bagian Umum buku guru ini

### Hipertensi

Kamu mungkin pernah merasakan pusing bahkan hingga pingsan pada saat upacara. Dalam benak kamu mungkin seringkali muncul bagaimana pingsan dapat terjadi. Pingsan sering terjadi karena kecenderungan terkumpulnya sebagian darah dalam pembuluh vena bawah akibat gravitasi bumi. Hal ini menyebabkan jumlah darah yang kembali ke jantung berkurang sehingga kapasitas darah ke jantung dan tekanan darah sistoliknya menurun. adanya proses ini maka dalam tubuh kita secara otomatis akan mengatasi penurunan tersebut, dalam hal ini otomatis timbul refleks kompensasi normal, berupa bertambahnya frekuensi dan kekuatan kontraksi jantung, dengan tujuan mengembalikan kapasitas darah ke jantung ke tingkat semula.



Gambar peserta didik yang pingsan d tengah upacara

Kebanyakan pada seseorang yang berdiri lama terlebih seseorang yang hipersensitif, bertambahnya kekuatan kontraksi itu justru mengaktifkan reseptor mekanik pada dinding bilik jantung kiri, sehingga timbul refleks yang menyebabkan frekuensi detak jantung menjadi lambat, pembuluh darah tepi melebar, dan terjadi tekanan darah rendah (hipotensi) sehingga aliran darah ke susunan saraf terganggu. Proses mekanisme inilah yang menyebabkan seseorang bisa pingsan.

Dalam kasus ini pusing atau pingsan adalah suatu mekanisme perlindungan diri sendiri yang sangat baik. Mengapa demikian? Pada saat pingsan peredaran darah akan kembali normal setelah diposisikan tertidur, karena kedudukan jantung dan kaki sama tinggi sehingga darah vena kembali ke jantung (Kimbal: 513). Berdasarkan penjelasan tersebut kita dapat mengetahui bagaimana proses mekanisme dari sistem transportasi

dalam tubuh kita serta bagaimana tubuh kita dalam menanggapi kondisi yang tidak normal.

Gangguan lain yang muncul dalam sistem transportasi manusia yang sering terjadi dan harus diwaspadai adalah tekanan darah yang melebihi ambang batas normal (120/80) atau yang biasa disebut dengan hipertensi. Hipertensi umumnya dialami oleh orang dewasa/orang tua (di atas 40 tahun). Ketika tekanan darah terlalu tinggi, akan menimbulkan beban kerja jantung dan dapat menyebabkan kerusakan serius pada arteri (nadi). Seiring waktu, tekanan darah tinggi yang tidak terkontrol meningkatkan resiko penyakit jantung, stroke, dan penyakit ginjal.

Tekanan darah tinggi juga sering tak terdeteksi sejak dari luar selama bertahun-tahun dan penderita tidak menyadari bahwa mereka menderita penyakit tersebut. Tak jarang seorang penderita hipertensi dapat meninggal secara mendadak. Oleh sebab itu penyakit ini dapat juga disebut dengan *silent killer*. Secara internal, hipertensi diam-diam dapat merusak jantung, paru-paru, pembuluh darah, otak dan ginjal jika tidak terobati. Hipertensi adalah faktor resiko utama stroke dan serangan jantung.

Pembacaan tekanan darah yang normal akan berada pada 120/80, sementara hasil yang lebih tinggi dan sering terjadi (terus-menerus) dapat menunjukkan hipertensi. Dalam kebanyakan kasus, penyebab hipertensi banyak yang belum terdeteksi. Angka yang di atas (120) menunjukkan tekanan saat jantung berdebar atau disebut juga dengan sistolik, sementara angka yang di bawah (80) menunjukkan tekanan saat istirahat antara detak jantung atau disebut juga diastol. Ketika jantung diisi ulang dengan darah. Kadang-kadang ginjal atau penyakit adrenal dapat menyebabkan hipertensi.

Hampir seperempat dari orang Amerika terkena pre-hipertensi (tanda peringatan). Tekanan darah mereka secara konsisten tepat di atas tingkat normal –jatuh di antara 120-139 untuk tekanan sistolik atau 80-89 untuk tekanan diastolik. Orang-orang di kisaran ini memiliki dua kali resiko penyakit jantung dibandingkan dengan pembacaan yang lebih rendah.

Zona bahaya hipertensi jika pembacaan rata-rata 140/90 atau lebih tinggi-meskipun masih mungkin tidak memiliki gejala. Pada 180/110 dan lebih tinggi seseorang mungkin mengalami krisis hipertensi. Krisis hipertensi ini dapat menyebabkan stroke, serangan jantung, kerusakan ginjal, atau kehilangan kesadaran. Gejala krisis hipertensi dapat mencakup sakit kepala, kecemasan parah, mimisan, dan sesak napas.

Orang Afrika-Amerika lebih cenderung untuk mengidap hipertensi bahkan pada usia muda. Penelitian genetika menunjukkan bahwa Afrika-Amerika tampaknya lebih sensitif terhadap garam. Pada orang yang memiliki gen yang membuat mereka peka garam, hanya setengah sendok teh garam dapat meingkatkan tekanan darah dengan 5 mmHg. Natrium, komponen

utama garam dapat meningkatkan tekanan darah karena menyebabkan cairan dalam tubuh menjadi lebih pekat. Keadaan tersebut membuat tubuh menahan cairan yang mengakibatkan beban jantung menjadi lebih besar. The American Heart Association merekomendasikan mengonsumsi garam kurang dari 1.500 mg per hari. Oleh karena itu, setiap membeli makanan kemasan juga perlu untuk memeriksa label makanan dengan hati-hati.

Mengalami kelebihan berat badan memberi beban pada jantung untuk meningkatkan resiko tekanan darah tinggi. Itulah sebabnya diet yang bertujuan untuk menurunkan tekanan darah seringkali juga dirancang untuk mengontrol kalori. Biasanya diet mengurangi makanan berlemak dan menambahkan gula, sambil meningkatkan buah-buahan, sayuran, serat dan protein tanpa lemak. Ternyata, kehilangan 5 kg berat badan dapat membuat suatu perbedaan.

Hipertensi juga mungkin terjadi pada seorang ibu hamil saat trimester kedua dari kehamilannya. Tanpa penanganan yang tepat, hal tersebut dapat membatasi aliran darah dan oksigen ke bayi dan otak dan kemungkinan menyebabkan kondisi yang serius yang disebut preeklamsia yang membahayakan ibu dan bayi. Namun apabila penanganannya tepat, setelah bayi lahir tekanan darah ibu biasanya akan kembali normal.

Obat demam dan flu yang mengandung dekongestan adalah salah satu dari beberapa kelas obat yang dapat menyebabkan tekanan darah meningkat. Lainnya termasuk penghilang rasa sakit *NSAID*, steroid, pil diet, pil KB, dan beberapa anti depresan.

Stress juga dapat membuat lonjakan tekanan darah. Hal demikian dikarenakan pada saat stress kemungkinan seseorang untuk melakukan kebiasaan tidak sehat, seperti pola makan yang buruk, penggunaan alkohol, atau merokok, yang dapat berkontribusi terhadap tekanan darah tinggi dan penyakit jantung.

## Pengobatan

### a. Diet *DASH* (*Dietary Approaches to Stop Hypertension*)

Menurunkan tekanan darah dapat dilakukan dengan menerapkan pola makan yang lebih baik. Pola makan *DASH* (*Dietary Approaches to Stop Hypertension*) melibatkan makan lebih banyak buah, sayuran, gandum, susu rendah lemak, ikan, unggas, dan kacang-kacangan. Sementara makanan seperti daging merah, lemak jenuh, natrium dan permen harus dikurangi agar memberikan hasil yang signifikan.

### b. Olahraga

Olahraga teratur membantu menurunkan tekanan darah. Orang dewasa harus melakukan sekitar 150 menit olahraga intensitas sedang setiap minggu, seperti berjalan cepat, bersepeda, senam aerobik, bahkan berkebun.

- c. Diuretik  
Diuretik sering menjadi alternatif pilihan apabila perubahan pola makan dan olahraga tidak cukup. Diuretik sering juga disebut “pil air”, membantu tubuh yang kelebihan natrium dan air untuk menurunkan tekanan darah. Dengan metode ini seseorang akan lebih sering buang air kecil. Beberapa diuretik mungkin menghabiskan kalium di dalam tubuh, menyebabkan kelemahan otot, kram kaki, dan kelelahan.
- d. Beta-blocker  
Beta-blocker bekerja dengan memperlambat denyut jantung, yang berarti bahwa jantung tidak harus bekerja keras. Beta-blocker juga digunakan untuk mengobati kondisi jantung lainnya, seperti denyut jantung abnormal yang disebut *aritmia*. Beta-blocker mungkin diresepkan bersama dengan obat lain. Efek samping yang ditimbulkan adalah insomnia, pusing, kelelahan, dingin pada tangan dan kaki.
- e. Inhibitor ACE  
ACE Inhibitor mengurangi pasokan angiotensin II dalam tubuh. Angiotensin II adalah suatu zat yang membuat pembuluh darah berkontraksi dan sempit. Hasilnya adalah arteri lebih santai, terbuka (membesar), serta menurunkan tekanan darah dan sedikit usaha bagi jantung. Efek samping yang ditimbulkan dapat berupa batuk kering, ruam kulit, atau pusing, dan tingkat kalium yang tinggi. Untuk perempuan hamil dilarang untuk melakukan metode ini.
- f. ARB (*Angiotensin Receptor Blocker*)  
ARB adalah obat yang dimanfaatkan untuk memblokir reseptor untuk angiotensin. Pemblokiran ini mampu mencegah pegetatan arteri secara kimiawi sehingga berefek pada penurunan tekanan darah. ARB perlu dilakukan selama beberapa minggu agak efektif. Efek samping yang mungkin ditimbulkan antara lain, pusing, kram otot, insomnia, dan tingkat kalium yang tinggi. Seperti halnya pada inhibitor ACE, perempuan hamil juga tidak diperbolehkan untuk mengkonsumsi obat ini.
- g. Blokir Jalur Kalsium  
Blokir jalur kalsium memperlambat gerakan kalsium ke dalam sel-sel pembuluh jantung dan darah. Karena kalsium menyebabkan kontraksi jantung kuat, obat-obat ini mudah membuat kontraksi jantung dan mengendurkan pembuluh darah. Obat ini dapat menyebabkan pusing, jantung berdetak cepat, pembengkakan pada kaki dan sembelit. Apabila menggunakan obat ini maka makanan dan minuman berupa susu, jus anggur dan alkohol harus dihindari karena ada kemungkinan untuk saling berinteraksi.

h. Obat-obatan lain

Obat-obatan lain yang dapat mengendurkan pembuluh darah termasuk *vasodilator*, *alpha blockers*, dan *agois* pusat. Efek samping bisa termasuk pusing, jantung berdetak cepat atau jantung berdebar-debar, sakit kepala atau diare. Dokter atau praktisi kesehatan akan menyarankan penggunaan obat ini jika obat penurun tekanan darah lainnya tidak bekerja cukup baik atau jika ada kondisi lain.

## I. Interaksi dengan Orang Tua

Komunikasi dengan orang tua dapat menggunakan buku penghubung, yang dapat dilihat kembali pada Bagian Umum buku guru ini.

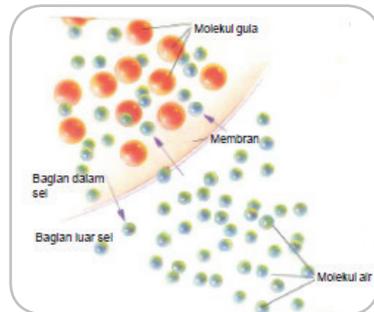
## J. Kunci Uji Kompetensi pada Buku Peserta didik

### Pilihan Ganda

1. B
2. B
3. C
4. B
5. A
6. A
7. D
8. C
9. B
10. A

### Uraian

1. Osmosis adalah perpindahan molekul zat pelarut melewati membran semi permeabel dari konsentrasi rendah ke konsentrasi tinggi. Pada peristiwa osmosis yang terjadi ini, terjadi perpindahan zat pelarut (air) dari lingkungan luar sel (tanah) ke tumbuhan (sel-sel epidermis). Konsentrasi air di dalam tanah lebih rendah dibandingkan konsentrasi cairan di dalam sel dan yang berperan sebagai membran semi permeabel adalah membran sel epidermis. Dengan demikian, peristiwa osmosis terjadi pada saat air masuk ke sel epidermis.



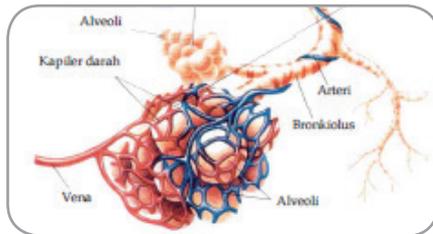
2. Angka pertama (110) disebut angka *sistole*. Angka ini menunjukkan tekanan saat bilik berkontraksi dan darah ditekan keluar jantung. Tekanan darah turun saat bilik relaksasi. Angka kedua (90), angka yang lebih rendah daripada angka pertama disebut angka *diastole*. Angka ini merupakan hasil pengukuran tekanan saat bilik relaksasi dan mengisi darah, tepat sebelum bilik-bilik ini berkontraksi lagi.
3. Selain mengangkut oksigen dan karbondioksida, masih ada beberapa fungsi darah yang lainnya.
  - Menjaga kestabilan suhu tubuh
  - Alat transportasi nutrisi dan sisa metabolisme
  - Sistem kekebalan tubuh

Fungsi ini diperankan oleh sel darah putih (leukosit). Sel darah putih melindungi tubuh dari infeksi melalui berbagai macam cara. Beberapa leukosit memfagosit sel bakteri dalam tubuh dan memproduksi antibodi. Leukosit dapat menyelip diantara sel-sel yang membentuk dinding pembuluh darah kecil. Pergerakan itu disebut diapedesis yang memungkinkan sel-sel darah putih untuk meninggalkan sirkulasi darah. Selanjutnya protein tertentu akan membantu leukosit ini menuju ke daerah yang terluka. Pada saat berada di luar pembuluh darah, sel darah putih akan melakukan gerak ameboid sehingga dapat berpindah tempat.

Leukosit fagositik yang paling aktif bergerak adalah neutrofil dan monosit. Meskipun neutrofil tidak mampu untuk menelan partikel jauh lebih besar dari sel-sel bakteri, monosit dapat menelan struktur yang lebih besar. Monosit mengandung banyak lisosom, diisi dengan enzim pencernaan yang memecah molekul organik pada bakteri yang ditangkap.

Ketika mikroorganisme menyerang jaringan manusia, basofil merespon dengan melepaskan reaksi kimia yang dapat melebarkan pembuluh darah lokal. Misalnya, histamin melebarkan pembuluh darah kecil dan membuat pembuluh terkecil bocor. Saat darah mengalir lebih melalui pembuluh terkecil, jaringan memerah dan cairan yang berlebihan bocor ke ruang interstisial. Pada kondisi ini akan terjadi reaksi pembengkakan/reaksi inflamasi. Reaksi ini berfungsi untuk menghasilkan penundaan penyebaran serangan mikroorganisme ke daerah lain. Pada saat yang sama, sel-sel yang rusak melepaskan bahan kimia yang menarik leukosit. Sehingga terjadi pergerakan sel darah putih ke dalam daerah yang meradang dengan cepat. Pada kondisi ini sering terbentuk nanah di daerah yang mengalami inflamasi. Nanah sebenarnya adalah bakteri, leukosit, dan sel-sel yang rusak menumpuk di daerah inflamasi.

4. Mekanisme pernapasan yang dipilih oleh para penyanyi adalah pernapasan perut. Mekanisme ini dianggap lebih menguntungkan karena gerakan tubuh yang terjadi akibat pernafasan ini terjadi di perut. Gerakan (membesarkan dan mengecilkan perut) tidak akan terlihat dengan jelas oleh penonton, sehingga aspek keindahan tubuh penyanyi tetap dapat terlihat dengan bagus. Berbeda dengan pernapasan dada, jika penyanyi melakukan mekanisme pernapasan tersebut maka akan terjadi gerakan bahu yang naik dan turun yang dapat terlihat oleh penonton. Hal ini akan mempengaruhi keindahan fisik (tubuh) penyanyi.



5. Oksigen berasal dari udara pernapasan (pada saat menghirup napas) yang ada di paru-paru tepatnya yang ditampung di alveolus. Pada permukaan alveolus terdapat pembuluh darah (kapiler). Hal ini memungkinkan terjadinya pertemuan antara oksigen dengan hemoglobin (terdapat di pembuluh darah). Melalui mekanisme tertentu, oksigen yang ada di alveolus akan dilepaskan ke pembuluh darah dan selanjutnya diikat oleh hemoglobin. Oksigen yang diikat oleh hemoglobin (oksihemoglobin) akan diedarkan ke sel-sel tubuh yang membutuhkan oksigen.

*Jika peserta didik mengalami kesulitan untuk menjawab soal ini, maka guru dapat menampilkan kembali diagram/ gambar yang dapat mengingatkan peserta didik tentang peredaran darah kecil (peredaran darah dari jantung – paru-paru – jantung). Sehingga peserta didik dapat mengetahui bahwa aliran darah juga menuju ke paru-paru yang memungkinkan darah yang ada di pembuluh darah (kapiler) dapat bertemu dengan oksigen yang ada di paru-paru (alveolus).*

## Jawaban Pemecahan Masalah

### a. Bagian 1

Rata-rata maksimum detak jantung seseorang berkaitan dengan usianya, dibawah ini rata-rata maksimum detak jantung seseorang berkaitan dengan usianya

#### Formula lama

Maksimum rata-rata denyut jantung:  $220 - a$

Direkomendasikan Maksimum *Heart Rate* =  $220 - a$

#### Formula Baru

Direkomendasikan Maksimum *Heart Rate* =  $208 - (0,7 \times a)$

$a$  = usia

penggunaan kedua rumus tidak ada perbedaan sama sekali sebagai berikut.

$$220 - a = 208 - 0,7 a$$

$$220 - 208 = a - 0,7A$$

$$12 = 0,3 a$$

$$a = 40.$$

Dengan demikian, orang-orang di atas 40 tahun akan memiliki direkomendasikan detak jantung maksimum yang lebih tinggi di bawah formula baru.

## Bagian 2

- a. Peristiwa yang terjadi adalah pengangkutan air melalui jaringan pengangkut (xylem).
- b. Sayuran tampak segar kembali setelah akarnya direndam dalam air. Hal ini disebabkan karena air berdifusi masuk ke dalam sel-sel akar kemudian masuk ke dalam pembuluh xilem. Pembuluh xilem ini berperan dalam pengangkutan air dan mineral dari akar menuju daun sehingga merupakan sebuah jaringan pembuluh yang saling berhubungan dan dapat ditemukan pada seluruh bagian tumbuhan mulai dari akar, batang dan daun tumbuhan. Sehingga sayuran yang tadinya terlihat layu karena kekurangan air kembali menjadi segar karena mendapat suplai air.
- c. Jika tumbuhan tersebut tidak memiliki akar, maka, proses pengangkutan air akan tetap berlangsung. Karena pembuluh xilem ini merupakan sebuah jaringan pembuluh yang saling berhubungan dan dapat ditemukan pada seluruh bagian tumbuhan termasuk batang. Sehingga air akan berdifusi secara langsung ke dalam pembuluh xilem pada batang.

## K. Proyek

### Tugas Proyek

#### Mengidentifikasi Kelainan atau Penyakit pada Sistem Transportasi

##### Apa yang harus kamu siapkan?

Buku, kertas HVS (1 – 2 lembar) dan alat tulis

##### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Bersama dengan anggota kelompok, identifikasilah satu jenis kelainan atau penyakit yang menyerang sistem transportasi! Carilah informasi dari koran, majalah ataupun media massa yang lainnya baik media cetak ataupun elektronik. Apabila memungkinkan pergilah ke puskesmas atau rumah sakit untuk mendapatkan informasi yang lebih banyak.
2. Tulislah brosur tentang upaya yang dapat kamu lakukan untuk menjaga kesehatan sistem transportasi! **Bekerjasamalah dengan teman satu kelompokmu serta gunakan kreatifitas kamu untuk menyusun brosur ini !**
3. Jika telah selesai, tempelkan brosur kamu di mading kelas agar dapat dibaca oleh teman yang lain.

Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama  $\pm$  dua minggu. Pada minggu pertama, peserta didik mencari informasi dari koran, majalah ataupun media massa yang lainnya baik media massa cetak ataupun elektronik tentang kelainan atau penyakit yang menyerang sistem transportasi. Kemudian pada minggu kedua, peserta didik menyusun brosur. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru.

Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dengan disesuaikan tugas peserta didik.

# Bab VIII

## Sistem Ekskresi

### A. Pengantar

Bab VIII buku ini memuat materi **Sistem Ekskresi** yang akan membahas mengenai sistem ekskresi yang mencakup tujuan dalam adanya sistem ekskresi, organ yang ada berfungsi sebagai alat ekskresi, hubungan antara struktur organ dan fungsi alat ekskresi, berbagai kelainan yang muncul dalam sistem ekskresi, dan pola hidup sehat yang harus dilakukan untuk menjaga sistem ekskresi.

### B. KI dan KD pada Materi Sistem Ekskresi

Berikut ini adalah KI, KD dan Indikator Pencapaian Kompetensi Bab VIII tentang Sistem ekskresi. KI dan KD diambil dari Lampiran Permen Dikbud No 68 th 2013. Indikator Pencapaian Kompetensi yang tercantum pada buku ini dapat lebih dikembangkan lagi oleh guru.

**Tabel 8.1.** KI, KD dan Indikator Pencapaian Kompetensi Bab VIII tentang Sistem Ekskresi

<b>Kompetensi Inti</b>	3. Memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata
<b>Kompetensi Dasar</b>	3.9 Menjelaskan struktur dan fungsi sistem ekskresi pada manusia dan penerapannya dalam menjaga kesehatan diri.
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
3.9.1. Menyebutkan organ-organ penyusun sistem ekskresi pada manusia 3.9.2 Mendeskripsikan fungsi sistem ekskresi. 3.9.3 Menjelaskan hubungan struktur dan fungsi pada organ ginjal 3.9.4 Menjelaskan hubungan struktur dan fungsi pada organ paru-paru 3.9.5 Menjelaskan hubungan struktur dan fungsi pada organ hati 3.9.6 Menjelaskan hubungan struktur dan fungsi pada organ kulit	

3.9.7 Mengidentifikasi kelainan dan penyakit yang terjadi pada sistem ekskresi 3.9.8 Menyebutkan berbagai pola hidup untuk menjaga kesehatan sistem ekskresi	
<b>Kompetensi Inti</b>	4. Mengolah, menyaji, dan menalar dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori
<b>Kompetensi Dasar</b>	4.9 Membuat peta pikiran ( <i>mapping mind</i> ) tentang struktur dan fungsi sistem ekskresi pada manusia dan penerapannya dalam menjaga kesehatan diri.
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
4.9.1 Membuat peta pikiran yang menunjukkan hubungan struktur dan fungsi sistem ekskresi pada manusia 4.9.2 Menyusun rencana pola hidup yang harus kita lakukan untuk menjaga sistem ekskresi	

## C. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada bab VIII ini, peserta didik diharapkan dapat melakukan hal-hal berikut.

1. Mendeskripsikan fungsi sistem ekskresi bagi manusia.
2. Mengidentifikasi organ-organ yang berperan dalam sistem ekskresi.
3. Menjelaskan hubungan struktur dan fungsi pada organ ginjal.
4. Menjelaskan hubungan struktur dan fungsi pada organ paru-paru.
5. Menjelaskan hubungan struktur dan fungsi pada organ hati.
6. Menjelaskan hubungan struktur dan fungsi pada organ kulit.
7. Mengidentifikasi kelainan dan penyakit yang terjadi pada sistem ekskresi.
8. Menyebutkan berbagai pola hidup untuk menjaga kesehatan sistem ekskresi.

## D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab VIII tentang sistem ekskresi memerlukan waktu 15 jam atau 6 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi

5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 5 TM tersebut adalah sebagai berikut

**Tabel 8.2.** Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pertemuan ke	Materi	JP
1	Sistem Ekskresi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem ekskresi pada manusia</li> <li>• Membuat peta konsep mengenai struktur dan fungsi organ dalam sistem ekskresi</li> </ul>	3 jp
2	Ginjal <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan percobaan penyaringan darah sederhana</li> <li>• Mekanisme pengeluaran urin</li> </ul>	2 jp
3	Kulit, paru-paru, hati <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjelaskan pengaturan pengeluaran urin dan keringat</li> <li>• Melakukan demonstrasi zat yang dikeluarkan dari sistem pernapasan</li> </ul>	3 jp
4	Gangguan pada sistem ekskresi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan uji urin</li> </ul>	2 jp
5	Pola hidup sehat untuk menjaga sistem ekskresi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyusun pola hidup yang harus dilakukan dan tidak boleh dilakukan untuk menjaga kesehatan sistem ekskresi</li> </ul>	3 jp
6	Tes Tulis	2 jp

## E. Materi Esensial

1. Sistem ekskresi merupakan salah satu mekanisme tubuh untuk mengeluarkan zat sisa metabolisme, zat sisa metabolisme ini bersifat beracun bagi tubuh jika zat sisa tidak dikeluarkan, secara terus menerus akan merusak berbagai organ dalam tubuh. Organ-organ ekskresi dalam tubuh manusia berupa organ paru-paru yang mengeluarkan zat sisa CO<sub>2</sub>, ginjal yang akan mengekskresikan urin, kulit yang akan mengekskresikan keringat dan hati yang akan mengeluarkan bilirubin yang merupakan bahan sisa dari pemecahan sel darah merah yang sudah tua.
2. Proses pembentukan urin di dalam ginjal melalui tiga tahap yaitu 1) Filtrasi atau penyaringan yang terjadi di dalam glomerulus, sehingga terbentuk urin primer yang mengandung urea, glukosa, air, ion-ion anorganik seperti Na, K, Ca, dan Cl. Pada proses ini darah dan protein akan tetap

- tertinggal pada glomerulus. 2) Reabsorpsi atau penyerapan kembali yang terjadi di dalam Tubulus Kontortus Proksimal. Pada proses ini terjadi penyerapan kembali zat-zat yang masih diperlukan oleh tubuh, zat yang diserap kembali adalah glukosa, air, asam amino, dan ion-ion organik. Sedangkan urea hanya sedikit diserap kembali. 3) Augmentasi terjadi di tubulus kontortus distal dan juga disaluran pengumpul. Pada bagian ini juga masih ada proses penyerapan ion natrium, klor serta urea. Cairan yang dihasilkan sudah keluar berupa urin sesungguhnya yang kemudian disalurkan ke rongga ginjal. Urin yang terbentuk dan terkumpul akan dibuang melalui ureter, kandung kemih dan uretra. Urin akan masuk ke dalam kandung kemih yang merupakan tempat menyimpan urin sementara. Kemudian urin dikeluarkan melewati uretra yang kemudian dikeluarkan.
3. Pertukaran gas terjadi di dalam alveolus paru-paru, oksigen di udara yang memasuki alveoli akan berdifusi dengan cepat melintasi epitelium ke dalam kumpulan kapiler yang mengelilingi alveoli, karbondioksida akan berdifusi dengan arah yang sebaliknya. Darah pada alveolus akan mengikat oksigen dan mengangkutnya ke sel-sel jaringan. Dalam jaringan, darah mengikat karbondioksida (CO<sub>2</sub>) untuk dikeluarkan bersama H<sub>2</sub>O yang dikeluarkan dalam bentuk uap air.
  4. Hati berperan dalam merombak sel darah merah yang telah tua dan rusak, perombakan dilakukan oleh sel-sel hati yang disebut dengan sel histosit yang dipecah menjadi zat besi, globin dan hemin. Zat besi diambil dan disimpan dalam hati untuk dikembalikan ke sumsum tulang. Globin digunakan untuk metabolisme protein yang nantinya dipakai untuk membentuk Hb baru, sedangkan hemin diubah menjadi zat warna empedu berwarna hijau kebiruan yang disebut dengan bilirubin dan biliverdin. Zat warna empedu dikeluarkan ke usus dua belas jari dan dioksidasi menjadi urobilin. Urobilin berwarna kuning coklat yang berperan memberi warna pada feses dan urin. Hati juga berfungsi menguraikan asam amino dan dari penguraiannya akan menghasilkan zat sisa urea yang bersifat racun bagi tubuh kita, urea dari dalam hati akan dikeluarkan dan diangkut ke ginjal untuk dikeluarkan bersama urin.
  5. Kulit terdiri atas lapisan **epidermis (kulit ari)**, epidermis tersusun oleh sejumlah lapisan sel. Lapisan atas yang disebut dengan lapisan tanduk tidak terdapat pembuluh darah, serabut saraf dan lapisan malpighi. Pada lapisan **Dermis** terdapat otot penggerak rambut, pembuluh darah dan limfa, indera, kelenjar minyak dan kelenjar keringat. Kelenjar keringat terdapat pada kulit, berbentuk pembuluh yang panjang dari lapisan

malpighi masuk ke bagian dermis. Kapiler darah, kelenjar keringat akan menyerap air dengan larutan NaCl dan sedikit urea. Air beserta larutannya akan dikeluarkan menuju pori-pori kulit.

6. Kelainan/ penyakit yang terjadi pada sistem ekskresi adalah nefritis, albuminaria, batu ginjal, hematuria, diabetes melitus, diabetes insipidus, biang keringat dan penyakit kuning.
7. Pola hidup yang bisa diterapkan dalam menjaga kesehatan sistem ekskresi yaitu menjaga pola makan dan minum, menghindari merokok, menghindari minum-minuman alkohol dan kafein dan berolahraga dengan rutin.

## F. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab VIII tentang Sistem Ekskresi, guru dapat menerapkan pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL), *Inquiry*, atau *Learning Cycle*, atau model pembelajaran lain, yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

### Pertemuan 1 (3 JP)

#### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi dan motivasi dengan menunjukkan fenomena atau mengajukan pertanyaan “coba bayangkan apa yang akan terjadi jika kamu tidak mengeluarkan urin atau tidak berkeringat? Apakah tubuh kamu semakin sehat?”
2. Guru menyampaikan kepada peserta didik tujuan pembelajaran yang tertera pada kegiatan ‘Ayo Kita Pelajari?’
3. Guru menyampaikan kepada peserta didik nilai yang diperoleh setelah mempelajari bab VIII ini yang tertera pada ‘Mengapa Penting?’
4. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa ada 2 kegiatan yang dilakukan yaitu berbagai aktivitas yang mengeluarkan zat sisa, pada kegiatan ‘Ayo Kita Diskusikan’ dan ‘membuat peta pikiran mengenai hubungan struktur dan fungsi organ pada sistem ekskresi’ pada kegiatan ‘Ayo Kita Diskusikan’

#### Inti

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan menganalisis berbagai kegiatan yang biasa kita lakukan yang mengeluarkan zat sisa ‘Ayo Kita Diskusikan’. Untuk menunjang tercapainya KI-2, jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya. Data yang diperoleh dituliskan pada buku IPA.

## ✓ Ayo Kita Diskusikan

### Sistem Ekskresi pada Manusia

Apakah tubuh kita mengeluarkan sampah? Coba identifikasilah sampah-sampah apakah yang dikeluarkan oleh tubuhmu. Tulislah sampah yang dikeluarkan oleh tubuh?

---

Mengapa sampah-sampah dalam tubuhmu harus dikeluarkan?

---

Bagaimana jika sampah-sampah dalam tubumu tidak dikeluarkan?

---

### Alternatif Jawaban dari “Ayo Kita Diskusikan” Sistem Ekskresi pada Manusia

1. Sampah yang dikeluarkan oleh tubuh berupa, keringat, urin, empedu (berupa pewarna urin dan feses) dan udara  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$
2. Sampah dari dalam tubuh harus dikeluarkan, jika tidak dikeluarkan zat-zat sisa ini akan beracun bagi tubuh, secara terus-menerus akan merusak berbagai organ dalam tubuh
3. Akan menyebabkan kerusakan berbagai organ tubuh dan bisa juga menyebabkan kematian.

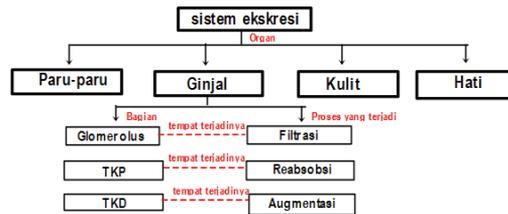
2. Peserta didik membuat peta pikiran yang menjelaskan hubungan struktur dan fungsi organ pada sistem ekskresi ‘Ayo Kita Diskusikan’ sebelumnya peserta didik diminta untuk belajar mengenai konsep ekskresi pada buku peserta didik. Untuk menunjang tercapainya KI-2, jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya. Data yang diperoleh dituliskan pada buku IPA.

## ✓ Ayo Kita Diskusikan

Analisislah organ tubuh apakah yang akan mengatur pengeluaran zat sisa didalam tubuh kamu, carilah dari informasi dari berbagai sumber yang bisa kamu dapat, susunlah dalam **sebuah peta pikiran kamu**, yang mencakup struktur dan fungsi dalam sistem ekskresi.

### Petunjuk pembuatan peta pikiran

Peta pikiran harus menjelaskan organ paru-paru, ginjal, hati dan kulit. Harus mampu menunjukkan bagian yang berperan dalam pengeluaran zat ekskresi dan zat ekskresi yang dikeluarkan serta mekanisme



3. Setelah melakukan kegiatan menganalisis pengeluaran zat ekskresi oleh tubuh dan membuat peta pikiran mengenai sistem ekskresi peserta didik mendiskusikan dan menjawab pertanyaan yang ada pada kolom Ayo Kita Diskusikan, dan mendiskusikan secara kelas dengan bimbingan dari guru.

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan mengenai organ-organ yang berfungsi sebagai alat ekskresi dan tujuan adanya sistem ekskresi bagi tubuh

#### Kesimpulan:

Sistem ekskresi merupakan salah satu mekanisme tubuh untuk mengeluarkan zat sisa metabolisme, zat sisa metabolisme ini bersifat racun bagi tubuh jika tidak dikeluarkan, secara terus menerus akan merusak berbagai organ dalam tubuh. Organ-organ ekskresi dalam tubuh manusia berupa organ paru-paru yang mengeluarkan zat sisa  $\text{CO}_2$ , ginjal yang akan mengekskresikan urin, kulit yang akan mengekskresikan keringat dan hati yang akan mengeluarkan bilirubin yang merupakan bahan sisa dari pemecahan sel darah merah yang sudah tua.

2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya yaitu kegiatan 'Ayo kita coba' mengenai model percobaan yang mengenai proses penyaringan darah pada ginjal.

### Pertemuan kedua (2JP)

#### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi mengaitkan materi pada pertemuan 1 dengan materi yang akan dipelajari dengan menanyakan "pada pertemuan lalu,

telah dibahas salah satu zat yang harus dikeluarkan dari dalam tubuh adalah urin, komponen apa saja menyusun urin kita, sehingga harus dikeluarkan dari dalam tubuh kita? dan coba jelaskan bagaimana urin itu terbentuk?

2. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa ada 2 kegiatan yaitu Melakukan penyaringan darah sederhana yang menunjukkan proses yang ada pada ginjal' pada kegiatan 'Ayo kita coba' dan menganalisis pengeluaran urin kegiatan 'ayo kita diskusikan'

### Inti

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan percobaan penyaringan darah sederhana pada kolom Ayo Kita Coba dan kegiatan bagaimana urin dikeluarkan dari dalam tubuh ketika kita merasa ingin buang air kecil. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat.
2. Guru membimbing peserta didik melakukan kegiatan percobaan penyaringan darah sederhana pada kolom ayo kita coba di halaman selanjutnya.

### Ayo Kita Coba

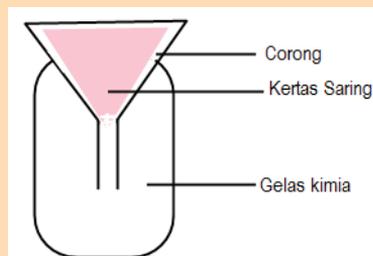
#### Model Penyaringan Darah dalam Ginjal

##### Apa yang kamu siapkan ?

Air, tepung terigu, pengaduk, gelas kimia, corong, kertas saring.

##### Apa yang kamu lakukan ?

1. Buatlah campuran dari tepung terigu dan air membentuk suatu larutan dengan perbandingan air dengan tepung 2:1.
2. Susunlah alat berikut seperti pada bagan berikut ini.



Sumber: Dokumen Kemendikbud, 2013)

Gambar 8.5. Perangkat model penyaringan darah

3. Tuangkan secara hati-hati sebagian larutan yang telah dibuat, di atas kertas saring.

4. Amatilah larutan yang terbentuk, bandingkan dengan larutan yang pertama, apa yang membedakan ?

#### **Coba pikirkan ?**

1. Bagaimana perbedaan dari air hasil larutan hasil penyaringan dan bahan awal sebelum disaring?
2. Apa yang menyebabkan berbeda?
3. Bila rangkaian percobaan pada Gambar 8.4 diumpamakan sebagai badan malpighi, maka
  - a. Corong dan kertas saring diumpamakan apa pada badan malpighi?
  - b. Gelas kimia diumpamakan sebagai apa pada badan malpighi?

#### **Alternatif Jawaban “ Ayo Kita Coba” Model Penyaringan Darah dalam Ginjal**

Pada larutan yang sudah disaring akan lebih encer dari pada larutan yang awal, zat-zat terlarut tersaring pada kertas saring. Perbedaan ini disebabkan oleh karena ada tekanan ke bawah mendorong air dan komponen-komponen melewati pori-pori dari kertas saring. Komponen yang memiliki ukuran besar tidak bisa ikut melewati kertas saring. Model ini memodelkan penyaringan yang terjadi pada ginjal manusia. Pada ginjal manusia proses penyaringan darah dilakukan melalui 3 tahap yaitu.

1. Filtrasi, dimulai dengan Bergeraknya darah dari arteri ginjal masuk ke dalam glomerulus yang berisi kapiler-kapiler darah pada bagian ini akan terjadi penyaringan pertama yang kemudian akan disimpan di dalam kapsula Bowman. Ketika darah masuk ke glomerulus, tekanan darah menjadi tinggi sehingga mendorong air dan komponen-komponen yang tidak dapat larut melewati pori-pori kapiler akan menghasilkan hasil filtrat. Cairan hasil penyaringan tersebut, tersusun dari urea, glukosa, air, ion-ion anorganik seperti Natrium, Kalium, Kalsium, dan Klor. Darah dan protein tetap tinggal di dalam kapiler darah karena tidak dapat menembus pori-pori glomerulus. Cairan yang tertampung di kapsula Bowman disebut dengan **Urin Primer**.
2. Reabsorpsi, terjadi proses penyerapan kembali zat-zat yang masih diperlukan oleh tubuh. Zat yang diserap kembali adalah glukosa, air, asam amino, dan ion-ion organik. Sedangkan urea hanya sedikit diserap kembali. Bagaimana penyerapan yang terjadi di dalam Tubulus Kontortus Proximal? Garam di dalam urin primer akan berdifusi ke dalam sel-sel epitel pada dinding-dinding ginjal. Saat garam bergerak ke dalam sel, air akan masuk juga dengan cara osmosis, yang kemudian akan masuk ke dalam pembuluh darah. Glukosa, asam amino, ion kalium dan zat-zat yang masih dibutuhkan oleh tubuh juga ditransport secara aktif maupun pasif ke dalam sel dan kemudian ke dalam kapiler darah di dalam ginjal, cairan yang dihasilkan dari proses reabsorpsi disebut dengan **Urin Sekunder**. Hasil dari reabsorpsi ini yang berupa urin sekunder mengandung air, garam, urea dan pigmen empedu yang berwarna dan bau pada urin.
3.
  - a. Corong dan kertas saring sebagai glomerulus.
  - b. Gelas kimia diumpamakan sebagai kapsula Bowman.

3. Setelah kegiatan 2, Guru membimbing peserta didik untuk menganalisis pengeluaran urin dari dalam tubuh ketika tubuh merasa ingin buang air kecil dan tubuh tidak ingin mengeluarkan air kecil dalam kolom ayo kita diskusikan. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat.

### **Ayo Kita Diskusikan**

Bagaimana pengeluaran urin dari kandung kemih? Jelaskan mekanisme yang terjadi di dalam kandung kemih kita, sehingga kita ingin membuang urin, atau tidak ingin mengeluarkan urin!

#### **Alternatif Jawaban “Ayo Kita Diskusikan”**

Proses Miksi/Mikturisi (proses berkemih) ialah proses di mana kandung kencing akan mengosongkan urin yang terdapat didalamnya sudah penuh. Mikturisi Proses ini merupakan gerak refleks yang dapat dikendalikan (dirangsang/dihambat) oleh sistem persarafan dimana gerakannya dilakukan oleh kontraksi otot perut yang menambah tekanan intra abdominalis, dan organ organ lain yang menekan kandung kencing sehingga membantu mengosongkan urine. Tekanan pada kandung kemih selain disebabkan oleh pengaruh saraf juga disebabkan oleh adanya kontraksi otot perut dan organ-organ yang menekan kandung kemih, sehingga urin bisa keluar dari tubuh kita.

#### **Penjelasan Skema**

Pertambahan vol urine → tekanan intra vesicalis meningkat → keregangan dinding vesicalis (m.detrusor) → sinyal-sinyal miksi ke pusat saraf lebih tinggi (pusat kencing) → untuk diteruskan kembali ke saraf-saraf spinal → timbul refleks spinal → melalui n. Pelvicus → timbul perasaan tegang pada vesica urinaria sehingga akibatnya menimbulkan permulaan perasaan ingin berkemih.

4. Peserta didik diminta mempelajari buku peserta didik mengenai ginjal dan proses pembentukan urin.

#### **Penutup**

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.

##### **Kesimpulan:**

Ginjal merupakan salah satu alat ekskresi, proses yang terjadi dalam ginjal.

- a. Filtrasi, dimulai dengan proses penyaringan darah sehingga terbentuk urin primer yang dilakukan di glomerulus.

- b. Reabsorpsi, terjadi penyerapan kembali zat-zat yang diperlukan oleh tubuh, zat diserap kembali adalah glukosa, air, asam amino dan ion-ion organik sehingga terbentuk urin sekunder yang terjadi di Tubulus Kontortus Proksimal.
- c. Augmentasi, terjadi penambahan zat yang tidak dibutuhkan oleh tubuh, sampai terbentuk urin sebenarnya yang terjadi di Tubulus Kontortus Distal.

Setelah urin sebenarnya terbentuk urin akan disimpan sementara di Tubulus Kolektifus, kemudian dikeluarkan dari dalam ginjal melalui ureter dan disimpan sementara di kandung kemih, ketika kandung kemih sudah penuh, akan menekan saraf sehingga tubuh merasa ingin buang air kecil, kemudian urin akan dikeluarkan dari kandung kemih melalui uretra dan dikeluarkan ke luar tubuh.

2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang berikutnya mengenai mekanisme pengeluaran keringat dan urin dalam tubuh.

### **Pertemuan ke 3 (3 JP)**

#### **Pendahuluan**

1. Guru melakukan apersepsi mengaitkan materi pada pertemuan 3 tentang bagaimana pembentukan urin dengan materi yang akan dipelajari, yaitu mengapa ketika dimusim dingin kita akan sering buang air kecil, sangat berbeda dengan ketika kamu pada suhu panas, kamu akan lebih banyak mengeluarkan keringat dari pada biasanya? Apakah mekanisme ini mempengaruhi produksi urin dalam tubuh?
2. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa ada 2 kegiatan yaitu mekanisme pengeluaran keringat pada kegiatan “Ayo Kita Diskusikan” dan melakukan percobaan sederhana mengenai zat yang dikeluarkan dari proses bernapas pada kolom “Ayo Kita Coba”.

#### **Inti**

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan menganalisis mekanisme pengeluaran keringat, pada saat tubuh mengeluarkan urin dan mengeluarkan keringat.
2. Guru membimbing peserta didik melakukan kegiatan pengaturan pengeluaran urin dan keringat pada kolom Ayo Kita Diskusikan. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat.

### ✓ Ayo Kita Diskusikan

Ketika siang hari tubuh diterpa oleh sinar matahari, kita akan mengeluarkan banyak keringat. Berbeda ketika pada musim hujan, jarang sekali kamu mengeluarkan keringat. Kamu akan lebih sering mengeluarkan urin. Mengapa hal itu terjadi? Siapa yang mengatur pengeluaran air dalam tubuh kita? Seperti pada **Gambar 8.6**.

#### Alternatif Jawaban “Ayo kita diskusikan”

Tubuh memiliki kemampuan untuk mengatur berapa banyak jumlah air yang harus dikeluarkan oleh tubuh agar jumlah air didalam darah tetap seimbang. Cairan yang ada didalam tubuh haruslah tetap seimbang dan harus tetap mempertahankan tekanan yang didalam darah. Pada otak dibagian hipotalamus, akan mengatur jumlah air didalam darah. Ketika otak mendeteksi bahwa di dalam darah terlalu banyak air, maka hipotalamus akan melepaskan sejumlah hormon yang mendorong ginjal untuk mengurangi jumlah air yang ada di dalam darah sehingga ginjal akan meningkatkan jumlah urin yang dikeluarkan. Begitu pula ketika pada suhu udara panas di siang hari, ketika jumlah cairan di dalam darah tinggi hipotalamus akan mengeluarkan hormon tertentu, dan memberikan signal pada kelenjar keringat yang ada di dalam kulit untuk memproduksi keringat yang lebih banyak otak akan mengatur kapan terjadi pengeluaran zat sisa melalui ginjal dalam bentuk urin atau melalui kulit dalam bentuk keringat. Pengaturan dilakukan dengan otak mengirim signal ke ginjal atau ke kelenjar keringat pada kulit.

Selain itu apabila suhu dingin maka pori-pori kelenjar keringat mengecil, kemudian sisa metabolit lebih banyak dikeluarkan lewat urine, sehingga lebih sering berkemih. Sebaliknya apabila suhunya panas maka pori-pori kelenjar keringat dilatasi, metabolit dikeluarkan lebih banyak lewat keringat, sehingga urine yang di hasilakan tidak banyak dan jarang berkemih.

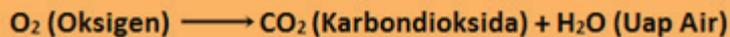
3. Peserta didik mengamati modeling yang dilakukan oleh guru, mengenai zat yang dikeluarkan pada sistem pernapasan kita pada kolom ayo kita coba. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat.

### **Ayo Kita Coba**

1. Hembuskan napas kamu didepan cermin, coba amati apa yang terjadi pada cermin tersebut ?  
\_\_\_\_\_
2. Hembuskan napas kamu di atas air kapur, coba amati apa yang akan terjadi ? apakah terjadi perubahan pada air kapur?  
\_\_\_\_\_
3. Zat apakah yang dibutuhkan oleh tubuh pada saat bernapas, dan zat apa yang dikeluarkan ?  
\_\_\_\_\_
4. Buatlah reaksi yang terjadi pada saat kita bernapas, dan zat yang diekskresikan oleh paru-paru ?  
\_\_\_\_\_

#### **Alternatif Jawaban “Ayo Kita Coba”**

Pada cermin menunjukkan cermin menjadi buram, seperti ada uapnya, ini menunjukkan bahwa pada pernapasan kita mengeluarkan uap air ( $H_2O$ ) dan pada saat kita menghembuskan pada air kapur, air kapur berubah menjadi buram hal ini menunjukkan bahwa pada pernapasan kita mengeluarkan  $CO_2$ . Hal ini dikarenakan pada saat  $CO_2$  dan air kapur bereaksi menghasilkan reaksi yang mengakibatkan air kapur berwarna buram. Pada saat proses pernapasan zat yang dibutuhkan adalah Oksigen dan menghasilkan Karbondioksida dan uap air, proses pertukaran ini terjadi pada alveolus. Reaksi pernapasan seperti pada skema berikut.



4. Peserta didik secara berkelompok berdiskusi menjawab berbagai pertanyaan yang ada pada kolom ayo kita selesaikan untuk mekanisme pengeluaran keringat dan pada kolom ayo kita coba untuk zat yang dihasilkan dalam proses pernapasan kita
5. Peserta didik diminta untuk mempelajari buku peserta didik mengenai struktur dan fungsi organ ekskresi paru-paru, hati dan kulit.

#### **Penutup**

Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.

#### **Kesimpulan:**

Pada organ ekskresi terdapat berbagai proses yaitu:

- a. Pada paru-paru akan mensekresikan gas  $CO_2$  dan  $H_2O$  dalam bentuk uap. Karbondioksida diangkut oleh darah ke alveolus sebagian besar terlarut dalam bentuk ion bikarbonat  $HCO_3$ .

- b. Pada organ hati akan mengekskresikan bilirubin hasil proses perombakan eritrosit tua, selain itu hati juga akan menguraikan kelebihan asam amino menjadi urea yang dikeluarkan melalui ginjal.
- c. Kulit akan mengeluarkan keringat yang mengandung sisa metabolisme. Aktivitas kelenjar keringat diatur oleh hipotalamus.

## Pertemuan ke 4 (2 JP)

### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi dengan menanyakan penyakit diabetes melitus yang diderita orang disekitar mereka, atau yang sering disebut dengan kencing manis. Apakah yang menyebabkan hal ini? dan peserta didik di ajak melakukan pengecekan apakah mengalami gangguan pada ginjal atau tidak.

### Ayo Kita Lakukan

#### Uji Urin

##### Apa yang akan kamu uji?

Menguji urin untuk mengidentifikasi kesehatan organ ekskresi manusia

##### Apa yang kamu duga?

---

##### Apa yang kamu sediakan?

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| - Tabung reaksi (satu tabung per sampel uji) | - Penjepit tabung reaksi |
| - Rak tabung reaksi                          | - Termometer             |
| - Pipet tetes                                | - Beker glas             |
| - Kertas label                               | - Air panas              |
| - Kaki Tiga                                  | - Pembakar spiritus      |
| - Urin                                       |                          |

##### Apa tujuan kamu menguji?

---



---

##### a. Uji urin yang Mengandung Gula

Reagen Benedik digunakan untuk menguji bahan makanan yang mengandung. Reagen ini berwarna biru jernih. Setelah sample yang diuji ditetesi reagen benedik, akan terjadi perubahan warna. Apabila sample berubah warna menjadi biru kehijauan atau kuning atau merah bata berarti bahan makanan tersebut mengandung gula. Bergantung pada kadar gula dalam sample.

### Apa yang kamu lakukan?

1. Masukkan 40 tetes (2 ml) sampel urin ke dalam tabung reaksi, beri label setiap sampel
2. Tambahkan 10 tetes larutan benedik pada masing-masing tabung reaksi.
3. Panaskan tabung reaksi dalam beker gelas yang berisi air bersuhu 40-50°C selama lima menit.
4. **Berhati-hatilah ketika menggunakan api, pada waktu mematikan pembakar spirtus jangan ditiup, tapi lakukan dengan menutup spirtus dengan penutupnya.**
5. **Hati-hati pada waktu memanaskan tabung reaksi dalam beker gelas berisi air panas.**
6. Perhatikan warna yang terjadi!

### b. Uji urin yang Mengandung Protein

Reagen biuret digunakan untuk mengetahui adanya kandungan protein pada bahan makanan. Reagen biuret reagen adalah larutan berwarna biru yang ketika bereaksi dengan protein akan berubah warna menjadi merah muda sampai ungu.

### Apa yang kamu dilakukan ?

1. Masukkan 40 tetes (2 ml) sampel urin ke dalam tabung reaksi, beri label setiap sampel
2. Tambahkan 3 tetes reagen biuret untuk masing-masing tabung. Kocok perlahan-lahan untuk mencampur.
3. Perhatikan perubahan warna yang terjadi!

### Data pengamatan

Isikan data pengamatan kamu dengan cermat dan teliti sesuai dengan hasil praktikum

Sampel urin	Uji glukosa	Uji protein	Ada/tidak endapan	Warna	Gangguan yang mungkin

### Analisis

1. Apa yang kamu ketahui tentang kandungan yang ada pada urin pada manusia !
2. Tulislah kelaianan yang dapat diketahui dari hasil pemeriksaan urin!

## Kesimpulan

---

---

### Alternatif Jawaban “Ayo Kita Lakukan”

Urin orang normal mengandung **Unsur-unsur dalam urin**, unsur-unsur normal dalam urin.

- a. Air
- b. Urea (25-30 gram) merupakan hasil akhir dari metabolisme protein pada mamalia.
- c. Amoniak, pada keadaan normal terdapat sedikit dalam urin segar. Adanya amoniak menyebabkan urin berbau.
- d. Kreatinin dan kreatin (kreatinin: produk pemecahan kreatin), normalnya 20-26 mg/kg pada laki-laki, dan 14-22 mg/kg pada perempuan.
- e. Asam urat, adalah hasil akhir terpenting oksidasi purin dalam tubuh. Asam urat sangat sukar larut dalam air, tetapi mengendap membentuk garam-garam yang larut dengan alkali. Pengeluaran asam urat meningkat pada penderita leukimia, penyakit hati berat.
- f. Klorida (terutama NaCl) dalam bentuk garam, pengeluarannya tergantung dari masukan.
- g. Mineral: Na, Ca, K, Mg ada sedikit dalam urin.
- h. Vitamin, hormon dan enzim dalam urin sedikit.
- i. Pigmen warna dari empedu.

Ketika urin seseorang mengandung protein kemungkinan dia menderita albuminaria, yang disebabkan gangguan pada proses filtrasi pada glomerulus ginjal, sedangkan jika pada urin mengandung glukosa kemungkinan dia menderita diabetes melitus yang disebabkan gangguan pada proses reabsorpsi pada tubulus kontortus proksimal. Untuk uji urin dan melihat perubahan warna, video dapat dilihat pada link website <http://www.youtube.com/watch?v=tDKqzinkTrw>

### Informasi tambahan

Urin memiliki sifat-sifat sebagai berikut.

- a. Volume urin normal orang dewasa 600 – 2500 ml/hari, ini tergantung pada masukan air, suhu luar, makanan dan keadaan mental/fisik individu.
- b. Berat jenis berkisar antara 1,003 – 1,030.
- c. Reaksi urin biasanya asam dengan pH kurang dari 6 (bekisar 4,7-8). Bila masukan protein tinggi, urin menjadi asam sebab fosfat dan sulfat berlebihan dari hasil katabolisme protein. Keasaman meningkat pada asidosis dan demam. Urin menjadi basa karena perubahan urea menjadi amoniak dan kehilangan CO<sub>2</sub> di udara. Urin menjadi alkali pada alkalosis seperti setelah banyak muntah.

- d. Warna urin normal adalah kuning pucat atau ambar. Pigmen utamanya urokrom, sedikit urobilin dan hemopofirin. Pada keadaan demam, urin berwarna kuning tua atau kecoklatan, pada penyakit hati pigmen empedu mewarnai urin menjadi hijau, coklat, atau kuning tua. Darah (hemoglobin) memberi warna seperti asap sampai merah pada urin. Urin sangat asam mengendapkan garam-garam asam urat.
- e. Urin segar beraroma sesuai dengan zat-zat yang dimakan.

Pada pengamatan, urin memiliki warna yang berbeda. Warna urin berbeda tergantung pada makanan yang dikonsumsi, obat-obatan yang dikonsumsi, dan masalah kesehatan. Berikut beberapa contoh warna urin abnormal.

- a. Warna jernih, walau warna jernih seringkali dianggap normal, namun jika hal ini terus menerus menjadi warna kemih maka hal ini menunjukkan bahwa tubuh terlalu banyak mengkonsumsi cairan. Mineral air yang dikonsumsi selayaknya disesuaikan dengan berat badan, contohnya jika berat badan 60kg maka dalam sehari cairan yang dikonsumsi hanya 2 liter. Disamping itu, warna tersebut juga mengindikasikan adanya gangguan hati, seperti hepatitis virus akut atau sirosis. Tapi kondisi tersebut juga disertai gejala lain, seperti kulit yang menguning, mual, muntah, demam dan rasa kelelahan.
- b. Warna coklat atau gelap seperti teh. Kondisi ini tidak bisa dianggap ringan. Apalagi jika disertai dengan tinja berwarna pucat, karena hal tersebut merupakan adanya gangguan hati. Keadaan lain yang bisa menimbulkan warna tersebut adalah saat dehidrasi (kekurangan cairan) atau mengkonsumsi vitamin tertentu khususnya vitamin B atau obat-obatan lainnya.
- c. Warna keruh, jika urine berwarna keruh dan disertai mengalami sakit punggung atau perut bagian bawah kemih dan merasa seperti demam, dapat dicurigai sebagai infeksi pada saluran kemih.
- d. Warna kuning cerah atau seperti neon. Bertanda bahwa tubuh terlalu banyak mengkonsumsi suplemen. Dan bertanda bahwa tubuh sedang dehidrasi. Solusinya adalah perbanyak minum.
- e. Warna merah muda atau merah. Warna merah pada urin bisa berbahaya bila disebabkan karena darah. Penyebab lainnya adalah mengkonsumsi bahan kimia atau obat-obatan atau makanan tertentu. Berbagai penyakit seperti infeksi saluran kencing dan gangguan ginjal dapat menunjukkan kencing darah. Mengkonsumsi makanan tertentu terutama buah naga yang berwarna merah. Selain dari makanan atau minuman yang dikonsumsi, efek warna ini timbul dari obat pencahar yang dikonsumsi.
- f. Warna orange atau jingga. Di pengaruhi oleh obat-obatan yang dikonsumsi, pengaruh dari konsumsi makanan seperti jeruk atau yang berwarna merah. Namun juga indikasi tubuh sedang mengalami dehidrasi.
- g. Warna Hijau. Asparagus dapat menyebabkan warna urin kuning atau gelap warna urin hijau. Asparagus adalah contoh dari penyebab alami dari urin hijau, tapi jangan lupa tentang pewarna seperti pewarna makanan.

Pewarna makanan buatan dengan mudah dapat menjadi penyebab air seni hijau. Minum bir hijau juga dapat menjadi hijau urin anda karena pewarna makanan hijau di bir. Tentu saja, intensitas urin hijau tergantung pada berapa banyak bir hijau kamu minum. Makanan lain yang perlu dipertimbangkan adalah licorice hitam.

2. Guru menginformasikan pada peserta didik kegiatan pada hari ini adalah melakukan uji urin untuk mengetahui gangguan dalam sistem ekskresi kegiatan pada kolom Ayo Kita Lakukan.

### **Inti**

1. Guru membimbing peserta didik dalam melakukan percobaan uji urin sesuai dengan kolom Ayo Kita Lakukan. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat.
2. Peserta didik secara berkelompok berdiskusi menjawab pertanyaan mengenai hasil pengujian urin, dan memperkirakan penyebab dan kerusakan organ pada gangguan yang terjadi seperti pada kolom ayo kita lakukan.

### **Penutup**

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.

#### **Kesimpulan:**

Urin orang normal mengandung air, urea, amoniak, kreatin, asam urat, NaCl, mineral, vitamin yang tidak dibutuhkan oleh tubuh dan pigmen warna dari empedu. Jika urin seseorang mengandung glukosa kemungkinan seseorang tersebut menderita diabetes melitus, bisa juga bila ketika diuji urin mengandung protein kemungkinan dia menderita albuminaria. Selain kelaian itu ada berbagai kelainan lagi yang bisa muncul, misalnya biang keringat, nefritis dan lain-lain.

2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang berikutnya mengenai bagaimana pola hidup yang seharusnya kita lakukan, untuk menjaga kesehatan organ ekskresi kita.

### **Pertemuan ke 5 (3 JP)**

#### **Pendahuluan**

1. Guru melakukan apersepsi dengan menunjukkan kondisi hati manusia pada saat kondisi orang sehat dan efek yang dihasilkan ketika pengkonsumsian alkohol secara terus-menerus, yang mengakibatkan

terjadi gangguan pada hati, peserta didik ditanya bagaimana pendapatnya setelah melihat fenomena itu? Mengapa bisa merusak hati?

2. Guru menginformasikan kepada peserta didik bahwa kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan adalah menyusun kegiatan yang harus dilakukan untuk menjaga kesehatan sistem ekskresi dalam kolom Ayo Kita Lakukan

### Inti

1. Peserta didik secara berkelompok melakukan kegiatan berdiskusi pola/ aktivitas sehari-hari yang akan menjaga kesehatan pada sistem ekskresi dalam kolom ayo kita lakukan. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat.

### Ayo Kita Lakukan

Setelah kamu membahas mengenai proses pengeluaran zat sisa di dalam tubuh dan sudah mengetahui berbagai macam penyakit yang muncul di dalam sistem ekskresi, rancanglah pola hidup sehat apakah yang bisa kamu lakukan untuk menjaga sistem ekskresi.

2. Guru membimbing peserta didik dalam menyusun aktivitas yang dapat menjaga kondisi kesehatan pada sistem ekskresi.

### Alternatif jawaban “ Ayo Kita Lakukan”

#### 1. Menjaga kesehatan ginjal

- Minum banyak air putih – Tubuh terdiri atas 60%–70% air. Tanpa air, sel tidak akan bertahan hidup dan proses biokimia dan fisiologis dalam tubuh tidak akan bekerja dengan benar. Pakar kesehatan menganjurkan untuk minum setidaknya delapan gelas per hari. Konsumsi air mineral dua gelas saat bangun tidur, satu gelas sebelum dan sesudah makan, dan dua gelas sebelum tidur.
- Kurangi makanan asin – Natrium klorida adalah nama kimia dari garam. Natrium dan klorida adalah elektrolit dan bertanggung jawab dalam mempertahankan neraca air elektrolit dan keasaman serta kebasaaan darah. Jika mereka tertelan secara berlebihan, mereka dapat menyebabkan ketidakseimbangan dan menyebabkan akumulasi di ginjal, yang akhirnya akan mengakibatkan disfungsi ginjal.
- Terapkan pola hidup sehat – Tubuh seperti satu mesin yang diminyaki. Jika satu bagian tidak berfungsi dengan baik, maka semuanya akan terpengaruh. Makan dengan baik, tidur dengan baik, dan hidup dengan baik dengan cara rutin berolahraga, dan kurangi makan daging yang berlemak karena daging lemak dapat menyebabkan beberapa penyakit.

## 2. Menjaga kesehatan hati

- **Sayuran Organik**  
Usahakan untuk mengonsumsi makanan organik, karena alami dan sangat sedikit pestisida. Penggunaan pestisida yang susah dibersihkan berpotensi terkena serangan radikal bebas serta keracunan makanan.
- **Vitamin**  
Sertakan makanan setiap hari dengan menu seperti kentang, almond, brokoli dan wortel, karena makanan ini kaya akan vitamin dan mineral.
- **Karbohidrat seimbang**  
Jika mengonsumsi banyak karbohidrat melebihi yang dibutuhkan, menyebabkan penumpukan lemak di hati. Garam yang berlebih juga menyebabkan disfungsi hati. Kalori tubuh yang masuk dan yang keluar perlu diseimbangkan agar tidak menjadi lemak.
- **Kurangi kafein**  
Jika Kamu pecinta kopi, sebaiknya mulai untuk mengurangi. Daripada minum 3-4 cangkir kopi setiap hari, lebih baik diganti dengan 8-10 gelas air putih setiap hari.
- **Singkirkan stres**  
Stres salah penyebab dari masalah kesehatan, termasuk hati. Stres juga menghasilkan kebiasaan buruk seperti merokok dan menegak alkohol.
- **Rajin olahraga**  
Olahraga membuka pori-pori, meningkatkan sirkulasi darah, membakar lemak dan membuat pikiran menjadi lebih tenang. Olahraga seperti renang dan jalan santai (joging) membuat hati sehat.

3. Peserta didik diminta untuk mempresentasikan berbagai aktivitas yang dirancang yang dapat menjaga sistem ekskresi manusia

## Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan

### **Kesimpulan**

Pola hidup yang bisa kita lakukan adalah dengan menjaga pola makan yang seimbang, menjaga kebersihan diri, menghindari dari minum-minuman kafein, alkohol dan berolahraga dengan rutin.

2. Guru menugaskan peserta didik belajar menghadapi tes pada pertemuan berikutnya.

## G. Penilaian

1. Jenis/teknik penilaian: tes tulis, pengamatan sikap, dan unjuk kerja.
2. Bentuk instrumen dan instrumen: lembar tes tulis berbentuk essay yang tertera pada buku peserta didik dan lembar pengamatan untuk sikap dan keterampilan seperti yang tertera buku guru bagian penilaian.

**Tabel 8.3** Teknik Penilaian untuk Setiap Indikator

No.	KD	Indikator	Teknik Penilaian
1.	2.1	Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari.	Pengamatan sikap
	2.2	Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan.	Pengamatan sikap
2	3.9.1	Menyebutkan organ-organ penyusun sistem ekskresi pada manusia	Tes tulis
	3.9.2	Mendeskripsikan fungsi sistem ekskresi.	Tes tulis
	3.9.3	Menjelaskan hubungan struktur dan fungsi pada organ ginjal	Tes tulis
	3.9.4	Menjelaskan hubungan struktur dan fungsi pada organ paru-paru	Tes tulis
	3.9.5	Menjelaskan hubungan struktur dan fungsi pada organ hati	Tes tulis
	3.9.6	Menjelaskan hubungan struktur dan fungsi pada organ kulit	Tes tulis
	3.9.7	Mengidentifikasi kelainan dan penyakit yang terjadi pada sistem ekskresi	Tes tulis
	3.9.8	Menyebutkan berbagai pola hidup untuk menjaga kesehatan sistem ekskresi	Tes tulis
3.	4.9.1	Membuat peta pikiran yang menunjukkan hubungan struktur dan fungsi sistem ekskresi pada manusia	Tes unjuk kerja
	4.9.2	Menyusun rencana pola hidup yang harus kita lakukan untuk menjaga sistem ekskresi	Tes unjuk kerja

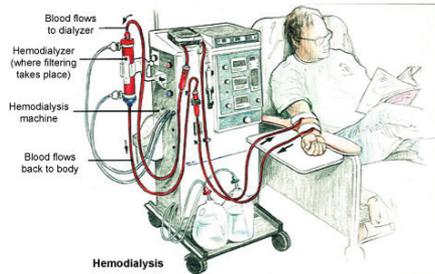
## H. Program Remedial dan Pengayaan

Berdasarkan analisis hasil tes peserta didik yang belum memenuhi KKM di beri program remedial sedangkan yang sudah memenuhi KKM di beri program pengayaan, pelaksanaan program remedial dan pengayaan dapat di lihat pada Bagian Umum buku guru ini

## Materi Pengayaan

### Cuci Darah (Hemodialisis) dan Transplantasi Ginjal

Ketika kamu membaca atau mendengar istilah cuci darah apa yang kamu pikirkan ? Ketika seseorang melakukan cuci darah kira-kira organ apa yang mengalami gangguan? Bagaimanakah proses dari cuci darah itu sendiri? Agar kamu paham, simak uraian berikut ini!



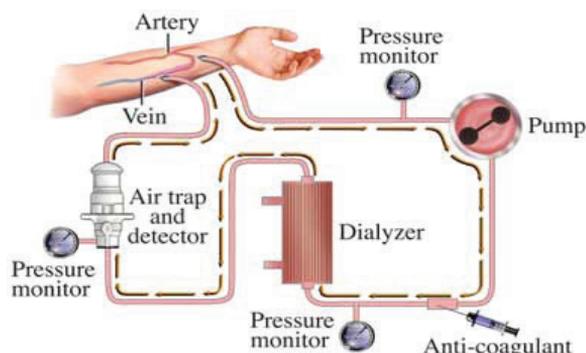
Gambar 8.1 Seorang yang sedang melakukan cuci darah

Setiap orang umumnya mempunyai sepasang ginjal, kiri dan kanan. Bentuknya seperti kacang polong dengan ukuran panjang sekitar 10 cm, lebar 5,5 cm, tebal 3 cm, dengan berat sekitar 150 gr. Ginjal mempunyai fungsi utama sebagai penyaring darah kotor, yaitu darah yang telah tercampur dengan sisa metabolisme tubuh. Sisa hasil metabolisme antara lain ureum, asam urat, dll. Hasil saringan kemudian akan dikeluarkan dalam bentuk air seni, sedangkan darah yang telah bersih dikembalikan ke pembuluh darah besar untuk beredar kembali ke seluruh tubuh. Dalam sehari ginjal harus menyaring sekitar 170 liter darah.

Jika dengan suatu sebab, ginjal tidak dapat berfungsi maka harus dicarikan suatu terapi pengganti, artinya menggantikan pekerjaan ginjal yang tidak berfungsi lagi. Kerusakan ginjal ini mengakibatkan sampah metabolisme dan air tidak dapat lagi dikeluarkan. Dalam kadar tertentu, sampah tersebut dapat meracuni tubuh, sesak napas karena penimbunan cairan, gangguan asam-basa di dalam darah ataupun karena gangguan elektrolit, kemudian menimbulkan kerusakan jaringan bahkan kematian. Untuk mengatasi keadaan ini ada beberapa alternative yang ditawarkan yakni hemodialisis dan transplantasi ginjal.

**Hemodialisis** (cuci darah) berasal dari kata *haemo* yang berarti darah dan *dialisis* yang berarti dipisahkan. Hemodialisis merupakan salah satu dari terapi pengganti ginjal, yang digunakan pada penderita dengan penurunan fungsi ginjal, baik akut maupun kronik. Prinsip dasar dari Hemodialisis adalah dengan menerapkan proses difusi dan ultrafiltrasi pada ginjal buatan, dalam membuang sisa-sisa metabolisme tubuh dengan menggunakan mesin.

Pada proses hemodialisis, darah dari pembuluhnya disalurkan melalui selang kecil ke mesin yang disebut *dializer*. Setelah itu, darah yang telah bersih dikembalikan ke tubuh. Di dalam *dializer*, darah akan melewati membran yang berfungsi sebagai saringan. Sampah hasil penyaringan akan dimasukkan ke dalam cairan yang disebut larutan *dialisat*. Selanjutnya, *dialisat* yang telah tercampur dengan sampah hasil penyaringan akan dipompa keluar, kemudian diganti dengan larutan dialisat yang baru.



Gambar 8.2 Mekanisme Cuci Darah (Hemodialisis)

Walaupun hemodialisis berfungsi mirip dengan cara kerja ginjal, tindakan ini hanya mampu menggantikan sekitar 10% kapasitas ginjal normal. Selain itu, hemodialisis bukannya tanpa efek samping. Beberapa efek samping hemodialisis antara lain tekanan darah rendah, anemia, kram otot, detak jantung tak teratur, mual, muntah, sakit kepala, infeksi, pembekuan darah (trombus), dan udara dalam pembuluh darah (emboli).

Pada gagal ginjal kronik, hemodialisis biasanya dilakukan 3 kali seminggu. Satu sesi hemodialisis memakan waktu sekitar 3 sampai 5 jam. Selama ginjal tidak berfungsi, selama itu pula hemodialisis harus dilakukan, kecuali ginjal yang rusak diganti ginjal yang baru dari donor. Tetapi, proses pencangkokan ginjal sangat rumit dan membutuhkan biaya besar.

Hemodialisis dapat dikerjakan untuk awal pada penderita gagal ginjal. Walaupun cuci darah menyelamatkan nyawa dan memperbaiki kualitas hidup pasien, namun upaya ini tidak bisa memulihkan pasien kembali normal seperti sedia kala. Selain itu biaya untuk melakukan cuci darah juga lumayan mahal.

Gagal ginjal merupakan lanjutan dari penyakit ginjal menahun. Jumlah pasien dengan penyakit ginjal menahun banyak sekali, ratusan ribu di seluruh Indonesia. Masalahnya, pasien penyakit ginjal menahun yang belum masuk tahap gagal ginjal akan sukut untuk diketahui. Jadi, tantangan pemerintah adalah melaksanakan program yang efektif untuk mencegah pasien penyakit ginjal menahun agar tidak memburuk, agar tidak progresif menjadi tahap gagal ginjal menahun yang memerlukan cuci darah.

Proses kerusakan ginjal biasanya makan waktu sepuluh tahun atau lebih. Ada beberapa penyakit yang paling sering menyebabkan kerusakan ginjal progresif, yaitu kencing manis (diabetes) dan tekanan darah tinggi. Beberapa penyakit lain yang kemudian bisa berlanjut ke gagal ginjal antara lain adalah penyakit batu ginjal, infeksi ginjal, glomerulonefritis.

Namun untuk yang sudah telanjur gagal ginjal, yang sedang menjalani cuci darah, maka perlu dilanjutkan secara teratur, karena mutlak diperlukan untuk menggantikan fungsi ginjal dan bermanfaat untuk bisa menjalankan aktivitas sehari-hari.

### **Transplantasi ginjal**

Transplantasi ginjal berarti ginjal dipindahkan dari donor ke resipien. Transplantasi ginjal merupakan pilihan ideal untuk pengobatan gagal ginjal. Organ ginjal yang ditransplantasikan dapat berasal dari donor (jenazah) atau dari donor hidup.

Di Indonesia transplantasi ginjal pertama dilaksanakan pada tahun 1977 oleh dr. Sidabutar dkk. Umur termuda yang pernah mengalami transplantasi ginjal di Indonesia ialah umur 14 tahun. Di negara maju, transplantasi ginjal pada anak dapat dilakukan sejak neonatus sampai umur 20 tahun. Ketahanan ginjal donor hidup (*living donor grafts*) adalah 87% untuk 1 tahun pertama dan 68% untuk 5 tahun pertama. Sedangkan untuk donor cadaver (*cadaveric grafts*) masing 72% dan 50%.

## **I. Interaksi dengan Orang Tua**

Komunikasi dengan orang tua dapat menggunakan buku penghubung, yang dapat dilihat kembali pada Bagian Umum buku guru ini.

## **J. Kunci Uji Kompetensi pada Buku Peserta didik**

### **A. Pilihan Ganda**

- |      |       |
|------|-------|
| 1. D | 6. D  |
| 2. D | 7. D  |
| 3. C | 8. B  |
| 4. A | 9. B  |
| 5. D | 10. B |

## B. Uraian

1. Ginjal = urin  
Hati = urea, empedu  
Paru-paru = CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O  
Kulit = Keringat
2. Proses penyaringan darah

Proses	Tempat	Bahan	Hasil
Filtrasi	Terjadi di Glomerulus	Darah	Urin primer
Reabsorpsi	terjadi di TKP	Urin primer	Urin sekunder
Augmentasi	terjadi di TKD	Urin sekunder	Urin

3. Pada otak dibagian hipotalamus, akan mengatur jumlah air di dalam darah. Ketika otak mendeteksi bahwa di dalam darah terlalu banyak air, maka hipotalamus akan melepaskan sejumlah hormon yang mendorong ginjal untuk mengurangi jumlah air yang ada didalam darah sehingga ginjal akan meningkatkan jumlah urin yang dikeluarkan. Begitu pula ketika pada suhu udara panas di siang hari, ketika jumlah cairan didalam darah tinggi hipotalamus akan mengeluarkan hormon, dan memberikan signal pada kelenjar keringat yang ada didalam kulit untuk memproduksi keringat yang lebih banyak.
4. a) Membantu proses metabolisme tubuh. Hati berfungsi mengontrol gula darah, karena gula darah yang berlebih akan diubah menjadi glikogen.  
b) Membantu detoksifikasi, yaitu menghilangkan racun yang ada dalam tubuh.
5. Pasien menderita albuminuria (di dalam urin terdapat protein) kerusakan pada glomerulus dan menderita diabetes melitus (di dalam urin terdapat glukosa) kerusakan pada TKP

## Jawaban Pemecahan Masalah

### Bagian 1

Latihan fisik berhubungan dengan kesehatan, Latihan fisik secara teratur baik untuk kesehatan kita.

#### Pertanyaan 1: latihan fisik

Apa keuntungan dari latihan fisik secara teratur? Lingkarilah “ Ya” atau “ Tidak” untuk setiap pernyataan.

**Jawab:**

Apakah ini keuntungan dari latihan fisik secara teratur ?	Ya atau Tidak
Latihan fisik membantu mencegah penyakit jantung	Ya
Latihan fisik mengarah ke pola makan yang sehat	Ya
Latihan fisik membantu untuk menghindari kelebihan berat badan	Ya

#### Pertanyaan 2

Apa yang terjadi pada otot ketika dilakukan latihan fisik? Lngkarilah “ Ya” atau “ Tidak” untuk setiap pernyataan.

**Jawab**

Apa yang terjadi pada otot ketika dilakukan latihan fisik?	Ya atau Tidak
Otot mendapatkan peningkatan aliran darah	Ya
Lemak terbentuk pada otot	Tidak

#### Pertanyaan 3

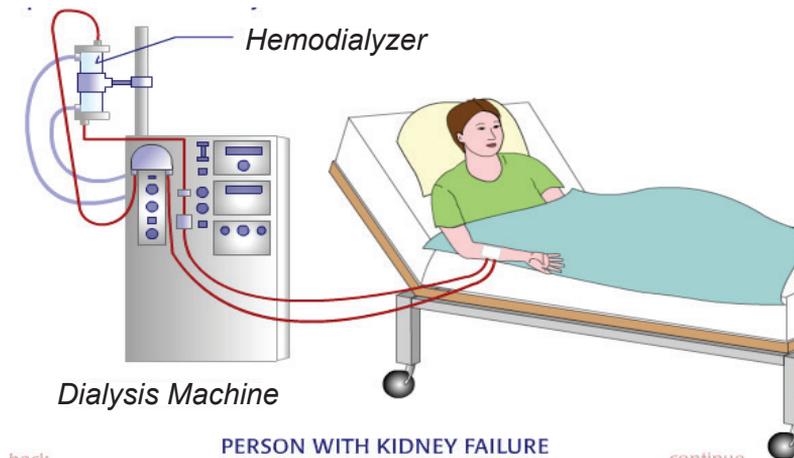
Mengapa kamu harus bernapas lebih berat ketika kamu melakukan latihan fisik dibanding ketika tubuh kamu sedang beristirahat?

**Jawab**

Pada waktu melakukan latihan fisik bernafas lebih berat dibanding waktu istirahat, karena pada waktu latihan fisik diperlukan oksigen lebih banyak. Oksigen yang masuk ke tubuh (melalui pernafasan) digunakan untuk membongkar makanan. Pembongkaran makanan oleh oksigen untuk melepas energy dan  $\text{CO}_2$ . Selanjutnya energy digunakan untuk latihan fisik dan  $\text{CO}_2$  dikeluarkan melalui pernafasan.

## Bagian 2

Pernahkah kamu mendengar ada orang sakit ginjal dan mengalami cuci darah? Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar di atas menunjukkan proses cuci darah (hemodialisis) pada penderita gagal ginjal. Carilah informasi sebanyak-banyaknya dari berbagai sumber, dan jawablah pertanyaan berikut:

- a. Apa yang menyebabkan seseorang mengalami gagal ginjal?

**Jawab:**

Penyebab seseorang harus menjalani cuci darah (hemodialisis) adalah karena seseorang tersebut mengalami gagal ginjal. Salah satu penyebab meningkatnya angka kejadian penyakit gagal ginjal adalah pola hidup dan pola makan masyarakat yang berubah seperti banyak mengonsumsi makanan berkadar lemak tinggi dan berkolesterol. Penyebabnya lain bisa bermacam-macam, di antaranya diabetes melitus, komplikasi dari diabetes mellitus, hipertensi, dan juga karena infeksi, konsumsi obat-obatan dan mengonsumsi minuman keras yang dioplos dengan minuman suplemen. Hal ini lah yang menyebabkan ginjal mengalami kerusakan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik dalam menyaring darah.

- b. Mengapa penderita gagal ginjal menjalani cuci darah?

**Jawab:**

Bagian yang berperan sebagai ginjal buatan adalah hemodializer. Di dalamnya terdapat tabung-tabung dengan dinding semi permiabel untuk melewatkan darah. Di luar tabung-tabung tersebut terdapat cairan dialisat yang merupakan cairan kimia yang menyerupai darah bersih tetapi tanpa sel-sel darah sehingga berbeda konsentrasinya dengan darah.

c. Bagaimana proses hemodialisis?

**Jawab:**

Darah yang mengandung racun di dikeluarkan dari dalam tubuh penderita gagal ginjal kemudian dialirkan masuk ke dalam alat hemodialisis (*hemodializer*). Selanjutnya, karena adanya perbedaan konsentrasi antara darah dengan cairan dialisis menyebabkan zat-zat yang bersifat toksik di dalam darah akan melewati membrane tabung yang bersifat semi permeabel dan berpindah ke dalam cairan dialisis. Cairan dialisis ini akan dikeluarkan dari mesin dialyzer dan diganti dengan cairan dialisis yang baru. Sedangkan darah yang sudah tidak mengandung zat toksik dialirkan kembali masuk ke dalam tubuh manusia.

d. Bagaimana supaya kita tidak sampai mengalami sakit ginjal?

**Jawab:**

Mengonsumsi air yang cukup yang sesuai dengan aktivitas dan kebutuhan tubuh. Tidak terlalu banyak mengonsumsi makanan yang mengandung bahan kimia karena dapat membebani kerja ginjal. Tidak menunda waktu terlalu lama untuk buang air kecil seandainya sudah merasa ingin buang air kecil.

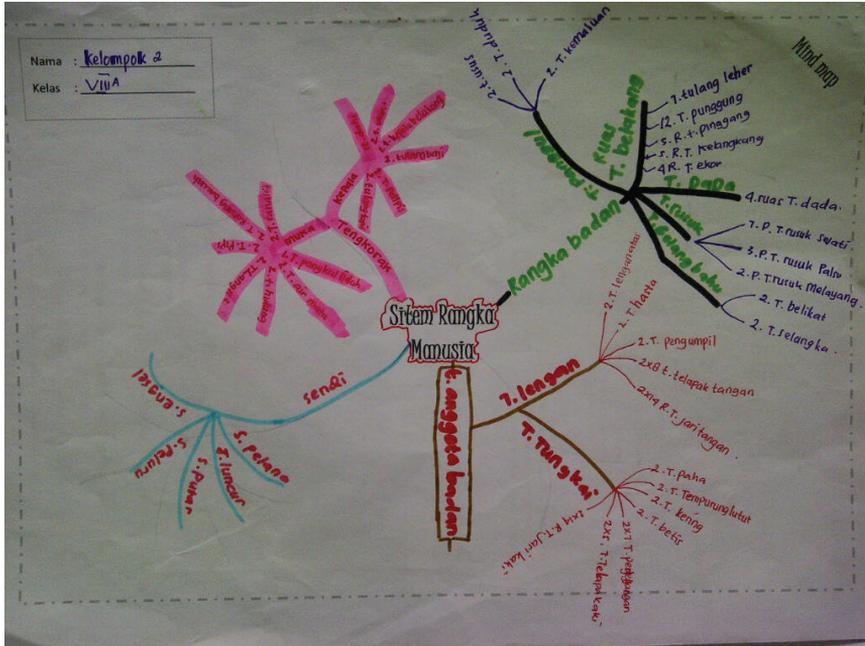
## K. Proyek

### Tugas Proyek

Setelah kamu mempelajari sistem ekskresi, secara berkelompok, coba buatlah peta pikiran (*mapping mind*) tentang struktur dan fungsi sistem ekskresi pada manusia dan penerapannya dalam menjaga kesehatan diri. Presentasikan hasil mapping mind kelompok kamu di depan kelas, bandingkan dengan hasil kelompok lain, setelah itu tempelkan *mapping mind* kamu pada majalah dinding kelas!

**Peta pikiran (*mapping mind*)** adalah suatu cara mengorganisasikan dan menyajikan konsep, ide atau informasi lainnya dalam bentuk diagram dengan menggunakan kombinasi gambar (simbol), warna dan garis-garis yang saling menghubungkan konsep yang dipetakan, hal ini bertujuan untuk membantu peserta didik dapat melihat suatu materi sebagai suatu pengetahuan yang utuh (holistik) sehingga dapat diingat dengan cepat dan efisien. Pembuatan peta pikiran biasanya dimulai dengan menentukan topik utama yang diletakkan di bagian tengah kemudian dilengkapi subtopik-subtopik yang menjelaskan topik utama yang diletakkan di sekeliling topik utama dan dihubungkan oleh garis-garis. Setiap subtopik akan diberi keterangan yang relevan. Berikut ini adalah contoh peta pikiranyang dibuat oleh seorang peserta didik.

### Contoh Mapping Mind



#### Alternatif Jawaban “Tugas Proyek”

Hasil *mapping mind* dari peserta didik kemungkinan akan sangat beragam. Guru dapat memberikan penilaian dengan menggunakan rubrik penilaian *mapping mind* berikut ini.

#### Rubrik Penilaian *Mind Map* Peserta didik

No	Kriteria Penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
1	Kejelasan topik utama	1	2	3	4	5
2	Kesesuaian sub topik dengan topik utama	1	2	3	4	5
3	Kesesuaian keterangan untuk sub topik	1	2	3	4	5
4	Hubungan antar konsep	1	2	3	4	5
5	Penggunaan gambar/symbol	1	2	3	4	5
6	Penggunaan warna	1	2	3	4	5
7	Kerapian dan keterbacaan	1	2	3	4	5
Skor total						

$$\text{Nilai Mind Map} = \frac{\text{sekor total}}{35} \times 100$$

Sumber : Diadaptasi dari kriteria penilaian kemampuan visual oleh Cambell, dkk (2004:303)



# Bab IX

## Pendengaran dan Sistem Sonar pada Makhluk Hidup

### A. Pengantar

Pada Bab IX buku ini memuat materi Indera Pendengaran dan Sistem Sonar pada Makhluk Hidup. Bab IX mencakup tujuan menjelaskan hubungan antara struktur dan fungsi organ pendengaran pada manusia, menjelaskan proses mendengar pada manusia, menjelaskan hubungan antara periode dan frekuensi pada getaran, membedakan karakteristik gelombang, hubungan antara periode, frekuensi, cepat rambat gelombang dan panjang gelombang, karakteristik bunyi, membedakan infrasonik, audiosonik dan ultrasonik, menjelaskan resonansi dan sistem sonar dalam makhluk hidup

### B. KI dan KD pada Materi Sistem Pendengaran dan Sistem Sonar pada Makhluk Hidup

Berikut ini adalah KI, KD dan indikator Bab IX tentang Indera pendengaran dan sistem sonar pada makhluk hidup . KI dan KD diambil dari Lampiran Permen Dikbud No 68 th 2013. Indikator yang tercantum pada buku ini dapat lebih dikembangkan lagi oleh guru.

**Tabel 9.1.** KI, KD dan Indikator pencapaian kompetensi Bab IX tentang indera pendengaran dan sistem sonar pada makhluk hidup

<b>Kompetensi Inti</b>	3. Memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata
<b>Kompetensi Dasar</b>	3.10 Memahami konsep getaran, gelombang, bunyi, dan pendengaran, serta penerapannya dalam sistem sonar pada hewan dan dalam kehidupan sehari-hari
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
3.10.1. Menjelaskan hubungan antara struktur dan fungsi organ pendengaran pada manusia 3.10.2 Menjelaskan proses mendengar pada manusia	

3.10.3 Menjelaskan hubungan antara periode dan frekuensi pada getaran 3.10.4 Membedakan karakteristik gelombang transversal dan gelombang longitudinal 3.10.5 Mendeskripsikan hubungan antara periode, frekuensi, cepat rambat gelombang, dan panjang gelombang 3.10.6 Menyebutkan karakteristik gelombang bunyi. 3.10.7 Membedakan infrasonik, audiosonik, dan ultrasonik. 2.9.8 Mengidentifikasi gejala resonansi dalam kehidupan sehari-hari. 3.10.9 Mendeskripsikan sistem sonar serta pemanfaatan sistem sonar dalam teknologi	
<b>Kompetensi Inti</b>	4. Mengolah, menyaji, dan menalar dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori
<b>Kompetensi Dasar</b>	4.10 Melakukan pengamatan atau percobaan tentang getaran, gelombang, dan bunyi
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
4.10.1 Melakukan percobaan dan pengamatan tentang getaran 4.10.2 Melakukan percobaan dan pengamatan tentang gelombang bunyi.	

## C. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada bab IX ini, peserta didik diharapkan dapat melakukan hal-hal berikut.

1. Menjelaskan hubungan antara struktur dan fungsi organ pendengaran pada manusia.
2. Menjelaskan proses mendengar pada manusia.
3. Menjelaskan hubungan antara periode dan frekuensi pada getaran.
4. Melakukan pengamatan tentang getaran.
5. Membedakan karakteristik gelombang transversal dan gelombang longitudinal.
6. Melakukan percobaan dan pengamatan tentang gelombang.
7. Mendeskripsikan hubungan antara periode, frekuensi, cepat rambat gelombang, dan panjang gelombang.
8. Menyebutkan karakteristik gelombang bunyi.
9. Melakukan percobaan tentang bunyi.
10. Membedakan infrasonik, audiosonik, dan ultrasonik.
11. Mengidentifikasi gejala resonansi dalam kehidupan sehari-hari.
12. Mendeskripsikan sistem sonar pada makhluk hidup.
13. Menjelaskan ekolokasi pada kelewar.
14. Mengidentifikasi berbagai teknologi yang memanfaatkan sistem sonar.

## D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab IX tentang Indera Pendengaran dan Sistem Sonar pada Makhluk Hidup, memerlukan waktu 18 jam atau 7 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/ minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 6 TM tersebut adalah sebagai berikut

Tabel 9.2. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pertemuan ke	Materi	JP
1	Struktur Indera Pendengaran <ul style="list-style-type: none"><li>• Struktur telinga pada manusia</li><li>• Kerja dari gendang telinga</li><li>• Percobaan bandul mengenai getaran</li></ul>	3 jp
2	Proses Mendengar <ul style="list-style-type: none"><li>• Percobaan gelombang</li><li>• Percobaan terbentuknya bunyi</li></ul>	2 jp
3	Bunyi <ul style="list-style-type: none"><li>• Percobaan proses pendengaran</li><li>• Percobaan bunyi (tinggi rendah dan kuat lemah bunyi)</li></ul>	3 jp
4	Resonansi <ul style="list-style-type: none"><li>• Percobaan resonansi pada ayunan</li><li>• Pemanfaatan pemantulan bunyi</li></ul>	2 jp
5	Pemantulan Bunyi <ul style="list-style-type: none"><li>• Percobaan pemantulan bunyi</li><li>• Pemanfaatan pemantulan bunyi</li></ul>	3 jp
6.	Sistem sonar <ul style="list-style-type: none"><li>• Melakukan analisis ekolokasi pada kelelawar yang memanfaatkan sistem sonar</li><li>• Pemanfaatan sistem soanar</li><li>• Dampak adanya sistem sonar</li></ul>	2 jp
7.	Tes Tulis	2 jp

## E. Materi Esensial

1. Telinga manusia dibagi menjadi beberapa bagian yaitu, telinga bagian luar terdiri dari daun telinga dan saluran telinga, telinga bagian tengah yang terdiri dari bagian gendang telinga, tulang telinga dan saluran eustachius dan bagian dalam terdiri dari rumah siput dan saluran gelang.
2. Getaran adalah gerakan bolak-balik secara teratur melalui titik keseimbangan, bunyi muncul karena adanya benda yang bergetar.

Seperti ketika kita berbicara, bunyi terbentuk karena bergetarnya pita suara kita.

3. Berdasarkan medium perambatannya gelombang dibedakan menjadi gelombang mekanik, yang merupakan gelombang yang dalam perambatannya memerlukan medium yang kedua adalah gelombang elektromagnetik yang tidak membutuhkan adanya medium dalam perambatannya. Pada gelombang mekanik berdasarkan arah rambat dan arah getarannya dibedakan menjadi gelombang transversal yang berupa bukit dan lembah dan gelombang longitudinal berupa renggangan dan rapatan.
4. Benda yang mengeluarkan bunyi misalnya gitar, tong yang dipukul, bunyi muncul karena adanya benda yang bergetar. Bunyi yang dihasilkan akan dihantarkan menuju telinga, penghantaran dalam bentuk gelombang yang membentuk rapatan dan regangan pada medium udara sampai akhirnya ditangkap oleh reseptor pada telinga yaitu organ korti, yang kemudian dihantarkan ke otak. Bunyi akan terdengar jika memiliki syarat 1) ada sumber bunyi, 2) medium/ zat perantara dan 3) alat penerima/ pendengar. Bunyi memiliki berbagai karakteristik, yang membedakan adalah setiap bunyi yang kita dengar memiliki frekuensi dan amplitudo yang berbeda meskipun kecepatan perambatan di udara sama.
5. Resonansi adalah peristiwa ikut bergetarnya suatu benda karena pengaruh getaran dari benda lain. Resonansi dapat terjadi jika frekuensi kedua benda sama. Resonansi dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, antara lain pada.
  - a. Telinga manusia  
Kita dapat mendengar bunyi karena adanya peristiwa resonansi pada telinga kita, didalam telinga terdapat selaput gendang telinga. Selaput ini sangat tipis dan mudah beresonansi dengan bunyi audiosonik
  - b. Alat musik  
Alat musik akustik seperti gitar, biola, drum dan gitar memanfaatkan resonansi
  - c. Rongga mulut katak  
Resonansi terjadi pada rongga mulut katak. Rongga mulut katak dapat mengembang sehingga menyerupai selaput tipis. Pada selaput tipis inilah terjadi resonansi.
6. Dalam pemantulan bunyi menunjukkan bahwa bunyi pantul dan bunyi datang terletak pada suatu bidang datar dan besarnya sudut pantul sama dengan sudut datang. Keras lemahnya bunyi pantul tergantung dari cepat rambat bunyi, jarak antara pendengar dengan dinding pemantul dan jarak sumber bunyi dengan dinding pemantul. Bunyi pantul dibedakan menjadi 3 yaitu bunyi pantul yang memperkuat bunyi asli, gaung atau kerdam, dan gema.

7. Sonar atau *Sound Navigation and Ranging* merupakan suatu metode penggunaan gelombang ultrasonik untuk menaksir ukuran, bentuk, dan kedalaman benda-benda yang biasanya dilakukan oleh hewan-hewan ultrasonik. Salah satu yang memiliki kemampuan ini adalah kelelawar, yaitu kemampuan kelelawar untuk menentukan lokasi dan benda-benda yang ada di sekitarnya. Adanya gelombang ultrasonik dimanfaatkan oleh manusia antara lain untuk mendeteksi adanya penyakit, pendeteksi kedalaman laut dan pendeteksi bayi melalui USG.

## F. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab IX guru dapat menerapkan pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL), *Inquiry*, atau *Learning Cycle*, atau model pembelajaran lain, yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

### Pertemuan 1 ( 3 JP)

#### Pendahuluan

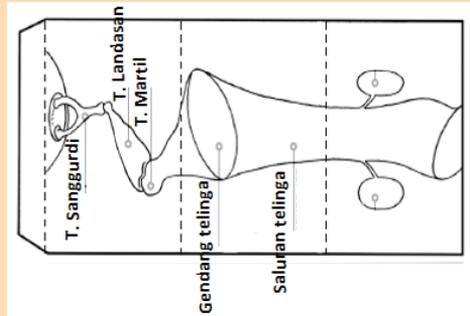
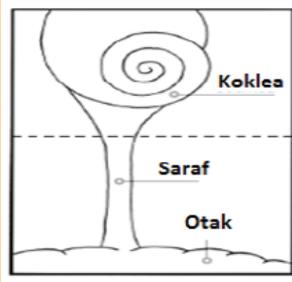
1. Guru menunjukkan fenomena atau mengajukan pertanyaan yang relevan dengan materi yang akan dipelajari. Contoh pertanyaan guru: “Bagaimana kamu bisa mendengar suara saya? Apakah kamu tadi mendengar pada saat saya bertanya?” Contoh fenomena: guru meminta salah satu peserta didik untuk memetik gitar atau memperdengarkan suara dari handphone atau radio, selanjutnya peserta didik lain diminta mengemukakan apa yang telah didengarnya.
2. Guru menyampaikan kepada peserta didik tujuan pembelajaran yang tertera pada bagian “Ayo kita pelajari ?” dan nilai yang diperoleh setelah mempelajari bab IX ini yang tertera pada “Mengapa hal ini penting?”.
3. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa ada tiga kegiatan yang dilakukan yaitu, a) membuat model struktur telinga dan mengidentifikasi bagian-bagian dari telinga pada bagian ‘Ayo Kita Coba’, b) melakukan percobaan untuk menunjukkan kerja dari gendang telinga pada bagian ‘Ayo Kita Coba’, dan c) percobaan getaran yang terjadi pada bandul pada bagian ‘Ayo Kita Coba’.

#### Inti

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan a, b, dan c membuat model struktur telinga sesuai dengan bagan yang ada pada kolom ayo kita coba. Peserta didik diminta untuk mengidentifikasi bagian-bagian dari telinga manusia dari model tersebut. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat.

### 1. Bagaimana struktur telinga manusia?

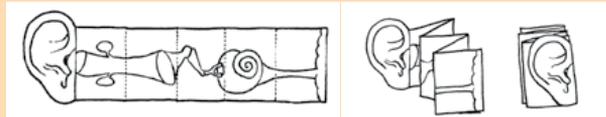
Untuk mengetahui proses mendengar, kita perlu memahami terlebih dahulu struktur telinga sebagai alat pendengaran. Buatlah sebuah model telinga sederhana, dengan membuat pola seperti gambar berikut, dengan ukuran yang lebih besar agar lebih mudah dicoba.



Sumber: CCSSO, 2012

**Gambar 9.3** Percobaan telinga

Setelah dipotong, susunlah struktur tersebut dan lekatkan memanjang sehingga terlihat struktur dari telinga bagian luar, tengah, dan dalam.



Sumber: CCSSO, 2012

**Gambar 9.4** Bagan percobaan

Setelah kamu gunakan simpanlah untuk pembelajaran pada pertemuan selanjutnya.

Baca dan pahami alat-alat dalam sistem pendengaran dari berbagai sumber yang dapat diperoleh, kemudian jawablah pertanyaan berikut.

1. Dimanakah tulang *malleus* ditemukan
2. Dimanakah dapat kita temukan *silia*?
3. Struktur apakah yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan tekanan pada telinga dalam dan mulut kamu?
4. Struktur apakah yang berfungsi untuk mengirimkan sinyal suara ke otak?

a. **Bagaimana cara kerja dari gendang telinga?**

Lakukan kegiatan berikut untuk mengetahui cara gendang telinga bekerja.

1. Regangkan plastik pembungkus dan tutupkan di atas mangkuk. Ikat dengan kawat atau tali agar tak lepas.
2. Letakkan tepung atau beras di atas plastik pembungkus.
3. Mintalah temanmu untuk memukul panci/ drum di dekat perangkat.



Sumber: Ezrallson, 2005

**Gambar 9.5** Bagan percobaan

Amatilah apa yang terjadi pada plastik itu, jelaskan bagaimana gelombang bunyi diteruskan sehingga mengakibatkan plastik akan bergetar. Bagaimana dengan gendang telingamu?

Prinsip kerja dari percobaan di atas setara dengan prinsip kerja pada gendang telingamu.

### Alternatif Jawaban

1. **Tulang maleus** ditemukan pada tulang bagian tengah, tulang ini berbentuk seperti martil yang melekat pada gendang telinga. Ada tiga tulang pada telinga dalam yaitu tulang Maleus/martil (yang melekat pada gendang telinga), Inkus/Landasan yang menghubungkan martil dengan sanggurdi, dan tulang stapes/ sanggurdi yang melekat dengan jendela oval yang menghubungkan dengan telinga dalam. Tulang ini berfungsi untuk menerima dan melanjutkan getaran suara sehingga kita bisa mendengar.
2. **Silia** terdapat dalam organ korti yang ada pada saluran berongga yang berbentuk seperti rumah siput. Silia ini merupakan reseptor bagi suara yang masuk dalam bentuk getaran. Sel rambut akan memberi respon terhadap frekuensi suara yang berbeda dan mengubahnya menjadi gelombang saraf, gelombang saraf ini lalu berjalan di sepanjang serabut saraf pendengaran yang akan dibawa ke otak.
3. **Struktur yang akan menjaga keseimbangan tekanan pada telinga dalam dan mulut** adalah saluran eustachius yang mengurangi tekanan udara di telinga tengah sehingga tekanan udara di luar dan di dalam akan sama. Keseimbangan tekanan ini akan menjaga gendang telinga supaya tidak rusak. Saluran ini akan tertutup dalam keadaan biasa, dan akan terbuka jika kita menelan sesuatu.  
**Artikel terkait**, mengapa pada saat kita sedang flu/pilek, berpergian dengan pesawat bisa mengganggu pendengaran kita ternyata saluran eustachius yang bermasalah. Untuk lebih memahami coba baca artikel berikut.

Sebagian besar orang mengalami rasa tak nyaman di telinganya saat bepergian dengan pesawat terbang. Bagian dalam telinga seolah ditusuk-tusuk dengan pisau, atau telinga terasa tuli sehingga kita hampir tak bisa mendengar apapun dalam kabin. Biasanya ini terjadi pada waktu pesawat sedang lepas landas atau mendarat.

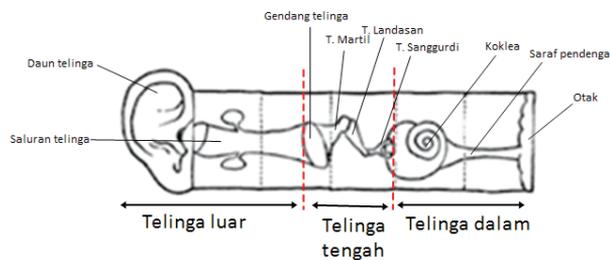
Kondisi ini disebut juga Oklusi Tuba (sumbatan pada saluran Tuba Eustachius) yang merupakan saluran yang dimulai dari telinga tengah dan berakhir di belakang hidung atau di daerah pangkal tenggorok yang biasanya memiliki tekanan yang seimbang tiba-tiba terjadi perbedaan tekanan yang sangat signifikan sehingga akhirnya telinga mengalami gangguan. Rasanya seperti tuli mendadak dan sakit di bagian dalam.

Saat pesawat lepas landas maupun mendarat, tekanan udara di dalam kabin menjadi lebih tinggi sehingga gendang telinga didorong ke arah dalam dan menimbulkan rasa sakit atau telinga seperti tersumbat. Agar kondisi telinga kembali normal, caranya adalah menaikkan tekanan di telinga tengah. Ini dapat dilakukan dengan memperbanyak aktivitas menelan seperti minum atau makan (itulah alasan biasanya pramugari membagikan permen menjelang lepas landas). Ketika aktivitas menelan terjadi, Tuba Eustachius akan membuka. Udara akan masuk ke telinga tengah sehingga tekanan kembali seimbang.

Saat sedang flu/pilek, bepergian dengan pesawat bisa jadi lebih menyiksa. Sebab saat terjadi gangguan pernafasan, saluran tuba sulit membuka. Sebaiknya gunakan obat tetes hidung atau minum obat dekongestan setengah jam sebelum pesawat lepas landas. Kedua jenis obat ini berfungsi untuk membuka saluran tuba.

4. **Struktur apakah yang mentransmisi sinyal suara ke otak** adalah saraf yang di terima oleh reseptor sensorik berupa organ korti yang ada pada rumah siput.

2. Guru membimbing peserta didik mengidentifikasi bagian yang menyusun telinga pada kolom ayo kita coba. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat.



**Gambar 1.** Bagian-Bagian telinga manusia

3. Setelah melakukan kegiatan 2, peserta didik melakukan percobaan tentang kerja gendang telinga pada kolom Ayo Kita Coba dan bagaimana terbentuknya getaran yang bisa di modelkan dengan apa yang terjadi pada gendang telinga pada kolom Ayo Kita coba.

**B. Bagaimana kerja dari gendang telinga?**

Lakukan kegiatan berikut untuk mengetahui bagaimana gendang telinga kita bekerja.



1. Regangkan plastik pembungkus dan tutupkan di atas mangkuk.
2. Letakkan tepung/beras diatas plastik pembungkus.
3. Mintalah teman kalian untuk memukul panci didekat perangkat.
4. Amatilah apa yang terjadi pada plastik itu, jelaskan bagaimana gelombang bunyi diteruskan sehingga mengakibatkan plastik akan bergetar. Adakah kaitannya dengan gendang telinga kita? Jelaskan?

Gambar 9.5 Bagan percobaan  
(Sumber: Science activity, \_\_\_\_\_)

**Alternatif Jawaban**

Gelombang suara yang ditimbulkan dari pukulan panci akan menggetarkan plastik. Jadi getaran ini akan dirambatkan dengan medium udara dalam bentuk gelombang. Seperti halnya pada telinga kita, pada saat ada suara, suara ini muncul karena bergetarnya pita suara. Getaran tersebut selanjutnya dirambatkan dalam bentuk gelombang yang kemudian diterima oleh gendang telinga kita. Perambatan gelombang tersebut melalui medium udara. Proses ini akan dapat menimbulkan getaran pada gendang telinga.

4. Guru membimbing peserta didik melakukan percobaan tentang kerja gendang telinga pada kolom “Ayo Kita Coba” dan membimbing ketika terbentuk getaran pada bandul pada kolom “Ayo Kita Coba”. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat.

**Ayo Kita Coba**

**Getaran pada Bandul**

**Apa yang harus kamu siapkan?**

Bandul, statif, *stop watch*, dan tali nilon berukuran 15 cm dan 30 cm.

**Apa yang harus kamu lakukan?**

1. Ikatkan bandul pada statif sehingga menggantung.
2. Tarik bandul ke samping untuk memberi simpangan kecil (kurang dari 10) kemudian lepaskan. Bersamaan dengan melepaskan bandul hidupkan *stop watch*!
3. Catatlah waktu yang diperlukan bandul bergerak bolak-balik (bergetar) sebanyak 5, 10, 15 dan 20 getaran.

- Ubahlah ukuran tali menjadi lebih panjang atau pendek kemudian ikuti kembali langkah tiga.
- Tentukan waktu yang dibutuhkan untuk begetar satu kali getaran.
- Tentukan jumlah getaran yang terjadi dalam waktu satu detik.
- Catatlah dan masukkan data hasil kegiatan kamu seperti tabel berikut.

**Tabel. Data Pengamatan**

Panjang tali (cm)	Jumlah getaran	Waktu getaran (sekon)	Waktu untuk 1 getaran	Jumlah getaran dalam 1 sekon
15	5			
	10			
	15			
	20			
30	5			
	10			
	15			
	20			

**Ayo Analisis**

- Bedasarkan data pengamatan yang kamu peroleh, kesimpulan apakah yang diperoleh dari hasil percobaan tersebut?
- Menurut kamu, apakah massa bandul mempengaruhi getaran bandul? Coba kamu selidiki kembali dengan menggunakan alat dan bahan yang disediakan.

**Ayo Pecahkan**

- Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan 1 getaran pada panjang tali 15 cm adalah ... dan pada panjang tali 30 cm adalah ....., waktu yang diperlukan bandul untuk melakukan satu getaran disebut dengan ....
- Jumlah getaran yang terjadi dalam satu sekon pada panjang tali 15 cm adalah ... dan pada panjang tali 30 cm adalah ....., jumlah getaran yang terjadi dalam waktu satu sekon disebut dengan ....
- Hubungan antara frekuensi dan periode, secara matematis bisa kamu tulis sebagai berikut.

$$T = \underline{\hspace{2cm}} \quad f = \underline{\hspace{2cm}}$$

- Sehingga kamu bisa menyimpulkan bahwa, hubungan antara periode dan frekuensi adalah....

$$\text{Periode} = \underline{\hspace{4cm}}$$

### Alternatif Jawaban

1. Waktu yang dibutuhkan bandul untuk melakukan satu getaran disebut dengan '**periode**'.
2. Banyaknya getaran yang terjadi dalam waktu satu sekon disebut dengan '**frekuensi**'.

Persamaan dapat dituliskan.

$$\begin{array}{l} \text{Periode getaran} = \frac{\text{Waktu getar}}{\text{Jumlah getar}} \\ T = \frac{1}{f} \qquad f = \frac{1}{T} \end{array}$$

5. Peserta didik secara berkelompok menyimpulkan bagaimana kita bisa mendengar? Dan mengaitkan dengan konsep getaran yang dirambatkan dalam bentuk gelombang sampai ke reseptor suara pada koklea, yang dilanjutkan ke otak.
6. Peserta didik diminta mempelajari bagian penyusun organ pendengaran dan konsep tentang getaran.

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan mengenai bagian dari organ telinga pada manusia dan konsep benda bergetar.

#### **Kesimpulan:**

Bagian dari telinga manusia, telinga bagian luar terdiri dari daun telinga dan saluran telinga, telinga bagian tengah yang terdiri dari bagian gendang telinga, tulang telinga dan saluran eustachius dan bagian dalam terdiri dari rumah siput dan saluran gelang.

Getaran adalah gerakan bolak-balik secara teratur melalui titik keseimbangan, bunyi muncul karena adanya benda yang bergetar. Seperti ketika kita berbicara, bunyi terbentuk karena bergetarnya pita suara kita.

2. Guru menugaskan peserta didik untuk menyelesaikan 'Ayo Kita Diskusikan' untuk tugas di rumah, sebagai pemantapan topik getaran dan peserta didik diminta mempelajari materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya.

### ✓ Ayo Kita Diskusikan

Jika suatu ayunan sederhana bergetar sebanyak 60 kali dalam waktu 15 sekon, tentukan.

- Frekuensi ayunan
- Periode ayunan

#### Alternatif Jawaban untuk "Ayo Kita Diskusikan"

Diketahui : Banyak getaran = 60 kali  
Waktu = 15 sekon

Jawab :  
Periode getar = waktu/jumlah getaran  
=  $15/60 = 0,25$  sekon

Frekuensi =  $1/T = 1/0,25 = 4$  Hz

## Pertemuan kedua (2JP)

### Pendahuluan

- Guru melakukan apersepsi dengan menanyakan "kamu bisa mendengar karena adanya gendang telinga kita yang bergetar ketika ada sumber bunyi dan getaran akan dirambatkan dalam bentuk gelombang melalui udara, nah sekarang sebenarnya gelombang itu berbentuk apa ketika berada di udara? Guru menyampaikan tujuan pembelajaran.
- Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa ada 2 kegiatan belajar yaitu a mengamati adanya gelombang transversal pada kolom Ayo Kita Coba, b) melakukan percobaan untuk membuktikan bahwa benda yang bergetar akan menimbulkan bunyi dan menjelaskan proses pendengaran yang terjadi pada manusia.

### Inti

- Secara berkelompok peserta didik, melakukan percobaan pada kegiatan 'Ayo Kita Coba'. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya.



## Ayo Kita Coba

### Gelombang

#### Apa yang harus kamu siapkan?

Tali dengan panjang 3 m dan karet gelang

#### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Ikatlah karet gelang pada tali kira-kira pada jarak 0,5 m.
3. Peganglah salah satu ujungnya olehmu dan ujung yang lain oleh temanmu, kemudian getarkan tali ke atas dan ke bawah.
4. Amati yang terjadi pada tali dan karet gelang yang diikatkan tadi

#### Ayo Pecahkan!

1. Pada saat kamu getarkan, apakah karet gelang bergerak bersama gelombang?
2. Apakah bagian tali ikut berpindah merambat bersama gelombang?
3. Apa yang dirambatkan oleh gelombang?
4. Mintalah teman kamu untuk menggetar-getarkan tali tersebut dengan cepat. Apakah kamu merasakan sesuatu?

### Alternatif Jawaban “Ayo Kita Coba”

Pada saat menggetarkan tali, gelombang akan merambat pada tali ke arah temanmu, hal ini terlihat pada temanmu yang memegang di ujung merasakan adanya getaran yang dirambatkan, akan tetapi karet gelang yang diikat tidak ikut merambat bersama gelombang. Jadi pada saat perambatan yang merambat berupa energi. Dan medium juga tidak ikut bergerak.

2. Setelah mengetahui bagaimana gelombang, peserta didik diminta mengamati demonstrasi gelombang transversal dan longitudinal yang dilakukan oleh guru, kemudian peserta didik diminta untuk memikirkan hasil demonstrasi seperti pada kolom Ayo Kita Coba. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat.



### Ayo Kita Coba

#### Apa yang harus kamu lakukan!

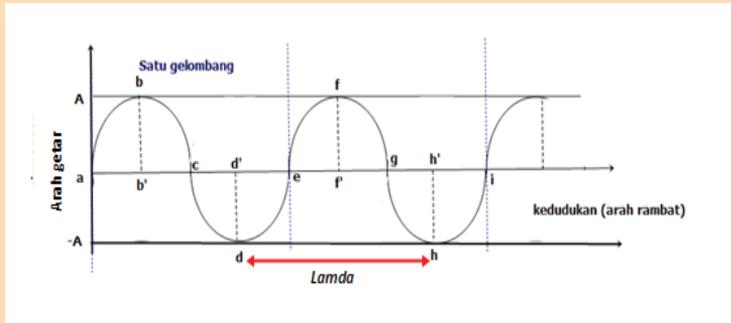
Sediakan tali, letakkan tali diatas lantai dan mintalah teman kamu untuk memegang salah satu ujung tali,berilah getaran pada tali beberapa kali ke arah samping, coba amati arah rambat gelombangnya.

#### Ayo pikirkan!

1. Ke arah manakah memberikan getaran pada tali?
2. Ke manakah arah rambat gelombang?
3. Apakah arah getar dengan arah rambat gelombang tegak lurus?

#### Alternatif Jawaban “Ayo Kita Coba”

Ketika tali di getarkan tali akan bergetar ke atas dan ke bawah. Gelombang merambat tegak lurus dengan arah getarannya, gelombang seperti ini ini disebut dengan gelombang transversal.



### Ayo Kita Lakukan

#### Apa yang harus kamu lakukan!

Sediakan slinki, letakkan slinki di atas lantai yang licin dan minta teman kamu memegang salah satu ujungnya, Getarkan salah satu ujung slinki searah panjang slinki dengan cara memberikan dorongan pada slinki dan amati gelombang yang terjadi pada slinki

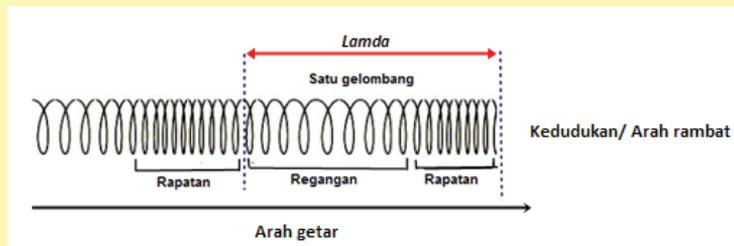
#### Ayo pikirkan!

1. Pada saat kamu mendorong slinki searah panjangnya, ke arah manakah getaran pada slinki?
2. Kemanakah arah rambat gelombang?
3. Apakah arah getar dengan arah rambat gelombang searah? Mengapa?

### Alternatif Jawaban “Ayo Kita Lakukan”

Ketika slinki di getarkan slinki akan bergetar sejajar dengan arah getaran, membentuk pola rapatan dan regangan.

Gelombang merambat sejajar dengan arah rambatan gelombang seperti ini ini disebut dengan gelombang longitudinal.



3. Guru membimbing peserta didik untuk melakukan kegiatan diskusi untuk mengaplikasikan berbagai konsep frekuensi, panjang gelombang, periode, jarak dan cepat rambat. Untuk menunjang ketercapaian KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar menyelesaikan tugas ini dengan cermat dan teliti.

### ✓ Ayo Kita Diskusikan

1. Suatu gelombang panjangnya 0,75 m dan cepat rambatnya 150 m/s. Berapakah frekuensinya ?
2. Suatu sumber getar berfrekuensi 300 Hz, gelombangnya merambat dalam zat cair dengan kecepatan 1.500 m/s, berapakah panjang gelombangnya ?
3. Jika frekuensi suatu getaran 440 Hz dan panjang gelombangnya 75 cm, maka berapakah kecepatan gelombang itu ?

### Alternatif Jawaban “Ayo Kita Diskusikan”

1. Diketahui :  $\lambda = 0,75 \text{ m}$   
 $v = 150 \text{ m/s}$

Jawab :  $v = f \times \lambda$   
 $150 = f \times 0,75$   
 $f = 150 / 0,75 = 200 \text{ Hz}$

2. Diketahui :  $f = 300 \text{ Hz}$   $v = 1.500 \text{ m/s}$

Jawab :  $\lambda = v / f$   
 $= 1.500 / 300$   
 $= 5 \text{ m}$

3. Diketahui :  $f = 440 \text{ Hz}$   $\lambda = 75 \text{ cm}$

Jawab :  $v = f \times \lambda$   
 $= 440 \times 75 = 33000 \text{ m/s}$

4. Peserta didik selanjutnya dengan bimbingan guru melakukan diskusi secara berkelompok untuk menjelaskan pemantulan gelombang, setelah mengamati demonstrasi yang dilakukan oleh guru dengan bantuan beberapa peserta didik di depan kelas. Pada kolom "Ayo Kita Diskusikan"

### Ayo Kita Diskusikan

Jika kita membuat usikan pada tali yang salah satu ujungnya dipegang teman kamu bagaimanakah kondisi gelombang yang terjadi pada tali? Apakah ada gelombang yang kembali?

### Alternatif Jawaban "Ayo Kita Diskusikan"

Pada saat tali diberi usikan, yang merupakan pemodelan untuk gelombang transversal, tali akan yang sudah mencapai ujung juga akan mengembalikan gelombang lagi, kearah yang sebaliknya. Gelombang yang mencapai ujung tersebut memberikan gaya ke atas pada penopang di ujung. Penopong memberikan gaya yang sama tetapi berlawanan arah ke bawah pada tali. Gaya ke bawah pada tali inilah yang membangkitkan gelombang pantulan yang terbalik, dari sini membuktikan bahwa terjadi pemantulan gelombang.

5. Peserta didik diminta menganalisis buku siswa mengenai gelombang, bunyi, dan proses pendengaran.

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.

#### **Kesimpulan:**

Energi getaran akan merambat dalam bentuk gelombang. Pada perambatan gelombang, yang merambat adalah energi sedangkan dalam perambatannya zat perantara tidak ikut merambat. Seperti pada saat kita mendengar. Berdasarkan medium perambatannya gelombang dibedakan menjadi gelombang mekanik, yang merupakan gelombang yang dalam perambatannya memerlukan medium yang kedua adalah

gelombang elektromagnetik yang tidak membutuhkan adanya medium dalam perambatannya. Pada gelombang mekanik berdasarkan arah rambat dan arah getarannya dibedakan menjadi gelombang transversal yang berupa bukit dan lembah dan gelombang longitudinal berupa renggangan dan rapatan.

2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang berikutnya mengenai bunyi dan proses mendengar pada manusia.

### **Pertemuan ke 3 (3 JP)**

#### **Pendahuluan**

1. Guru melakukan apersepsi mengaitkan materi pada pertemuan 2 dengan materi yang akan dipelajari. Guru mengajukan pertanyaan: "Bagaimana gelombang ini dapat disalurkan dalam telinga?" Pada saat ada penyanyi yang menyanyikan lagu dengan nada tinggi dan nada rendah, apa yang menimbulkan perbedaan tinggi rendah nada itu?
2. Guru menginformasikan pada peserta didik untuk percobaan untuk menunjukkan bahwa bergetar menimbulkan bunyi dan pengaruh tinggi rendahnya nada yang dipengaruhi oleh frekuensi pada kolom "Ayo Kita Coba"

#### **Inti**

1. Secara berkelompok dengan bimbingan guru, siswa melakukan percobaan untuk mengetahui bagaimana proses mendengar yang terjadi dan melakukan percobaan untuk membuktikan bahwa bunyi disebabkan adanya benda yang bergetar pada kolom "Ayo Kita Coba"  
"Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat.

#### **Ayo Kita Coba**

##### **A. Bergetar Menimbulkan Bunyi**

##### **Apa yang harus kamu siapkan?**

Gitar, tong, garpu tala

##### **Apa yang harus kamu lakukan?**

1. Memetik Gitar
  - a. Petiklah gitar sehingga berbunyi!
  - b. Amatilah senar yang dipetik, bergetarkah senar!
  - c. Pegang senar yang dipetik, apa yang kamu rasakan dan apakah kamu masih bisa mendengarkan suara gitar dipetik?
2. Memukul Gong
  - a. Pukullah gong atau tong hingga berbunyi
  - b. Sentuhlah gong/tong itu secara perlahan dengan jari kamu, apa yang kamu rasakan?

- c. Hentikan bunyi tong, dengan cara memegangnya, pada saat gong/ tong tidak berbunyi, sentuhlah dengan jari kamu. Apakah yang kamu rasakan?
3. Memukul garpu tala
    - a. Peganglah garpu tala
    - b. Pukullah garpu tala dengan pensil kamu hingga berbunyi. Rasakan pada tangan kamu, apakah garpu tala itu bergetar? Setelah garpu tala tidak berbunyi, apakah garpu tala masih bergetar ?

## B. Proses Pendengaran



Model yang kamu buat kemarin masih disimpan kan ? coba lipat lagi seperti gambar di samping !

Gambar. 9.12 Skema organ pendengaran  
(Sumber: CCSSO, 2012)

1. Berbicaralah di dekat model telinga (dekat daun telinga), amati semua bagian kertas !  
Apakah semua bagian model telinga bergetar?
- 
- 
2. Berdasarkan pengamatan pada bagian B.1.  
Coba susunlah secara skematis bagaimana proses mendengar yang terjadi pada diri kamu?
- 
- 

## Alternatif Jawaban dari kegiatan 'Ayo Kita Coba'.

### Kegiatan 1

Pada kegiatan di atas, ketika memetik gitar, memukul tong, memukul garpu tala, didapati bahwa benda bergetar dan benda mengeluarkan bunyi. Namun pada saat benda-benda itu diam, ketiga benda itu tidak bergetar sama dengan yang kamu rasakan apabila kamu sedang berbicara atau mengeluarkan bunyi, coba tempelkan jarimu pada batang tenggorokan maka akan terasa ada getaran, oleh karena itu bunyi ini ditimbulkan oleh benda-benda yang bergetar. Bunyi merupakan gelombang longitudinal, ketika bunyi garpu tala menuju telinga dihantarkan oleh rapatan dan regangan partikel-partikel udara. Pada waktu bunyi keluar dari garpu tala, langsung akan menumbuk molekul-molekul udara, molekul udara ini akan menumbuk udara disebelahnya yang

mengakibatkannya terjadinya rapatan dan regangan demikian seterusnya sampai ke telinga. Molekul udara tidak berpindah, tetapi hanya merapat dan meregang. Bunyi sampai telinga merambat dalam bentuk gelombang. Gelombang yang tersusun dari rapatan dan regangan adalah gelombang longitudinal.

## Kegiatan 2

Bunyi ditimbulkan karena adanya benda yang bergetar, yang kemudian dirambatkan dalam bentuk gelombang longitudinal. Gelombang suara yang masuk ke dalam lubang telinga akan menggetarkan gendang telinga (membran timpani). Getaran membran timpani ditransmisikan melintasi telinga tengah melalui tiga tulang kecil, yang terdiri dari tulang martil, landasan, dan sanggurdi. Telinga tengah dihubungkan ke faring oleh tabung eustachius. Getaran dari tulang sanggurdi ditransmisikan ke telinga dalam melalui membran jendela oval ke koklea. Koklea merupakan suatu tabung yang bergulung seperti rumah siput. Koklea berisi cairan limfa.

Getaran dari jendela oval ditransmisikan ke dalam cairan limfa dalam ruangan koklea. Dibagian dalam ruangan koklea terdapat organ korti. Organ korti berisi cairan sel-sel rambut yang sangat peka. Inilah reseptor getaran yang sebenarnya. Sel-sel rambut ini akan bergerak ketika ada getaran didalam koklea, sehingga menstimulasi getaran yang diteruskan oleh saraf auditori ke otak.

2. Peserta didik menyelesaikan soal yang terdapat pada bagian 'Ayo Kita Diskusikan'. Soal ini untuk menguji pemahaman siswa tentang materi Frekuensi Bunyi. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar menyelesaikannya dengan cermat.

### Ayo Kita Diskusikan

Sebuah sumber bergetar menghasilkan frekuensi 17 kHz. Hitunglah panjang gelombang bunyi tersebut jika cepat rambatnya 340 m/s?

### Jawaban dari Kegiatan 'Ayo Kita Diskusikan'.

$$\begin{aligned} \text{Diketahui} & : f = 17 \text{ kHz} = 17.000 \text{ Hz} \quad v = 340 \text{ m/s} \\ \text{Jawab} & : \lambda = v / f \\ & = 340 / 17.000 \\ & = 0,02 \text{ m} \end{aligned}$$

3. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan untuk menentukan tinggi rendahnya bunyi dengan menggunakan garpu tala pada bagian 'Ayo Kita Coba'. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar melakukan percobaan dengan teliti.



### Ayo Kita Coba

1. Siapkan tiga garpu tala yang berbeda-beda frekuensinya, misalnya 440 Hz, 400 Hz dan 360 Hz
2. Getarkan garpu tala secara bergantian
3. Dengarkan dan bandingkan bunyi yang terdengar ?

### Alternatif Jawaban dari “Ayo Kita Coba”

Tinggi rendahnya nada ini ditentukan frekuensi bunyi tersebut, semakin besar frekuensi bunyi maka akan semakin tinggi nada, sebaliknya jika frekuensi bunyi rendah maka nada akan semakin rendah. Jadi pada praktikum garpu tala yang memiliki frekuensi 440 Hz memiliki nada yang paling tinggi, sebaliknya pada garpu tala yang memiliki frekuensi 30 Hz, menghasilkan bunyi dengan nada yang rendah.

4. Guru membimbing peserta didik melakukan ‘Ayo Kita Coba’, untuk membuktikan selain frekuensi, faktor apa lagi yang mempengaruhi tinggi rendahnya nada dengan menggunakan gitar. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat.



### Ayo Kita Lakukan

1. Sediakan sebuah gitar, petiklah secara bergantian senar no. 1, 3, 6.
2. Dengarkan bunyi yang dihasilkan masing-masing senar. Apakah bunyi yang dihasilkan semakin tinggi atau rendah? Bagaimana hubungan ketebalan tali dawai dengan frekuensi?
3. Gaya tegang pada senar no.6 diperbesar dengan memutar setelahnya, petiklah senarnya dan dengarkan nada yang dihasilkan, kendorkan/kurangi tegangan senar dengan memutar setelahnya, kemudian petik senarnya, bandingkan bunyi senar yang dihasilkan ketika gaya tegang diperbesar dan dikurangi ?
4. Apakah frekuensi bunyinya semakin besar ketika tegangan diperbesar? Bagaimana hubungan tegangan dawai dengan frekuensi?
5. Petiklah senar no.6 dengan menekan senar pada kolom 2,3,4 (panjang senar semakin pendek) secara bergantian. Bandingkan bunyi yang dihasilkan. Apakah semakin pendek senarnya semakin tinggi frekuensi bunyi yang dihasilkan. Apakah semakin pendek senarnya semakin tinggi bunyinya?
6. Berdasarkan kegiatan. Buatlah kesimpulan tentang faktor-faktor apa saja yang memperbesar frekuensi nada pada senar

### Alternatif Jawaban dari kegiatan “Ayo Kita Lakukan”

Berdasarkan kegiatan diatas diperoleh hasil bahwa frekuensi senar yang bergetar bergantung pada hal-hal berikut.

**Panjang senar**, semakin panjang senar, semakin rendah frekuensi yang dihasilkan jadi nada yang dihasilkan juga semakin rendah.

**Tegangan senar**, semakin besar tegangan senar, semakin tinggi frekuensi yang dihasilkan jadi nada yang dihasilkan juga semakin tinggi.

5. Peserta didik diminta untuk mempelajari Buku Siswa materi bunyi, faktor yang mempengaruhi tinggi rendah dan kuat lemahnya bunyi

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.

#### **Kesimpulan:**

Benda yang mengeluarkan bunyi misalnya gitar, tong yang dipukul. Merupakan benda yang bergetar. Bunyi yang dihasilkan akan dihantarkan menuju telinga, penghantaran dalam bentuk gelombang yang membentuk rapatan dan regangan pada medium udara sampai akhirnya ditangkap oleh reseptor pada telinga yaitu organ korti, yang kemudian dihantarkan ke otak. Bunyi akan terdengar jika memiliki syarat antara lain, terdapat sumber bunyi, terdapat medium/ zat perantara dan ada alat penerima/ pendengar. Bunyi memiliki berbagai karakteristik, yang membedakan adalah setiap bunyi yang kita dengar memiliki frekuensi dan amplitudo yang berbeda meskipun kecepatan perambatan di udara sama.

2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang berikutnya mengenai resonansi.

### Pertemuan ke 4 (2 JP)

#### **Pendahuluan**

1. Guru mengajak peserta didik untuk memegang lehernya masing-masing kemudian mengeluarkan suara. Peserta didik diminta mengajukan pertanyaan yang dijawab guru dengan jawaban ya dan tidak. Berdasarkan pertanyaan peserta didik dan jawaban guru, peserta didik dibimbing guru menyusun hipotesis.
2. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan menginformasikan bahwa kegiatan pembelajaran pada hari ini antara lain, melakukan percobaan Resonansi Bunyi pada bagian “Ayo Kita Coba” serta mencari berbagai macam alat yang bermanfaat bagi manusia yang meniru prinsip kerja dari resonansi.

## Inti

1. Peserta didik melakukan kegiatan percobaan resonansi pada ayunan pada kolom "Ayo Kita Coba". Untuk menunjang tercapainya KI-2 guru mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya dengan teliti dan hati-hati.

### Ayo Kita Coba

#### Resonansi Bunyi

##### Apa yang harus kamu siapkan?

Dua garpu tala yang memiliki frekuensi sama, penyangga garpu tala, pemukul garpu tala, gelas dan air

##### Apa yang harus kamu lakukan?

###### a. Percobaan 1

1. Susunlah garpu tala seperti pada Gambar 9.15.



Gambar 9.15. Bagan Garpu tala yang Berfrekuensi Sama (Kanan) dan Percobaan Garpu Tala (Kiri)

2. Pukullah garpu tala A sehingga terdengar bunyi. Setelah beberapa lama, peganglah garputala A.
3. Amatilah garpu tala B, apa yang terjadi pada garpu tala B ketika garpu tala A dipukul?
4. Mengapa itu terjadi dan di sebut peristiwa apakah itu? Jelaskan!

###### b. Percobaan 2

1. Siapkan alat dan bahan
2. Pukullah garpu tala di meja kamu, kemudian dengarkan bunyi dari garpu tala, seperti pada Gambar 9.16.
3. Pukullah garpu tala di meja kamu lagi, kemudian dekatkan pada bibir gelas yang kosong. Coba dengarkan.
4. Isilah air dalam gelas sebanyak  $\frac{1}{4}$  gelas.
5. Pukullah garpu tala di meja kamu lagi, kemudian dekatkan pada bibir gelas yang berisi air, coba dengarkan, seperti pada gambar 9.16



Gambar 9.16 Seorang peserta didik mendengarkan garpu tala

6. Lakukan kegiatan ke 4 dan 5, dengan melakukan variasi jumlah air pada gelas yaitu berisi air  $\frac{1}{2}$  gelas,  $\frac{3}{4}$  gelas dan penuh dengan air.

7. Bandingkan manakah yang menghasilkan suara paling keras. Urutkan manakah yang menghasilkan suara paling keras sampai paling rendah?

.....  
.....

8. Mengapa hal itu dapat terjadi? Jelaskan.

.....  
.....



Gambar 9.17 Bagan Percobaan Resonansi

### Alternatif jawaban kegiatan “Ayo Kita Coba”

Pada saat garpu tala A di pukul, garpu tala A bergetar dan garpu tala B juga ikut bergetar, karena memiliki frekuensi sama. Hal itu terjadi karena benda beresonansi artinya benda yang memiliki frekuensi yang sama akan ikut bergetar jika benda lain digetarkan

Pada percobaan kedua membuktikan bahwa resonansi juga terjadi pada kolom udara, bunyi akan terdengar lebih kuat ketika panjang kolom udara lebih besar. Bunyi akan terdengar lebih keras pada gelas yang berisi air lebih sedikit, berbanding terbalik pada gelas yang diisi air lebih banyak. Hal ini karena bunyi akan beresonansi lebih banyak pada udara yang lebih banyak. Ketika kolom udara lebih besar maka panjang gelombang akan semakin besar. Bunyi akan terdengar lebih keras pada panjang kolom udara mencapai kelipatan ganjil  $\frac{1}{4}$  panjang gelombang bunyi.

Resonansi dapat pula terjadi pada bunyi, seperti pada saat anda memukul kantong yang kosong, mengapa itu terjadi? Kita tahu bahwa bunyi merambat dalam bentuk gelombang longitudinal, getaran mempengaruhi medium udara yang ada dalam rongga kantong dan akan ikut bergetar, akibatnya akan timbul bunyi yang semakin keras inilah yang disebut dengan resonansi. Resonansi dapat terjadi pada kolom udara. Bunyi akan terdengar kuat ketika panjang kolom udara mencapai kelipatan ganjil dari  $\frac{1}{4}$  panjang gelombang ( $\lambda$ ) bunyi.

2. Guru membimbing peserta didik dalam menganalisis data percobaan.
3. Peserta didik secara berkelompok berdiskusi mencari berbagai macam alat yang meniru prinsip kerja dari resonansi, yang bermanfaat bagi manusia.

### Alternatif Jawaban

Alat musik akustik seperti seruling, biola, drum, dan gitar memanfaatkan resonansi agar diperoleh bunyi yang merdu. Alat musik tradisional, seperti gamelan juga memanfaatkan peristiwa resonansi.

4. Guru memberikan penguatan materi untuk memastikan bahwa peserta didik sudah menguasai konsep yang dipelajari pada hari ini.

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.

#### **Kesimpulan:**

Resonansi adalah peristiwa ikut bergetarnya suatu benda karena pengaruh getaran dari benda lain. Resonansi dapat terjadi jika frekuensi kedua benda sama. Resonansi dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, antara lain pada.

- a. Telinga manusia

Kita dapat mendengar bunyi karena adanya peristiwa resonansi pada telinga kita, didalam telinga terdapat selaput gendang telinga. Selaput ini sangat tipis dan mudah beresonansi dengan bunyi audiosonik

- b. Alat musik

Alat musik akustik seperti gitar, biola, drum dan gitar memanfaatkan resonansi

- c. Rongga mulut katak

Resonansi terjadi pada rongga mulut katak. Rongga mulut katak dapat mengembang sehingga menyerupai selaput tipis. Pada selaput tipis inilah terjadi resonansi.

2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang berikutnya mengenai pemantulan bunyi.

### Pertemuan ke 5 (3 JP)

#### **Pendahuluan**

1. Guru melakukan apersepsi dengan mengajak peserta didik melihat tayangan video atau bercerita jika kita bersuara di permukaan sumur atau di gunung. Guru mengajukan pertanyaan, mengapa pantulan suara pada saat kita berada pada ruang tertutup lebih keras dibandingkan ketika kita pada ruang terbuka?

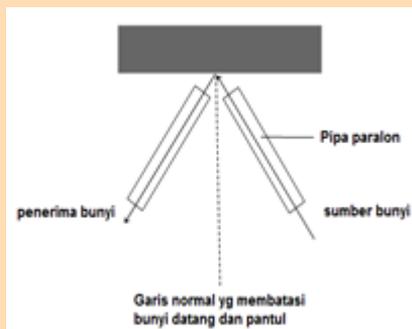
2. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan menginformasikan kepada peserta didik bahwa kegiatan pembelajaran yang akan dilalui pada hari ini antara lain, melakukan percobaan mengenai pemantulan bunyi pada kolom 'Ayo Kita Coba' dan melakukan diskusi dengan materi yang terdapat pada bagian 'Ayo Kita Diskusikan'.

### Inti

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan percobaan pemantulan bunyi dengan bimbingan dari guru pada kolom "Ayo Kita Coba". Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat.

#### **Ayo Kita Coba**

1. Sediakan sumber bunyi berupa jam weker, dua buah paralon kecil yang agak panjang, balok dan papan pemantul.
2. Susunlah alat seperti pada Gambar 9.18.
3. Hadapkan/ tempelkan jam weker pada salah satu pipa.
4. Aturlah pipa yang lain sedemikian rupa sehingga kamu dapat mendengar suara yang paling jelas.
5. Gambarkan lintasan bunyi datang dan bunyi pantul, kemudian ukurlah sudut datang bunyi dan sudut pantulnya.
6. Ulangi langkah ke-4 dan 5 dengan sudut datang yang berbeda-beda.



**Gambar 9.18** Perangkat percobaan pemantulan bunyi

#### **Alternatif jawaban dari kegiatan 'Ayo Kita Coba'**

Dari percobaan diperoleh hukum pemantulan bunyi, yaitu.

- Bunyi datang, bunyi pantul dan garis normal terletak pada satu bidang datar
  - Sudut datang (i) sama dengan sudut pantul
2. Peserta didik berdiskusi dalam kelompoknya untuk menganalisis data percobaan dan menjelaskan pemantulan bunyi yang lain misalnya gaung, gema.
  3. Guru membimbing peserta didik untuk melakukan diskusi dengan materi yang terdapat pada bagian 'Ayo Kita Diskusikan'. Kegiatan ini dilakukan secara berkelompok.

### ✓ Ayo Kita Diskusikan

Observasilah di studio musik di sekitar tempat tinggal kalian pasti menemukan adanya karpet/ busa/ sterofoam yang ditempel pada dinding-dinding studio.

Apa tujuan penempelan itu?

(observasi bisa dilakukan dengan mencari berbagai informasi pada sumber lain (internet, buku, koran, televisi dan lain-lain))

### Alternatif jawaban dari kegiatan 'Ayo Kita Diskusikan'

Fungsi dari penempelan busa/ sterofoam tersebut adalah untuk menghindari terjadinya gaung. Busa/ sterofoam tersebut berfungsi sebagai peredam suara. Peredam suara terbuat dari bahan karet busa, karton tebal, karpet, dan bahan-bahan lain yang bersifat lunak. Biasanya bahan-bahan tersebut sering kita jumpai di gedung bioskop, studio TV atau radio, aula, dan studio rekaman.

4. Guru memberikan penguatan materi dengan menunjukkan penerapan pemantulan bunyi dalam kehidupan sehari-hari.

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.

#### **Kesimpulan :**

Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa bunyi pantul dan bunyi datang terletak pada suatu bidang datar dan besarnya sudut pantul sama dengan sudut datang. Kerasa lemahnya bunyi pantul tergantung dari cepat rambat bunyi, jarak antara pendengar dengan dinding pemantul dan jarak sumber bunyi dengan dinding pemantul. Bunyi pantul dibedakan menjadi 3 yaitu bunyi pantul yang memperkuat bunyi asli, gaung atau kerdam, dan gema.

2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang berikutnya mengenai sistem sonar.

### Pertemuan ke 6 (2 JP)

#### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi dengan mengajukan pertanyaan: mengapa anjing sering kali digunakan sebagai hewan penjaga rumah? mengapa anjing memiliki kemampuan dalam mendengar bunyi dengan frekuensi yang sangat rendah?

2. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan menginformasikan kegiatan pembelajaran dengan menganalisis sistem sonar yang terjadi pada kelelawar pada bagian 'Ayo Kita Lakukan'.

**Inti**

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan analisis mengenai sistem sonar pada kelelawar pada kolom 'Ayo Kita Lakukan'. Untuk menunjang tercapainya KI-2 jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat.

**Ayo Kita Lakukan**

Analisislah, bagaimana peran dari sistem sonar yang ada pada kelelawar yang dihubungkan dengan ekolokasi?

Ekolokasi adalah: .....

.....

.....

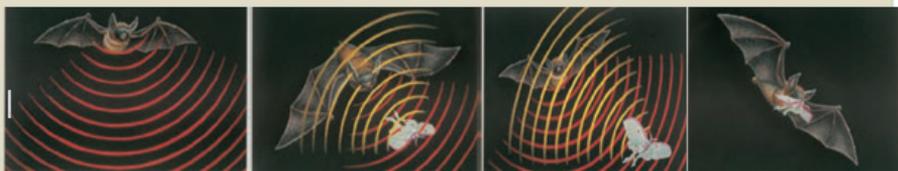
Hubungannya ekolokasi dengan sistem sonar:

.....

.....



(Sumber, McGraw-Hill, 2007)  
Gambar 9.22 Kelelawar



Gambar.9.23 Kelelawar dalam ekolokasi  
(Sumber, McGraw-Hill, 2007)

Bagaimana mekanisme sistem sonar pada kelelawar untuk menentukan lokasi? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

**Jadi peristiwa di atas disebut dengan Ekolokasi**

Renungkan, betapa sempurnanya Tuhan menciptakan Makhluk Hidup dengan berbagai mekanisme dalam kehidupannya

### Alternatif jawaban yang diharapkan.

**Ekolokasi** atau disebut juga **biosonar** adalah sonar biologi yang digunakan oleh beberapa jenis binatang. Binatang yang memiliki kemampuan ekolokasi mengeluarkan bunyi dan mendengarkan pantulan bunyi tersebut yang dipantulkan oleh objek-objek yang ada di sekitarnya. Dengan menggunakan bunyi pantulan tersebut, binatang itu bisa mengidentifikasi keberadaan objek. Ekolokasi digunakan binatang sebagai alat navigasi untuk berkelana atau berburu.

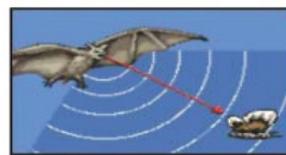
Beberapa jenis binatang memiliki kemampuan ekolokasi, termasuk beberapa mamalia, beberapa jenis burung, seperti kelelawar, ikan paus, lumba-lumba, juga celurut. Mekanisme ekolokasi yang dilakukan adalah dengan Kelelawar ini dapat mengeluarkan gelombang ultrasonik pada saat ia terbang. Gelombang yang dikeluarkan akan dipantulkan kembali oleh benda-benda atau binatang lain yang akan dilewatinya dan diterima oleh suatu alat yang berada di tubuh kelelawar, kemampuan kelewar untuk menentukan lokasi ini disebut dengan ekolokasi. Untuk terbang dan berburu kelelawar akan memanfaatkan bunyi yang frekuensi tinggi kemudian mendengarkan gema yang dihasilkan. Pada saat kelelawar mendengarkan gema, kelelawar tidak dapat mendengar suara lain selain dari yang dipancarkannya sendiri. Lebar frekuensi yang mampu didengar oleh makhluk ini sangat sempit, yang lazimnya menjadi hambatan besar untuk hewan ini. Mekanisme lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar berikut.



Kelelawar mengeluarkan sinyal bunyi frekuensi tinggi



Pantulan suara dari serangga diterima kembali kelelawar



Kelelawar kembali mengeluarkan sinyal sehingga mengetahui posisi mangsa dengan cepat



Kelelawar mengikuti jalur pantulan suara tersebut untuk mendeteksi mangsanya



Akhirnya mangsa dapat ditangkap

Sumber: *Encarta 2006*

2. Peserta didik berdiskusi secara berkelompok, berbagai teknologi yang memanfaatkan sistem sonar dan berbagai dampak dari penggunaan sistem sonar, dengan bimbingan dari guru.

### Alternatif jawaban yang diharapkan

#### Manfaat dari sistem sonar.

- a. Gelombang ultrasonik yang dimanfaatkan untuk mengamati bayi dalam kandungan disebut dengan ultrasonografi (USG). Alat ini akan memancarkan berkas ultrasonik ke rahim lalu melacak perubahan frekuensi dalam gema ketika gelombang bunyi memantul dari jantung yang berdenyut dan darah yang beredar, pancaran pendek-pendek dari ultrasonik akan menghasilkan gambar penampang badan manusia, denyut yang menabrak janin dan tulang belakang akan terpantul oleh gema, komputer menyimpan intensitas setiap denyut dan waktu arah gemanya. Dari data, komputer akan menghitung kedalaman dan lokasi setiap benda yang menghasilkan gema, lalu menampilkan titik cerah pada monitor
- b. Gelombang ultrasonik, digunakan untuk mendeteksi adanya penyakit pada manusia
- c. Gelombang ultrasonik juga digunakan untuk menentukan kedalaman dasar lautan

#### Dampak penggunaan sistem sonar

Terdamparnya paus dilaut, karena adanya kapal-kapal yang menggunakan sistem sonar

3. Peserta didik diminta untuk mempelajari buku peserta didik mengenai sistem sonar dan pemanfaatan sistem sonar.

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.

#### **Kesimpulan:**

Sonar atau *Sound Navigation and Ranging* merupakan suatu metode penggunaan gelombang ultrasonik untuk menaksir ukuran, bentuk, dan kedalaman benda-benda yang biasanya dilakukan oleh hewan-hewan ultrasonik. Salah satu yang memiliki kemampuan ini adalah kelelawar, yaitu kemampuan kelelawar untuk menentukan lokasi dan benda-benda yang ada di sekitarnya. Adanya gelombang ultrasonik dimanfaatkan oleh manusia antara lain untuk mendeteksi adanya penyakit, pendeteksi kedalaman laut dan pendeteksi bayi melalui USG.

2. Guru menugaskan peserta didik untuk mengerjakan soal evaluasi untuk melihat pemahaman mengenai materi ini.

## G. Penilaian

1. Jenis/teknik penilaian: tes tulis, pengamatan sikap, dan unjuk kerja
2. Bentuk instrumen dan instrumen: lembar tes tulis berbentuk essay yang tertera pada buku siswa dan lembar pengamatan untuk sikap dan keterampilan seperti yang tertera buku guru bagian penilaian.

**Tabel 9.3** Teknik Penilaian untuk Setiap Indikator

No.	KD	Indikator	Teknik Penilaian
1.	2.1	Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari.	Pengamatan sikap
	2.2	Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan.	Pengamatan sikap
2	3.10.1.	Menjelaskan hubungan antara struktur dan fungsi organ pendengaran pada manusia	Tes tulis
	3.10.2	Menjelaskan proses mendengar pada manusia	Tes tulis
	3.10.3	Menjelaskan hubungan antara periode dan frekuensi pada getaran	Tes tulis
	3.10.4	Membedakan karakteristik gelombang transversal dan gelombang longitudinal	Tes tulis
	3.10.5	Mendeskripsikan hubungan antara periode, frekuensi, cepat rambat gelombang, dan panjang gelombang	Tes tulis
	3.10.6	Menyebutkan karakteristik gelombang bunyi.	Tes tulis
	3.10.7	Membedakan infrasonik, audiosonik, dan ultrasonik.	Tes tulis
	3.10.8	2.9.9 Mengidentifikasi gejala resonansi dalam kehidupan sehari-hari.	Tes tulis
	3.10.9	Mendeskripsikan sistem sonar serta pemanfaatan sistem sonar dalam teknologi	Tes tulis
3.	4.10.1	Melakukan percobaan dan pengamatan tentang getaran	Tes unjuk kerja
	4.10.2	Melakukan percobaan dan pengamatan tentang gelombang bunyi.	Tes unjuk kerja

## H. Program Remedial dan Pengayaan

Berdasarkan analisis hasil tes peserta didik yang belum memenuhi KKM di beri program remedial sedangkan yang sudah memenuhi KKM di beri program pengayaan, pelaksanaan program remedial dan pengayaan dapat di lihat pada Bagian Umum buku guru ini

### Materi Pengayaan

#### Telinga Berdengung (Tinnitus)

Pernahkah kamu mendengar suara berdengung di dalam telinga sendiri? Dari manakah suara itu berasal? Mengapa hal seperti itu bisa terjadi? Bahayakah hal itu bagi kesehatan manusia? Agar kamu memahami tentang hal tersebut, mari simak uraian berikut ini!



Sumber: [telinga berdengung.com](http://telinga berdengung.com)

Gambar: Telinga berdengung

Seperti dikutip *Mayo Clinic*,

Rabu (31/7/2013), tinnitus adalah sebuah kondisi ketika seseorang mendengar suara dengungan di dalam telinganya sendiri. Ketika seseorang mengalami hal ini, mungkin saja ini menjadi pertanda bahwa telinganya sedang atau akan mengalami gangguan, seperti cedera atau bahkan kemampuan pendengaran akan menghilang. Kondisi ini memang tidak terlalu serius dan biasanya hilang dengan sendirinya, namun hal ini mungkin akan mengganggu ketika akan mendengarkan suara dari luar. Telinga berdengung dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

1. Berdengung subyektif

Suatu kondisi di mana suara dengungan yang ada dalam telinga hanya dapat didengarkan sendiri, orang lain tidak bisa mendengarkannya. Ini merupakan jenis yang paling umum dari tinnitus. Adanya masalah pada telinga bagian luar, tengah, atau dalam dan masalah pada saraf pendengaran (auditory) dan pada bagian otak yang berfungsi menafsirkan sinyal saraf sebagai suara (jalur pendengaran), mungkin menjadi penyebab dari telinga berdengung ini.

2. Berdengung obyektif

Suatu kondisi di mana suara dengungan yang ada dalam telinga dapat didengarkan oleh orang lain, salah satunya dokter, ketika ia memeriksa

telinga penderita. Ini merupakan jenis langka dari tinnitus yang mungkin disebabkan oleh masalah pada pembuluh darah, kontraksi otot, dan kondisi tulang telinga bagian dalam.

Kondisi ini dapat dialami oleh siapa saja, terutama orang tua yang berumur lebih dari 60 tahun. Sebab, semakin tua usia seseorang, kemampuan organ pendengaran juga ikut berkurang. Selain itu, jumlah serabut saraf yang berfungsi dalam telinga juga turun menurun. Hal ini akan menimbulkan masalah pada pendengaran dan sering dikaitkan dengan tinnitus. Bila dibandingkan dengan wanita, kaum pria lah yang lebih berisiko mengalami hal ini. Ketika seseorang mengalami hal ini, ia mungkin akan mengalami masalah pada siklus tidur, sulit berkonsentrasi, memori otak bermasalah, sering lelah, depresi, stres, dan mudah tersinggung. Namun, apabila masalah itu diatasi segera dengan cara yang tepat, suara bising dalam telinga dapat berkurang dan tinnitus berangsur-angsur membaik.

### **Gejala**

Umumnya, ketika seseorang mengalami tinnitus, ia akan mendengarkan suara-suara dengungan dalam telinga. Jenis suara tersebut bervariasi, misalnya desisan, detak jantung, dan lain sebagainya. Suara tersebut dapat bernada rendah dan tinggi dan biasanya akan mempengaruhi salah satu atau bahkan kedua telinganya.

### **Penyebab**

Dalam beberapa kasus, penyebab pasti dari tinnitus tidak dapat ditemukan. Namun, umumnya, hal ini akan terjadi ketika sel telinga bagian dalam mengalami kerusakan. Rambut halus yang ada dalam telinga akan bergerak dalam kaitannya dengan tekanan gelombang suara. Setelah itu, sel-sel telinga akan terpicu untuk melepaskan sinyal listrik melalui saraf pendengaran di telinga ke otak. Kemudian, otak akan menafsirkan sinyal yang diterimanya sebagai suara. Namun, jika rambut yang berada dalam telinga bengkok atau patah, hal ini akan mengakibatkan bocornya impuls yang ditujukan ke otak. Itulah yang menyebabkan tinnitus.

Selain itu, ada beberapa faktor lain yang dapat menyebabkan seseorang mengalami tinnitus, seperti:

1. Kebiasaan merokok  
Perokok memiliki risiko yang lebih tinggi untuk mengalami tinnitus.
2. Sering terpapar oleh suara keras  
Jika telinga sering terpapar oleh suara keras dan berlangsung dalam jangka waktu yang lama, sel-sel rambut sensori dalam telinga yang berfungsi untuk mengirimkan suara ke otak akan rusak. Misalnya,

ketika mendengarkan musik dengan volume yang sangat keras. Jika hal itu berlangsung singkat, mungkin tinnitus akan hilang dengan sendirinya. Namun, jika hal itu berlangsung dalam waktu yang lama, dapat muncul kemungkinan telinga akan mengalami kerusakan permanen.

3. Kotoran pada telinga

Memang kotoran pada telinga dapat melindungi saluran telinga dari kuman penyakit dan dapat memperlambat pertumbuhan bakteri. Namun, jika kotoran pada telinga tidak pernah dibersihkan, kotoran tersebut akan semakin menumpuk dan tertimbun dalam telinga. Hal ini dapat mengganggu pendengaran, mengiritasi gendang telinga, dan dapat menyebabkan tinnitus.

4. Perubahan struktur tulang di telinga

Tulang-tulang di telinga bagian tengah dapat mengalami pengerasan. Dalam istilah medis, hal itu disebut dengan otosklerosis. Selain itu, telinga dapat mengalami pertumbuhan tulang yang tidak normal. Jika ini terjadi, pendengaran akan terganggu dan dapat menyebabkan tinnitus.

5. Penyakit meniere

Penyakit meniere adalah salah satu gangguan pada telinga bagian dalam yang disebabkan oleh tekanan yang tidak normal padacairan dalam telinga . Tinnitus dapat menjadi indikator awal dari penyakit ini.

6. Gangguan TMJ

Gangguan TMJ adalah gangguan yang menyebabkan masalah pada sendi yang berada di tiap sisi di kepala dan di depan telinga, di mana tulang rahang bawah akan memenuhi bagian tengkorak. Jika seseorang mengalami hal ini, adakemungkinan ia akan mengalami tinnitus.

7. Cedera kepala atau cedera leher

Luka berat pada kepala atau leher dapat mempengaruhi telinga bagian dalam, saluran pendengaran, dan mengganggu fungsi otak yang terkait dengan pendengaran. Cedera seperti ini biasanya akan menyebabkan tinnitus pada satu telinga saja.

8. Gangguan pembuluh darah

- a. Tekanan darah tinggi (hipertensi): Jika seseorang memiliki tekanan darah tinggi dan disebabkan oleh faktor-faktor seperti stres, konsumsi alkohol dan kafein, ada kemungkinan ia akan mengalami tinnitus
- b. Penyempitan pembuluh darah akibat adanya penumpukan kolestrol dan endapan lain dalam tubuh. Akibatnya, aliran darah dalam tubuh akan terganggu dan biasanya alirannya lebih kuat. Jika ini terjadi, seseorang akan mendengar jenis tinnitus pada kedua telinga, seperti ada denyutan jantung pada kedua telinganya.

- c. Tumor pada kepala atau leher: Tumor yang tumbuh di kepala atau di leher dapat menekan pembuluh darah. Hal ini dapat menyebabkan tinnitus dan menimbulkan gejala lain.
- d. Aliran darah yang tidak lancar: Ketika arteri karotid atau vena jugularis yang ada di leher mengalami penyempitan, aliran darah menjadi tidak teratur (turbulen) dan dapat menyebabkan tinnitus.

## **Pengobatan**

Sebelum melakukan pengobatan, dokter akan terlebih dahulu melakukan pemeriksaan pada telinga, kepala, dan leher untuk mencari penyebab dari tinnitus yang dialami. Dokter biasanya akan melakukan jenis pemeriksaan, seperti:

### **1. Audiologi**

Ini merupakan ujian mendengar. Pasien akan duduk di sebuah ruangan kedap suara dan mengenakan earphone untuk mendengarkan suara tertentu. Selanjutnya pasien diminta untuk memberitahukan suara apa yang keluar dari earphone tersebut. Setelah itu, hasilnya akan dibandingkan dengan hasil normal untuk usia pasien tersebut. Dengan melakukan tes ini, dokter dapat mengidentifikasi penyebab tinnitus.

### **2. Tes gerakan**

Dokter akan meminta pasien untuk menggerakkan bola mata, membuka dan menutup rahang, memindahkan leher, lengan, dan kaki. Hal ini dilakukan untuk mengidentifikasi apakah ada gangguan tulang yang dapat menyebabkan tinnitus atau tidak.

### **3. Tes pencitraan (CT scan atau MRI)**

Hal ini dilakukan bila dokter tidak dapat mengidentifikasi penyebab tinnitus dengan pemeriksaan fisik. Dokter akan melakukan pemeriksaan dari bagian dalam tubuh pasien, untuk menemukan hal-hal yang mungkin menyebabkan tinnitus.

Selain itu, dokter juga akan mencoba mendengarkan suara yang muncul dari dalam telinga. Jenis suara tersebut bervariasi dan dapat menentukan penyebab dari tinnitus. Jenis suara yang muncul ketika mengalami tinnitus, antara lain:

- a. Suara klik: Jika yang didengarkan adalah bunyi seperti klik, hal ini mungkin disebabkan oleh adanya kontraksi pada otot dalam dan sekitar telinga.
- b. Suara seperti bersenandung: Suara seperti ini mungkin diakibatkan oleh masalah pada pembuluh darah. Seseorang mungkin akan mendengarkan jenis suara ini ketika berolahraga atau mengubah posisi, seperti ketika berdiri kemudian duduk.

- c. Suara denyut jantung: Masalah pada pembuluh darah, seperti tekanan darah tinggi, aneurisma atau tumor, dan penyumbatan saluran telinga atau tabung estachius, dapat memperkuat suara detak jantung hingga terdengar dalam telinga. Kondisi ini disebut dengan tinnitus berdenyut.
- d. Suara bernada rendah: Jika seseorang mengidap penyakit meniere, mungkin ia akan mendengarkan suara bernada rendah dalam telinga. Namun, suara tersebut dapat menjadi sangat keras ketika seseorang mendapatkan serangan vertigo.
- e. Suara bernada tinggi: Paparan suara yang sangat keras dapat menimbulkan tinnitus dengan suara bernada tinggi dalam telinga. Hal ini dapat hilang dengan sendirinya atau bahkan permanen.
- f. Berbagai jenis suara: Kotoran telinga, benda asing, dan rambut di liang telinga dapat bergesekkan dengan gendang telinga. Hal ini dapat menyebabkan timbulnya berbagai suara dalam telinga.

Apabila penyebab tinnitus sudah diketahui, dokter akan menentukan jenis pengobatan yang dapat dilakukan untuk mengatasi tinnitus yang dialami. Jenis pengobatan yang diambil disesuaikan dengan penyebab yang mendasarinya. Dokter mungkin akan memberikan beberapa pilihan pengobatan yang dapat mengurangi dan menyembuhkan tinnitus, seperti:

- a. Membersihkan kotoran telinga

Bila kotoran telinga yang mengendap dalam telinga dibersihkan, mungkin gejala tinnitus dapat berkurang dan berangsur-angsur membaik.

- b. Pengobatan pembuluh darah

Jika penyebab tinnitus adalah akibat gangguan pada pembuluh darah, dokter mungkin akan memberikan resep obat atau bahkan melakukan operasi untuk mengatasi masalah tersebut. Selain itu, dokter mungkin akan memberi rekomendasi kepada pasien untuk menggunakan perangkat elektronik yang dapat mengurangi suara bising dalam telinga sekaligus membantu pendengaran.

Setelah mengetahui beberapa faktor yang dapat menyebabkan tinnitus, mungkin seseorang dapat melakukan beberapa hal seperti berikut ini:

1. Mengurangi atau bahkan tidak mengonsumsi alkohol  
Alkohol dapat meningkatkan kekuatan dari aliran darah sekaligus melebarkan pembuluh darah. Jika seseorang gemar mengonsumsi alkohol dalam jumlah yang besar, ia harus menguranginya atau bahkan menghindarinya.
2. Belajar mengelola stres  
Bila seseorang telah mengetahui bahwa stres menjadi penyebab dari tinnitus yang dialami, ia harus belajar untuk mengelola stres, misalnya

dengan melakukan terapi relaksasi, biofeedback, dan olahraga. Itu mungkin dapat mengurangi rasa stres yang dialami.

3. Menjaga kesehatan jantung  
Olahraga dengan teratur dan mengonsumsi makanan yang sehat dapat menjaga pembuluh darah tetap sehat sekaligus mencegah timbulnya tinnitus.
4. Mengurangi volume suara  
Jika seseorang sering mendengarkan hal-hal yang terpapar dengan suara keras, maka harus belajar untuk mendengarkannya dengan volume suara yang lebih rendah.

## I. Interaksi dengan Orang Tua

Komunikasi dengan orang tua dapat menggunakan buku penghubung, yang dapat dilihat kembali pada Bagian Umum buku guru ini.

## J. Kunci Uji Kompetensi pada Buku Peserta didik

### a. Pilihan Ganda

- |      |       |
|------|-------|
| 1. C | 6. A  |
| 2. B | 7. B  |
| 3. A | 8. D  |
| 4. A | 9. C  |
| 5. C | 10. A |

### b. Uraian

1.  $t = 1 \text{ menit} = 60 \text{ sekon}$   
 $n = 40 \text{ getaran}$   
Periode (T) =  $t/n$   
 $= 60/40$   
 $= 1,5 \text{ sekon}$

Jawab

- a. Panjang gelombang 1,5 gelombang

b.  $A = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$

c.  $T = 1,5 \text{ sekon}$

d.  $\lambda = 20 \text{ cm}$  (dari A ke C)

e. cepat rambat gelombang

$$v = v = \frac{\lambda}{T} = \frac{20 \text{ cm}}{1,5 \text{ s}} = 13,33 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 0,13 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

f.  $n = t/T$

$$= 120 / 1,50$$

$$= 80 \text{ gelombang}$$

2.  $S = v \times t$

$$= 320 \times 1,5$$

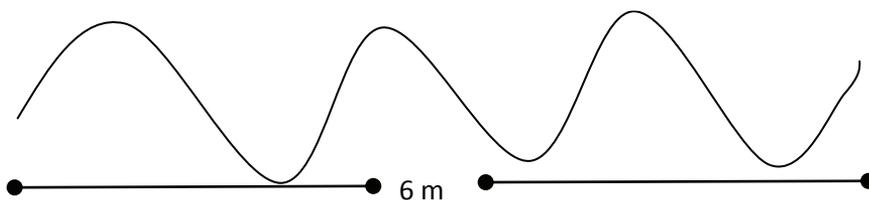
$$= 480 \text{ m}$$

Gelombang suara yang masuk ke dalam lubang telinga akan menggetarkan gendang telinga (membran timpani). Getaran membran timpani ditransmisikan melintasi telinga tengah melalui tiga tulang kecil, yang terdiri dari tulang martil, landasan, dan sanggurdi. Telinga tengah dihubungkan ke faring oleh tabung eustachius. Getaran dari tulang sanggurdi ditransmisikan ke telinga dalam melalui membran jendela oval ke koklea. Koklea merupakan suatu tabung yang bergulung seperti rumah siput. Koklea berisi cairan limfa. Getaran dari jendela oval ditransmisikan ke dalam cairan limfa dalam ruangan koklea. Dibagian dalam ruangan koklea terdapat organ korti. Organ korti berisi carian sel-sel rambut yang sangat peka. Inilah reseptor getaran yang sebenarnya. Sel-sel rambut ini akan bergerak ketika ada getaran didalam koklea, sehingga menstimulasi getaran yang diteruskan oleh saraf auditori ke otak.

3. Salah satu dampak negatif penggunaan sistem sonar di dalam laut adalah mengganggu aktifitas mamalia laut saat bermigrasi.

4. Bunyi sirine ambulan yang terdengar berubah-ubah karena pengaruh kecepatan gerak ambulan yang berubah-ubah. Gejala ini dikenal dengan istilah efek Doppler. kecepatan tertentu. Karena itulah bunyi sirine ambulan ketika jauh dan dekat berbeda keras/lemahnya bunyi yang kita dengar.

5. a. Sketsa gambarnya



- b. Dari gambar terlihat bahwa kedua gabus berjarak 6 m membentuk 3 buah gelombang ( $3\lambda$ )

Dengan demikian, panjang gelombang = jarak antara 2 gabus sehingga

$$3\lambda = 6 \text{ m}$$

$$\lambda = 6/3 = 2 \text{ m}$$

Jadi panjang gelombang tersebut adalah 2 meter.

6. Apabila kita menjatuhkan benda keras (misalnya batu atau besi) ke lantai, maka timbul bunyi.

- a. Pemantulan dapat terjadi karena benda yang bergerak memiliki energi. Ketika benda bergerak dan ada yang menghalangi, maka benda tersebut akan bebalik arah (memantul) dengan energi yang masih dimilikinya.
- b. Jika berteriak pada dinding tebal, maka beberapa saat kemudian akan terdengar suara yang sama persis dengan suara yang diteriakkan. Suara tersebut berasal dari suara yang dipantulkan kembali karena terkena dinding tebal. Bunyi pantul yang terdengar lengkap setelah bunyi asli disebut gema. Jika berteriak di dalam ruangan kosong, maka akan terdengar suara yang akan mengikuti suara asli, sehingga suara asli tidak terdengar jelas. Suara tersebut berasal dari suara asli yang dipantulkan oleh dinding ruangan. Bunyi pantulan yang hanya terdengar sebagian dan tiba bersamaan dengan suara asli sehingga bunyi asli tidak terdengar jelas disebut gaung atau kerdam.
- c. Sifat bunyi yang dapat dipantulkan dapat dimanfaatkan untuk mengukur kedalaman air, mencari reruntuhan kapal, mencari lokasi yang banyak ikannya, dan mengukur panjang lorong gua. Untuk mengukur kedalaman laut, dilakukan dengan cara memancarkan bunyi ke dasar laut. Di dasar kapal diberi detector untuk mendeteksi bunyi pantul yang dipancarkan dari dasar laut. Dengan mengukur waktu yang diperlukan sejak bunyi dipancarkan sampai ditangkap detektor, maka kedalaman laut dapat ditentukan. Untuk mengukur kedalaman suatu gua yang belum pernah dijamah manusia, dapat dilakukan dengan menggunakan gelombang bunyi. Gelombang bunyi tersebut dipancarkan dari mulut gua kemudian gelombang tersebut akan dipantulkan jika mengenai dinding gua. Dengan mengukur waktu yang diperlukan gelombang kembali ke pengirim dapat ditentukan panjang goa tersebut.
- d. Untuk menentukan kedalaman laut dan menentukan letak benda menggunakan sifat pemantulan bunyi, digunakan alat yang disebut sonar. Sonar di kapal akan mengirimkan suara yang mengenai reruntuhan kapal atau dasar laut akan dipantulkan kembali. Waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak dari sumber bunyi ke suatu benda

kemudian kembali ke sumber bunyi akan dicatat oleh alat tersebut. Semakin lama waktu yang diperlukan, maka semakin jauh jarak benda tersebut.

## K. Proyek



### PROYEK

Coba buatlah sebuah artikel tentang penyakit/ kelainan pada pendengaran, artikel harus memuat.

- Data hasil observasi (internet, buku, koran, TV, wawancara) mengenai satu penyakit.
- Mengidentifikasi penyebab terjangkitnya penyakit itu.
- Menganalisis cara untuk penyembuhan dan pencegahan terhadap terjangkitnya penyakit itu.
- Tulislah dalam sebuah artikel minimal 2 lembar.
- Setiap siswa memiliki **satu** tema yang berbeda-beda dan cari tema yang paling menarik

### Alternatif Jawaban “Tugas Proyek”

Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama ± dua minggu. Pada minggu pertama, peserta didik mencari informasi dari koran, majalah ataupun media massa yang lainnya baik media massa cetak ataupun elektronik tentang kelainan atau penyakit yang menyerang pendengaran. Kemudian peserta didik mengidentifikasi penyebab terjangkitnya penyakit itu dan terakhir peserta didik menganalisis cara untuk penyembuhan dan pencegahan penyakit tersebut. Kemudian pada minggu kedua, peserta didik menyusun brosur. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru.

Hasil artikel dari siswa kemungkinan akan sangat beragam. Guru dapat memberikan penilaian dengan menggunakan rubrik penilaian yang terdapat pada Buku Guru pada bagian umum dengan disesuaikan dengan tugas peserta didik.

# Bab X

## Indera Penglihatan dan Alat Optik

### A. Pengantar

Alat optik merupakan salah satu perangkat yang digunakan manusia bahkan alat optik juga ada pada tubuh manusia. Alat optik pada manusia adalah mata dan contoh alat optik yang digunakan manusia dalam kehidupan sehari-hari diantaranya kacamata, mikroskop dan teropong. Selain pada manusia, alat optik juga ada pada makhluk hidup lain seperti hewan serangga. Pada penggunaannya, alat optik juga berkenaan dengan cahaya yang diterima alat optik dan bayangan yang dibentuk alat optik sehingga kita dapat melihat benda yang dekat atau jauh. Bab X ini akan dibahas pentingnya cahaya pada sistem penglihatan manusia, pembentukan bayangan pada cermin dan lensa, serta penggunaan alat optik dalam kehidupan sehari-hari.

### B. KI dan KD pada Materi Indera Penglihatan dan alat optik

Berikut ini adalah KI, KD dan Indikator Pencapaian Kompetensi Bab X KI dan KD yang diambil dari Lampiran Permen Dikbud No. 68 Tahun 2013. Indikator pencapaian kompetensi yang tercantum pada buku ini dapat lebih dikembangkan lebih luas oleh guru berdasarkan karakteristik peserta didik dan lingkungan sekolah.

**Tabel 10.1.** KI, KD dan Indikator Pencapaian Kompetensi

<b>Kompetensi Inti</b>	3. Memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata
<b>Kompetensi Dasar</b>	3.11 Mendeskripsikan sifat-sifat cahaya, pembentukan bayangan, serta aplikasinya untuk menjelaskan penglihatan manusia, proses pembentukan bayangan pada mata serangga, dan prinsip kerja alat optik

<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
3.11.1 Mendeskripsikan sifat-sifat cahaya. 3.11.2 Mengidentifikasi proses pembentukan bayangan pada cermin datar dan lengkung 3.11.3 Mengidentifikasi proses pembentukan bayangan pada lensa cembung dan cekung. 3.11.4 Menjelaskan pentingnya cahaya pada proses penglihatan manusia. 3.11.5 Mengidentifikasi proses pembentukan bayangan pada mata manusia. 3.11.6 Mengidentifikasi bagian-bagian mata. 3.11.7 Menjelaskan macam-macam gangguan yang terjadi pada indera penglihatan. 3.11.8 Mendeskripsikan pembentukan bayangan pada mata serangga. 3.11.9 Mendata berbagai macam alat optik yang dapat ditemui siswa dalam kehidupan sehari-hari. 3.11.10 Mendeskripsikan prinsip kerja alat optik.	
<b>Kompetensi Inti</b>	4. Mengolah, menyajikan menalar dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori
<b>Kompetensi Dasar</b>	4.11 Membuat laporan hasil penyelidikan tentang pembentukan bayangan pada cermin, lensa, dan alat optik (Proyek)
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
4.11.1 Menyusun laporan hasil penyelidikan proses pembentukan bayangan pada cermin, lensa, dan alat optik.	

## C. Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan eksperimen, diskusi, dan tanya jawab, peserta didik diharapkan dapat melakukan hal-hal berikut.

1. Mendeskripsikan sifat-sifat cahaya.
2. Mengidentifikasi proses pembentukan bayangan pada cermin.
3. Mengidentifikasi proses pembentukan bayangan pada lensa cembung dan cekung.
4. Menjelaskan pentingnya cahaya pada proses penglihatan manusia.
5. Mengidentifikasi proses pembentukan bayangan pada mata manusia.
6. Mengidentifikasi bagian-bagian mata.
7. Menjelaskan macam-macam gangguan yang terjadi pada indera penglihatan.
8. Mendeskripsikan pembentukan bayangan pada mata serangga.

9. Menjelaskan berbagai macam alat optik yang dapat ditemui peserta didik dalam kehidupan sehari-hari.
10. Mendeskripsikan prinsip kerja alat optik.

## D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab X memerlukan waktu 15 jam atau 6 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 5 TM tersebut adalah sebagai berikut

**Tabel 10.2.** Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pertemuan ke	Materi	Jam Pertemuan (JP)
1	Sifat-sifat Cahaya <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi berbagai macam sifat cahaya dengan melakukan berbagai macam percobaan.</li> </ul>	3
2	Pembentukan Bayangan pada Cermin <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyelesaikan percobaan pembentukan cahaya pada cermin datar</li> </ul>	2
3	Pembentukan Bayangan pada Lensa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjelaskan sinar-sinar istimewa pada pembiasan cahaya oleh lensa cembung dan cekung</li> <li>• Melukiskan pembentukan bayangan pada lensa dengan menggunakan diagram sinar istimewa</li> </ul>	3
4	Sistem penglihatan pada manusia (cahaya) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjelaskan pentingnya cahaya bagi sistem penglihatan manusia</li> <li>• Melakukan percobaan pembentukan bayangan pada lensa cembung untuk menjelaskan proses pembentukan bayangan pada mata manusia</li> </ul>	2
5	Bagian-bagian mata dan jalannya cahaya pada mata <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengidentifikasi bagian-bagian mata manusia</li> <li>• Menjelaskan dan menyimpulkan proses pembentukan bayangan pada mata manusia.</li> </ul>	3

6	<b>Pemanfaatan Alat Optik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mengidentifikasi berbagai macam alat optik yang ada di sekitar siswa serta memahami prinsip kerja masing-masing alat optik.</li> </ul>	2
7	Tes Tulis	1

## E. Materi Esensial

### 1. Sifat-Sifat Cahaya

Ada empat sifat-sifat cahaya, sebagai berikut.

- a. Cahaya merambat lurus  
Cahaya merambat ke semua arah. Sebagai contohnya, jika lilin atau lampu dinyalakan di tempat gelap, maka kita akan dapat melihat bahwa daerah yang ada di sekitar lilin atau lampu tersebut akan terang.
- b. Cahaya dapat dibiaskan  
Cahaya akan dibiaskan ketika melewati medium dengan indeks bias yang berbeda. Kecepatan cahaya akan menurun saat memasuki air. Semakin besar perubahan kecepatan cahaya saat yang melewati dua medium yang berbeda, akan semakin besar pula efek pembiasan yang terjadi.
- c. Cahaya merupakan Gelombang Elektromagnetik  
Gelombang elektromagnetik merupakan gelombang yang perambatannya tidak membutuhkan medium. Cahaya dapat mentransfer energi dari satu tempat ke tempat lainnya dengan tidak menggunakan medium sehingga cahaya merupakan gelombang elektromagnetik.
- d. Cahaya dapat dipantulkan  
Cahaya memiliki sifat dapat dipantulkan jika menumbuk suatu bidang. Pemantulan yang terjadi dapat berupa pemantulan baur dan pemantulan teratur. Pemantulan baur terjadi jika cahaya dipantulkan oleh bidang yang tidak rata, seperti aspal, tembok yang tidak rata, batang kayu, dan sebagainya. Pemantulan teratur terjadi jika cahaya dipantulkan oleh bidang yang rata, seperti cermin.

## 2. Pembentukan Bayangan pada Cermin

- a. Pembentukan bayangan pada cermin datar  
Bayangan yang terbentuk pada cermin datar diperoleh dengan menggunakan diagram sinar. Sinar datang yang mengenai permukaan cermin akan dipantulkan dengan besar sudut pantul sama dengan besar sudut datang. Bayangan pada cermin datar diperoleh dengan memperpanjang sinar-sinar pantul ke arah dalam cermin sehingga bertemu dalam satu titik yang disebut titik perpotongan. Bayangan pada cermin datar bersifat maya, tegak dengan ukuran sama dengan bendanya.
- b. Pembentukan bayangan pada cermin cekung dan cembung  
Pembentukan bayangan pada cermin cekung dapat diperoleh melalui diagram sinar istimewa cermin.

### ***Sinar-sinar istimewa cermin cekung***

- 1) Sinar datang sejajar sumbu utama akan dipantulkan melalui titik fokus.
- 2) Sinar datang melalui titik fokus akan dipantulkan menuju sejajar sumbu utama.
- 3) Sinar datang melalui titik pusat kelengkungan cermin akan dipantulkan melalui titik pusat kelengkungan cermin pula.

### ***Sinar-sinar istimewa cermin cembung***

- 1) Sinar datang sejajar sumbu utama dipantulkan seolah-olah dari titik fokus ( $f$ ).
- 2) Sinar yang datang menuju titik fokus ( $f$ ) dipantulkan sejajar sumbu utama.
- 3) Sinar yang datang menuju titik pusat kelengkungan cermin ( $p$ ) seolah-olah berasal dari titik pusat kelengkungan tersebut.

## 3. Pembentukan Bayangan pada Lensa

Pembentukan bayangan pada lensa cembung dan cekung dilakukan melalui diagram sinar istimewa.

### ***Sinar-sinar istimewa lensa cembung***

- 1) Suatu sinar datang sejajar sumbu utama lensa akan dibiaskan menuju titik fokus di belakang lensa.
- 2) Suatu sinar datang melalui titik fokus di depan lensa akan dibiaskan sejajar sumbu utama.
- 3) Suatu sinar datang melalui pusat optik lensa akan diteruskan tanpa dibiaskan.

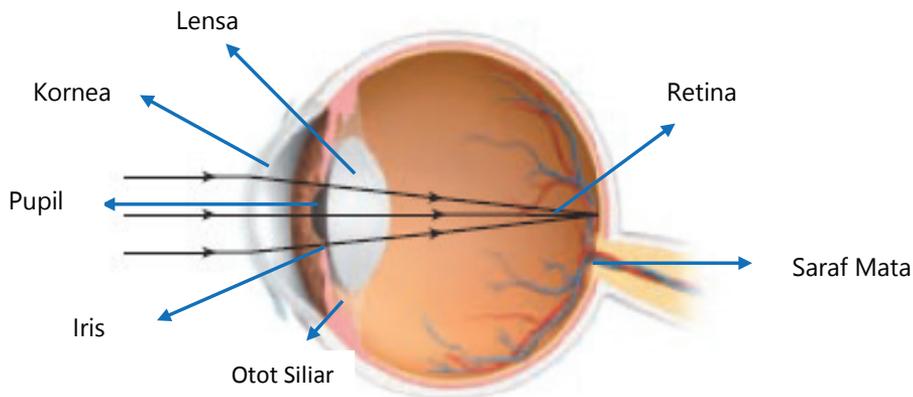
### ***Sinar-sinar istimewa lensa cembung***

- 1) Suatu sinar datang sejajar sumbu utama lensa seolah-olah berasal dari titik fokus di depan lensa.
- 2) Suatu sinar datang seolah-olah menuju titik fokus di depan lensa akan dibiarkan sejajar sumbu utama.
- 3) Sinar datang melalui pusat optik lensa akan diteruskan tanpa dibiaskan

## **4. Bagian-Bagian Mata**

### ***Bagian-bagian Mata***

Mata tersusun atas beberapa bagian yang berbeda yang masing-masing bagian memiliki fungsi yang berbeda pula. Mata kita dibalut oleh tiga lapis jaringan yang berlainan. Lapisan luar adalah **lapisan sklera**, lapisan ini membentuk kornea. Lapisan tengah adalah lapisan **koroid**, lapisan ini membentuk **iris**. Lapisan ketiga adalah lapisan dalam yaitu **retina**. Gambar 10.18 menunjukkan bagian-bagian mata.



*Sumber: Berwald, et al. 2007*

Gambar 10.6 Bagian-bagian Mata

### ***Gangguan pada Indera Penglihatan***

#### **a. Rabun Dekat (Hipermetropi)**

Seorang penderita **rabun dekat** tidak dapat melihat benda yang berada pada **jarak dekat** ( $\pm 25$  cm) dengan jelas. Hal ini dikarenakan bayangan yang terbentuk jatuh di belakang retina sehingga bayangan yang jatuh pada retina menjadi tidak jelas (kabur). Kacamata positif (**lensa cembung**) dapat menolong penderita rabun dekat.

#### **b. Rabun Jauh (Miopi)**

Seorang penderita **rabun jauh** tidak dapat melihat benda yang berada pada **jarak jauh** (tak hingga) dengan jelas. Hal ini dikarenakan bayangan

yang terbentuk jatuh di depan retina. Kacamata negatif (**lensa cekung**) dapat menolong penderita rabun jauh.

- c. Buta Warna

## 5. Berbagai Macam Alat Optik yang ada di Sekitar Siswa

- a. Kamera

Kamera dapat digunakan untuk mendokumentasikan sesuatu. Kamera memiliki diafragma dan pengatur cahaya (*shutter*) untuk mengatur jumlah cahaya yang masuk ke dalam lensa.

- b. Kaca Pembesar (Lup)

Sebuah kaca pembesar menempatkan objek tersebut lebih dekat ke mata kita sehingga objek tersebut menghadapi sudut lebih besar. Seberapa besar suatu objek terlihat dengan mata, dan seberapa jelas kita dapat melihat bagian-bagian kecil pada objek tersebut, bergantung pada ukuran bayangan objek tersebut pada retina.

- c. Mikroskop

Mikroskop menggunakan dua lensa okuler dan dua lensa objektif. Lensa okuler adalah lensa yang posisinya dengan mata pengamat. Lensa objektif adalah lensa yang posisinya dekat dengan objek/ benda yang sedang diamati. Fungsi dari mikroskop adalah untuk mengamati benda-benda yang bersifat mikroskopis.

- d. Teleskop

Teleskop adalah alat optik yang dapat membuat benda-benda yang berada pada tempat yang jauh menjadi terlihat dekat. Ada dua tipe dasar teleskop, yaitu teleskop pembias dan teleskop pantul.

## F. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab X, guru dapat menerapkan pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL), *Inquiry*, atau *Learning Cycle*, atau model pembelajaran lain, yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

### Pertemuan 1 (3 JP)

#### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi dengan menunjukkan sebuah fenomena yang timbul karena proses pembiasan. Berikut ini berbagai fenomena yang mungkin dimunculkan oleh guru. Guru bisa memilih satu atau dua buah fenomena yang tentunya pemilihan tersebut disesuaikan dengan kondisi yang ada di sekitar peserta didik.

- a) Munculnya pelangi.
- b) Jalan beraspal apabila dilihat pada jarak  $\pm$  200 meter pada saat siang hari terlihat seperti ada genangan air.
- c) Sedotan yang dimasukkan ke dalam gelas berisi air bening.
- d) Kolam yang terlihat lebih dangkal daripada kondisi normal, dll.

Setelah siswa memperhatikan fenomena tersebut, kemudian guru mengajukan pertanyaan: Mengapa fenomena tersebut terjadi? Guru mengarahkan jawaban peserta didik terhadap sifat-sifat cahaya.

2. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang tertera pada kegiatan 'Ayo Kita pelajari?'. Guru juga menyampaikan manfaat mempelajari materi ini dengan menjelaskan isi kegiatan pada "Mengapa Penting?"
3. Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini ada 2, yaitu percobaan untuk membuktikan sifat-sifat cahaya pada bagian "Ayo Kita Coba" dan menjawab pertanyaan pada bagian "Ayo Kita Lakukan" dan "Ayo Kita Coba".

### Inti

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan percobaan untuk membuktikan sifat-sifat cahaya pada bagian "Ayo Kita Coba". Percobaan yang akan dilakukan oleh siswa adalah melakukan percobaan "Perambatan Cahaya", melalui percobaan ini, diharapkan peserta didik dapat mengetahui bahwa cahaya merambat lurus dan "Mengapa Pensil Terlihat Bengkok", melalui percobaan ini diharapkan peserta didik dapat mengetahui sifat cahaya dapat dibiaskan. Selain itu, untuk menunjang tercapainya KI-2, jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dan berbagi tugas dengan kelompoknya serta melakukan percobaan dengan cermat dan teliti.

#### Alternatif Jawaban "Ayo Kita Coba" Perambatan Cahaya dan Mengapa Sendok Terlihat Bengkok

##### Perambatan Cahaya

Percobaan tersebut membuktikan bahwa cahaya merambat lurus.

##### Mengapa Sendok Terlihat Bengkok?

Sendok terlihat membengkok karena terjadi pembiasan. Pembiasan yang terjadi tersebut mendekati garis normal. Proses ini terjadi karena cahaya melewati dua medium (udara dan air) yang memiliki kerapatan optik yang berbeda. Syarat-syarat terjadinya pembiasan ada dua. Pertama, cahaya melalui dua medium yang memiliki kerapatan optik yang berbeda. Kedua, cahaya datang tidak tegak lurus terhadap bidang batas.

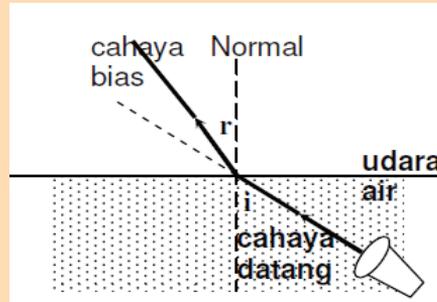
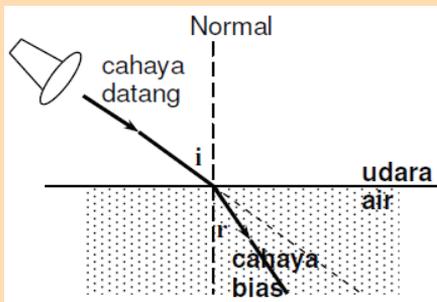
Arah pembiasan cahaya dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

a) Mendekati Garis Normal

Cahaya dibiaskan mendekati garis normal jika cahaya merambat dari medium optik kurang rapat ke medium optik lebih rapat, contohnya cahaya merambat dari udara ke dalam air.

b) Menjauhi Garis Normal

Cahaya dibiaskan menjauhi garis normal jika cahaya merambat dari medium optik lebih rapat ke medium optik kurang rapat, contohnya cahaya merambat dari dalam air ke udara.



Gambar 10.9 Pembiasan Cahaya (a) Mendekati Garis Normal (b) Menjauhi Garis Normal

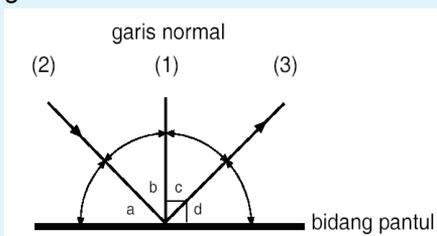
Contoh gejala pembiasan yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari antara lain, dasar kolam terlihat lebih dangkal apabila dilihat dari atas, terjadinya pelangi apabila hujan turun pada saat matahari muncul.

2. Guru membimbing peserta didik untuk menjelaskan macam-macam sifat cahaya dan menjawab pertanyaan pada bagian “Ayo Kita Selesaikan”

**Alternatif Jawaban “Ayo Kita Selesaikan”**

Sudut datang adalah sudut yang dibentuk oleh sinar datang dengan garis normal. Sudut pantul adalah sudut yang dibentuk oleh sinar pantul dengan garis normal.

Pada gambar tersebut sudut datang adalah sudut yang dibentuk oleh garis 2 dan 1 atau sudut b. Sedangkan sudut pantul adalah sudut yang dibentuk oleh garis 3 dan 1 atau sudut c.



**Keterangan:**

- Garis 1 : garis normal
- Garis 2 : sinar datang
- Garis 3 : sinar pantul

3. Guru membimbing peserta didik untuk mendiskusikan materi tentang sifat-sifat cahaya.

### **Penutup**

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan. Materi yang harus disimpulkan pada hari ini adalah sifat-sifat cahaya.

#### ***Sifat-sifat Cahaya***

Ada empat sifat-sifat cahaya, sebagai berikut.

- a. Cahaya Merambat Lurus
  - b. Cahaya dapat dibiaskan
  - c. Cahaya dapat dipantulkan
  - d. Cahaya merupakan Gelombang Elektromagnetik
2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang akan dipelajari berikutnya, yaitu tentang pembentukan bayangan pada cermin datar dan cermin lengkung.

### **Pertemuan kedua (2JP)**

#### **Pendahuluan**

1. Guru memberikan apersepsi dengan memberikan pertanyaan kepada peserta didik. Pertanyaan tersebut sebagai berikut.
  - a. Tadi sebelum berangkat ke sekolah apakah kalian bercermin? Cermin yang biasa kalian gunakan pada saat bercermin adalah cermin datar.
  - b. Pada saat kalian bercermin, apakah yang dapat kalian lihat?
  - c. Bagaimanakah dengan ukuran bayangan yang kalian lihat?

Nah, anak-anak pada pertemuan hari ini, kalian akan belajar tentang pembentukan bayangan pada cermin datar. Selain itu, kalian akan belajar juga pembentukan bayangan pada cermin lengkung (cermin cembung dan cermin cekung).

2. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa kegiatan yang akan dilaksanakan pada pertemuan ini ada dua, yaitu percobaan pembentukan bayangan pada cermin datar pada bagian “Ayo Kita Coba” dan memahami pembentukan bayangan pada cermin lengkung.

#### **Inti**

1. Secara berkelompok peserta didik melakukan percobaan pembentukan bayangan pada cermin datar pada bagian “Ayo Kita Coba”. Melalui kegiatan ini diharapkan siswa dapat mengetahui sifat-sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin datar. Untuk menunjang tercapainya KI-2, jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dan berbagi tugas dengan kelompoknya serta melakukan percobaan dengan cermat dan teliti.

## ✓ Ayo Kita Coba

### Bayangan oleh Cermin Datar

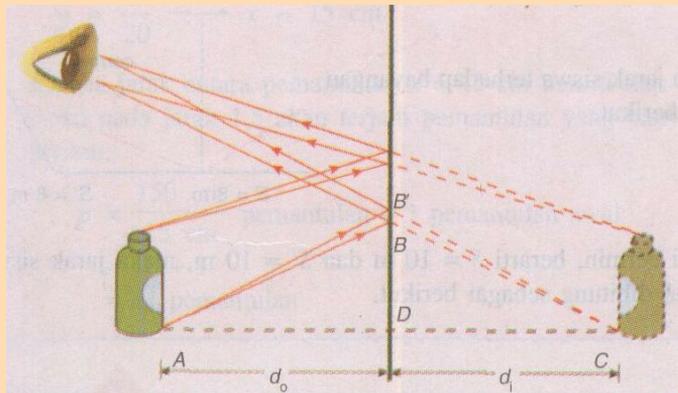
Apa yang harus kalian persiapkan?

1. Cermin datar berukuran minimal 30 cm x 30 cm.
2. Pensil, bulpen, buku, botol kecil atau benda lainnya yang ada di sekitar kalian.

Apa yang Harus Kalian Lakukan?

1. Letakkan benda misal botol kecil 15 cm di depan cermin datar.
2. Amati bayangan yang terjadi pada cermin.

Lakukan percobaan ini dengan cermat dan teliti agar kalian dapat memahami pembentukan bayangan pada cermin datar. Selain itu, jangan lupa bekerjasama dan berbagi tugaslah dengan teman satu kelompokmu.



**Gambar 10.11** Bayangan yang Terbentuk pada Cermin Datar

Berdasarkan percobaan bayangan pada cermin datar, jawablah pertanyaan berikut, tuliskan jawabanmu pada buku IPA!

- 4) Dimanakah letak bayangan yang dapat kalian amati pada cermin?
- 5) Bagaimana ukuran bayangan jika dibandingkan dengan ukuran benda?
- 6) Bandingkan jarak benda terhadap cermin dan jarak bayangan terhadap cermin!

#### Alternatif Jawaban

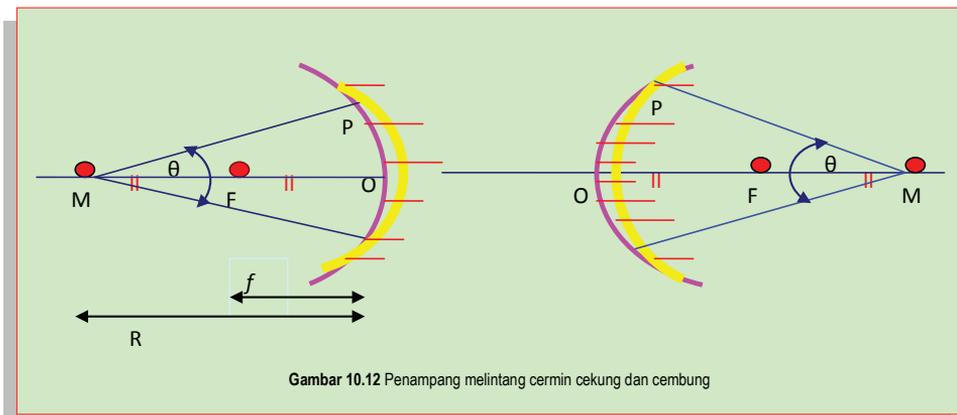
Pada percobaan tersebut digunakan cermin datar. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin datar. Sifat bayangan yang dibentuk cermin datar adalah sebagai berikut.

1. bayangan sama besar dengan benda
2. bayangan cermin tegak
3. jarak bayangan ke cermin sama dengan jarak benda ke cermin

2. Guru membimbing peserta didik untuk memahami materi tentang pembentukan bayangan pada cermin lengkung (cermin cembung dan cermin cekung). Hal yang harus dipahami peserta didik pada materi ini adalah sinar istimewa pada cermin lengkung serta pembentukan bayangan (melukiskan pembentukan bayangan) pada pada berbagai lokasi cermin lengkung. Apabila peserta didik mampu melukiskan pembentukan bayangan pada berbagai bagian cermin lengkung maka siswa akan dapat menjelaskan sifat bayangan yang dibentuk pada berbagai lokasi cermin lengkung.

### Penutup

1. Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk menanyakan materi yang belum dipahaminya.
2. Guru memberikan beberapa pertanyaan kepada peserta didik yang berkaitan dengan kegiatan pembelajaran pada hari ini. Pada kegiatan ini guru menunjuk peserta didik secara acak untuk menjawab pertanyaan yang disampaikan oleh guru. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk menyimpulkan materi yang dipelajari hari ini serta mengecek pemahaman siswa pada materi tersebut. Pertanyaan-pertanyaan tersebut adalah sebagai berikut.
  - a) Berdasarkan Gambar 10.7, tentukan beberapa unsur dari cermin lengkung yaitu 1) Pusat kelengkungan cermin, b) titik fokus, c) panjang fokus, dan d) Jari-jari kelengkungan cermin.



### Alternatif Jawaban dari Pertanyaan Guru tersebut.

- Pusat kelengkungan cermin  
Pusat kelengkungan cermin merupakan titik di pusat bola yang diiris menjadi cermin. Pusat kelengkungan cermin biasanya disimbolkan dengan M.

Titik Api (titik fokus) adalah titik pertengahan antara vertex dan pusat kelengkungan cermin dan disimbolkan dengan  $F$ .

Panjang fokus cermin adalah jarak dari vertex ke titik api dan disimbolkan dengan  $f$ .

Jari-jari kelengkungan cermin adalah jarak dari vertex ke pusat kelengkungan cermin. Jari-jari kelengkungan cermin biasanya dimbolkan dengan  $R$ .

- a) Gambarkan sinar-sinar istimewa pada cermin cekung! (Pertanyaan ini dijawab oleh tiga orang siswa)

**Alternatif jawaban dari pertanyaan guru tersebut seperti yang tertera pada bagian Materi esensial dan Buku Siswa**

- b) Gambarkan sinar-sinar istimewa pada cermin cembung! (Pertanyaan ini dijawab oleh tiga orang siswa)

**Alternatif jawaban dari pertanyaan guru tersebut seperti yang tertera pada bagian Materi Esensial dan Buku Siswa**

- c) Guru menugaskan peserta didik membaca materi yang berikutnya, yaitu "Pembentukan Bayangan pada Lensa".

### **Pertemuan ke 3 (3 JP)**

#### **Pendahuluan**

1. Guru memberikan apersepsi kepada siswa dengan menunjukkan sebuah lup kepada siswa dan kemudian secara bergantian peserta didik memegang lup tersebut. Peserta didik juga diminta untuk meraba bagian lensa dari lup. Selain itu, peserta didik juga diminta menggunakan lup tersebut untuk melihat benda yang kecil.



Sumber: Dokumen Kemdikbud, 2014

**Gambar 10.13** Lup

Guru memberikan pertanyaan sebagai berikut.

- Pada saat kalian menggunakan lup untuk melihat benda apa yang terjadi?
- Dapatkah kalian menggunakan lup untuk bercermin?

Guru menjelaskan bahwa lup adalah salah satu contoh lensa cembung. Lensa cembung dapat digunakan untuk memperbesar benda tetapi tidak dapat digunakan untuk bercermin. Hal ini dikarenakan lensa tidak dapat memantulkan cahaya seperti cermin. Akan tetapi, lensa membiaskan cahaya yang ditangkupnya.

2. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa pada pertemuan hari ini peserta didik akan belajar tentang sinar istimewa pada pembiasan cahaya oleh lensa cembung dan cekung. Selain itu, peserta didik juga akan belajar melukis pembentukan bayangan pada lensa cembung dan cekung dengan menggunakan diagram sinar istimewa.

### **Inti**

1. Guru membimbing peserta didik untuk memahami materi tentang pembentukan bayangan pada lensa cembung dan cekung. Hal yang harus dipahami siswa pada materi ini adalah sinar istimewa pada lensa cembung dan cekung serta pembentukan bayangan (melukiskan pembentukan bayangan) pada pada berbagai ruang lensa cembung dan cekung. Apabila peserta didik mampu melukiskan pembentukan bayangan pada berbagai ruang lensa maka siswa akan dapat menjelaskan sifat bayangan yang dibentuk pada berbagai ruang lensa cembung dan cekung.
2. Guru menugaskan peserta didik untuk melukiskan bayangan pada berbagai ruang lensa cekung dan cembung. Selain itu, peserta didik juga diminta untuk menentukan sifat dari bayangan yang dibentuk. Berikut ini lokasi dari benda yang harus dilukiskan oleh siswa.

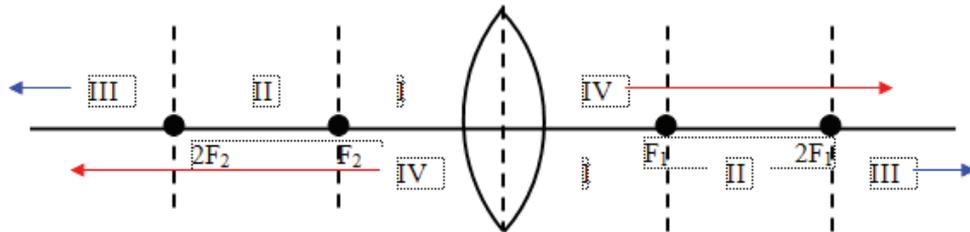
***Lensa Cembung : di Ruang I, II dan III***

***Lensa Cekung: di Ruang I, II, dan III.***

### **Penutup**

1. Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menanyakan materi yang belum dipahaminya.
2. Guru memberikan beberapa pertanyaan kepada peserta didik yang berkaitan dengan kegiatan pembelajaran pada hari ini. Pada kegiatan ini guru menunjuk peserta didik secara acak untuk menjawab pertanyaan yang disampaikan oleh guru. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk menyimpulkan materi yang dipelajari hari ini serta mengecek pemahaman peserta didik pada materi tersebut. Pertanyaan-pertanyaan tersebut adalah sebagai berikut.

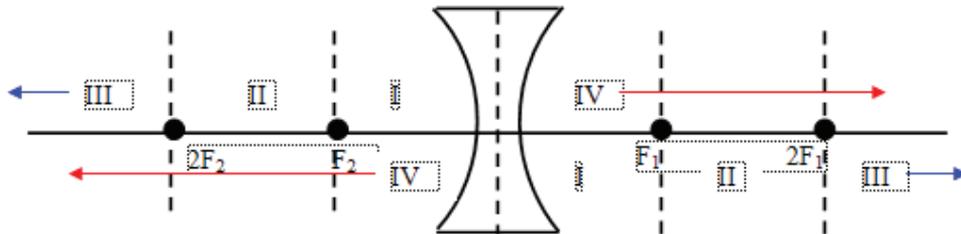
- a. Peserta didik diminta untuk menentukan posisi ruang pada lensa cembung. (Pertanyaan ini dijawab oleh empat orang peserta didik)  
**Alternatif Jawaban dari Pertanyaan Guru tersebut.**



**Gambar 10.16** Penentuan Sifat Bayangan oleh Lensa Cembung Berdasarkan Dalil Esbach

- b. Gambarkan sinar-sinar istimewa pada lensa cembung! (Pertanyaan ini dijawab oleh tiga orang peserta didik).  
**Alternatif jawaban dari pertanyaan guru tersebut seperti yang tertera pada bagian Materi Esensial dan Buku Siswa**

- c. Peserta didik diminta untuk menentukan posisi ruang pada lensa cekung. (Pertanyaan ini dijawab oleh empat orang peserta didik)  
**Alternatif Jawaban dari Pertanyaan Guru tersebut.**



**Gambar 10.17** Penentuan Sifat Bayangan oleh Lensa Cekung Berdasarkan Dalil Esbach

- d. Gambarkan sinar-sinar istimewa pada lensa cekung! (Pertanyaan ini dijawab oleh tiga orang peserta didik)  
**Alternatif jawaban dari pertanyaan guru tersebut seperti yang tertera pada bagian Materi Esensial.**

## Pertemuan ke 4 (2 JP)

### Pendahuluan

1. Guru memberikan apersepsi tentang pentingnya cahaya bagi sistem penglihatan manusia.
  - Guru mengajak peserta didik untuk pergi ke taman sekolah (halaman sekolah) atau membayangkan berada di halaman sekolah.
  - Guru memberikan pertanyaan, “bagaimana perasaan kalian ketika berada di tempat ini?”
  - Guru meminta peserta didik untuk menutup mata.
  - Guru memberikan pertanyaan, “bagaimana perasaan kalian saat ini?”
2. Guru meminta peserta didik untuk menuliskan di buku IPA tentang apa yang dirasakan oleh peserta didik pada saat memejamkan mata.
3. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa pada hari ini peserta didik akan melakukan percobaan untuk membuktikan Pembentukan Bayangan pada Mata.

### Inti

1. Secara berkelompok peserta didik mengidentifikasi pembentukan bayangan pada mata pada bagian “Ayo Kita Lakukan”. Pada kegiatan ini siswa diminta untuk menyelidiki pembentukan bayangan pada lensa cembung. Pembentukan bayangan pada lensa ini seperti yang terjadi pada mata manusia. Setelah melakukan percobaan ini siswa diminta untuk menjawab beberapa pertanyaan, jawaban tersebut dituliskan pada buku IPA. Melalui kegiatan ini diharapkan siswa dapat mengetahui proses pembentukan bayangan pada mata. Untuk menunjang tercapainya KI-2, jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya. Selain itu, peserta didik diharapkan dapat melakukan percobaan ini dengan cermat dan teliti, sehingga peserta didik dapat memahami pembentukan bayangan pada mata.

### Ayo Kita Lakukan

#### Pembentukan Bayangan pada Mata

Pada percobaan kali ini, kita akan mencoba untuk mempelajari proses yang terjadi pada mata sehingga mata bisa melihat benda.

#### Apa yang harus kamu persiapkan?

1. Penjepit rel sebagai pemegang alat di atas rel presisi 5 buah
2. Lampu dengan tiang 1 buah/ lilin 1 buah
3. Lensa cembung 1 buah
4. Pemegang slide 1 buah
5. Slide panah 1 buah
6. Layar transparan 1 buah

### **Apa yang harus kalian lakukan?**

1. Aturlah posisi benda-benda yang telah kalian siapkan dengan posisi seperti berikut ini.
2. Aturlah posisi lensa (gerak-gerakkan maju ataupun mundur) sehingga terdapat bayangan yang jelas pada layar.  
Bayangan yang terbentuk adalah bayangan yang memiliki sifat sama dengan sifat bayangan yang ditangkap oleh mata manusia. Lakukan kegiatan ini dengan cermat dan teliti, serta jangan lupa bekerjasamalah dengan teman satu kelompokmu!

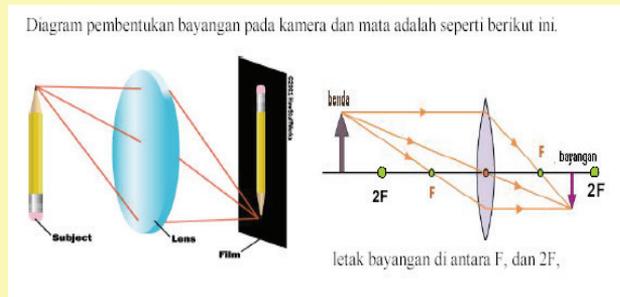
### **Jawablah pertanyaan berikut, tuliskan jawabanmu pada buku IPA!**

1. Bagaimana sifat bayangan yang terbentuk pada percobaan tersebut?
2. Berdasarkan percobaan yang telah kalian lakukan, analogkan benda-benda yang dipergunakan untuk percobaan dengan bagian-bagian mata manusia!
3. Gambarkan jalannya cahaya pada mata manusia, sehingga manusia dapat melihat benda!



### **Alternatif Jawaban “Ayo Kita Lakukan” Pembentukan Bayangan pada Mata**

1. Sifat bayangan yang dibentuk oleh lensa tersebut adalah nyata, terbalik dan diperkecil. Bayangan ini dibentuk oleh lensa cembung pada ruang 3. Secara skematis, pembentukan bayangan pada lensa dapat digambarkan sebagai berikut.



Sumber: Dokumen Kemendikbud  
Gambar Pembentukan Bayangan pada Ruang 3 Oleh Lensa Cembung

2. Benda-benda yang digunakan pada kegiatan percobaan ini apabila dianalogkan dengan bagian-bagian mata adalah sebagai berikut.
- Lampu dianalogkan sebagai sumber cahaya yang dapat menyebabkan mata dapat melihat benda.
  - Benda (panah) dianalogkan dengan benda yang dilihat oleh mata
  - Lensa cembung dianalogkan dengan lensa pada mata manusia.
  - Layar transparan pada percobaan ini berfungsi untuk menangkap bayangan yang dibiaskan oleh lensa cembung. Layar transparan dianalogkan dengan retina yang juga memiliki fungsi menangkap bayangan yang dibentuk oleh lensa mata.

Pada penjelasan sebelumnya dipaparkan bahwa sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin cembung adalah nyata, terbalik dan diperkecil. Akan tetapi pada kenyataannya sifat bayangan yang dibentuk oleh mata nyata, tegak dan diperkecil. Hal ini terjadi karena adanya pemrosesan informasi di otak, sehingga bayangan seolah-olah terlihat tegak.

## Penutup

Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan. Materi yang harus disimpulkan oleh peserta didik adalah tentang sifat bayangan yang dibentuk oleh mata.

Pada percobaan yang telah dilakukan, bayangan terbentuk pada ruang 3. Sifat bayangan yang dibentuk adalah nyata, terbalik dan diperkecil. Begitupula pada mata, sifat bayangan yang dibentuk adalah nyata, terbalik dan diperkecil. Akan tetapi pada kenyataannya sifat bayangan yang dibentuk oleh mata nyata, tegak dan diperkecil. Hal ini terjadi karena adanya pemrosesan informasi di otak, sehingga bayangan seolah-olah terlihat tegak.

## Pertemuan ke 5 (3 JP)

### Pendahuluan

1. Guru mengaitkan materi yang akan dipelajari oleh siswa pada pertemuan sebelumnya dengan materi yang akan dipelajari oleh siswa pada hari ini. Sebelumnya siswa telah mempelajari tentang pembentukan bayangan pada lensa cembung serta sifat-sifat dari bayangan yang dibentuk. Pembentukan bayangan tersebut memiliki analog dengan pembentukan bayangan pada mata. Selain itu, siswa juga menganalogkan bagian-bagian pada set percobaan dengan bagian-bagian mata. Pada kegiatan pembelajaran hari ini, siswa akan mempelajari bagian-bagian pada mata, proses pembentukan bayangan pada mata serta gangguan pada mata.
2. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa ada 2 kegiatan yaitu Mengukur Diameter Iris dan Pupil pada bagian “Ayo Kita Coba” dan menjawab pertanyaan pada bagian “Ayo Kita Selesaikan”.

### Inti

1. Guru membimbing peserta didik melakukan kegiatan percobaan mengukur diameter iris dan pupil. Pada kegiatan ini peserta didik akan mengukur diameter iris dan pupil pada tempat terang (di luar kelas) dan pada tempat gelap (di dalam kelas). Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat mengetahui bahwa diameter iris dan pupil dapat berubah-ubah. Perubahan diameter iris dan pupil tergantung pada jumlah cahaya yang ada di lingkungan sekitar kita. Untuk menunjang tercapainya KI-2, jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dan berbagi tugas dengan kelompoknya. Selain itu, peserta didik diharapkan dapat melakukan percobaan ini dengan hati-hati agar penggaris tidak mengenai mata.

### Ayo Kita Coba

#### Mengukur Diameter Iris dan Pupil

Sebelum melakukan pengamatan ini berkumpul dengan teman satu kelompok (1 kelompok 3 orang). Lakukan pengamatan ini dengan cermat dan teliti.

#### Apa yang harus kamu persiapkan?

1. Penggaris
2. Kertas
3. Alat tulis

#### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Berbagilah tugas dengan teman satu kelompokmu. Lakukan pembagian tugas dengan bijaksana. Pembagian tugas adalah sebagai berikut, satu orang menjadi peraga yang nantinya akan diukur diameter iris dan pupilnya,

- satu orang yang akan mengukur diameter iris dan pupil, dan satu orang lagi mencatat hasil pengamatan.
2. Mintalah temanmu yang bertindak sebagai peraga untuk keluar menuju halaman kelas. Mintalah dia berdiam di halaman  $\pm$  3 menit.
  3. Ukurlah diameter iris dan pupil temanmu. **Lakukan pengukuran dengan hati-hati! Jangan sampai penggaris yang kalian gunakan mengenai mata teman kalian.**
  4. Catatlah hasil pengukuran pada buku IPA.
  5. Mintalah temanmu yang bertindak sebagai peraga untuk masuk ke kelas kembali. Biarkan temanmu berdiam di dalam kelas selama  $\pm$  3 menit.
  6. Ukurlah diameter iris dan pupil temanmu. **Lakukan pengukuran dengan hati-hati! Jangan sampai penggaris yang kalian gunakan mengenai mata teman kalian.**
  7. Catatlah hasil pengukuran pada buku IPA.

**Jawablah pertanyaan berikut, tuliskan jawabanmu pada buku IPA!**

1. Bagaimanakah diameter pupil jika berada di tempat terang? Mengapa demikian?
2. Bagaimanakah diameter pupil jika berada di tempat gelap? Mengapa demikian?

### **Alternatif Jawaban “Ayo Kita Coba” Mengukur Diameter Iris dan Pupil**

Pupil merupakan suatu celah yang berbentuk seperti lingkaran yang dibentuk oleh iris. Jumlah cahaya yang masuk ke dalam mata kalian diatur oleh iris. Besar dan kecilnya iris dan pupil bergantung pada jumlah cahaya yang masuk ke dalam mata.

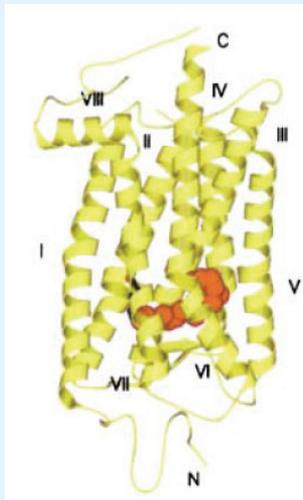
Apabila seseorang berada di tempat yang terang (misalnya halaman sekolah) cahaya yang masuk ke dalam mata berlebihan, diameter pupil akan mengecil secara otomatis. Mekanisme ini bertujuan agar cahaya yang masuk ke dalam mata tidak terlalu banyak. Sebaliknya, apabila seseorang berada di tempat yang redup (misalnya di dalam kelas) cahaya yang masuk ke dalam mata akan sedikit, sehingga diameter pupil akan melebar/ membesar secara otomatis. Reaksi pupil tersebut adalah suatu reaksi yang disebabkan karena adanya suatu stimulus yang terjadi dengan sendirinya secara optimal dan tanpa disadari.

2. Guru membimbing peserta didik untuk menjawab pertanyaan pada kegiatan ‘Ayo Kita Selesaikan’.

### Alternatif Jawaban “Ayo Kita Selesaikan”

Hal tersebut dipengaruhi oleh aktivitas rhodopsin. Setiap sel batang atau sel kerucut dalam retina manusia mengandung pigmen penglihatan yang terdiri dari suatu molekul penyerap cahaya yang disebut **retinal** (derivat vitamin A). Retinal ini akan terikat dengan suatu protein membran yang disebut dengan **opsin**. Apabila opsin bereaksi dengan retinal, maka akan terbentuk pigmen penglihatan yang disebut dengan **rhodopsin**.

Berikut ini adalah gambar struktur 3 dimensi dari rhodopsin



Sumber: Stenkamp, et al. 2002  
Gambar Pembentukan Bayangan pada Ruang 3 Oleh Lensa Cembung

Untuk mendapatkan informasi tambahan, kunjungilah website berikut ini!  
<http://www.ks.uiuc.edu/Services/Class/BIOPHYS490M/papers/Rh-structure-rev.pdf>

Pada saat mata mendapatkan cahaya yang lebih terang dari sebelumnya, *rhodopsin* menghilang karena terus-menerus dipecah menjadi *scotopsin* dan *retinen*. Akan tetapi, pada saat mata berada pada tempat yang lebih gelap daripada sebelumnya *rhodopsin* tidak dipecah sehingga terjadi penimbunan pigmen rhodopsin. Kondisi inilah yang menyebabkan seseorang mengalami kebutaan sejenak.

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan. Materi yang harus disimpulkan antara lain bagian-bagian mata serta proses pembentukan bayangannya dan kelainan pada mata.

### **Bagian-bagian Mata**

Mata tersusun atas beberapa bagian yang berbeda yang masing-masing bagian memiliki fungsi yang berbeda pula. Mata kita dibalut oleh tiga lapis jaringan yang berlainan. Lapisan luar adalah **lapisan sklera**, lapisan ini membentuk kornea. Lapisan tengah adalah lapisan **koroid**, lapisan ini membentuk **iris**. Lapisan ketiga adalah lapisan dalam yaitu **retina**. Gambar 10.6 menunjukkan bagian-bagian mata.

### **Proses Pembentukan Bayangan pada Mata**

Cahaya masuk ke mata melewati kornea, yang merupakan daerah bening dari sklera. Setelah cahaya melewati kornea, selanjutnya cahaya akan menuju ke pupil. Pupil adalah bagian berwarna hitam yang merupakan jalan masuknya cahaya ke dalam mata. Setelah melewati pupil, cahaya bergerak merambat menuju ke lensa. Cahaya yang melewati lensa selanjutnya akan membentuk bayangan yang kemudian ditangkap oleh retina. Retina merupakan sel yang sensitif terhadap cahaya matahari yang terletak pada bagian belakang mata. Sel-sel khusus yang terletak di retina akan mengubah bayangan menjadi sinyal elektrik (impuls). Sinyal elektrik ini kemudian akan ditransfer ke otak, yang kemudian akan diterjemahkan sebagai objek/ benda yang kalian lihat.

### **Gangguan pada Indera Penglihatan**

Rabun Dekat (Hipermetropi), Rabun Jauh (Miopi). Dan Buta Warna

2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi tentang Pembentukan Bayangan pada Mata Serangga.

## **Pertemuan ke 6 (3 JP)**

### **Pendahuluan**

1. Guru memberikan apersepsi dengan memberikan pertanyaan kepada siswa.  
Pernahkah kalian menggunakan kamera? Kamera adalah salah satu alat yang menggunakan lensa. Pada pertemuan kali ini kita akan membuat kamera manual, yang disebut dengan “kamera obscura”.
2. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa kegiatan yang akan dilaksanakan pada pertemuan ini adalah membuat kamera obscura pada kegiatan “Ayo Kita Coba”.

### **Inti**

1. Guru membimbing peserta didik membuat kamera obscura pada kegiatan “Ayo Kita Coba” secara berkelompok. Untuk menunjang tercapainya KI-2, jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dan berbagi tugas dengan kelompoknya.

- Guru melakukan tanya jawab dan diskusi kelas untuk membahas materi tentang berbagai macam alat optik yang ada di sekitar peserta didik serta manfaatnya.

### Penutup

- Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan. Materi yang harus disimpulkan oleh peserta didik pada pertemuan hari ini adalah tentang macam-macam alat optik serta manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari.

#### ***Berbagai macam alat optik***

kamera, kaca pembesar (lup), mikroskop, dan teleskop.

- Guru menugaskan peserta didik untuk mempersiapkan diri menghadapi tes pada pertemuan berikutnya.

## G. Penilaian

- teknik penilaian: tes tulis, pengamatan sikap, dan keterampilan
- Bentuk instrumen dan instrumen: lembar tes tulis pilihan ganda dan esai yang tertera pada buku siswa dan lembar pengamatan untuk sikap dan keterampilan seperti yang tertera buku guru bagian penilaian.

**Tabel 10.3** Teknik Penilaian untuk Setiap Indikator

No.	KD	Indikator	Teknik Penilaian
1.	2.1	Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari.	Pengamatan sikap
	2.2	Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan.	Pengamatan sikap
2.	3.11.1	Mendeskripsikan sifat-sifat cahaya.	Tes tulis
	3.11.2	Mengidentifikasi proses pembentukan bayangan cermin datar dan lengkung.	Tes tulis
	3.11.3	Mengidentifikasi proses pembentukan bayangan pada lensa cembung dan cekung.	Tes tulis
	3.11.4	Menjelaskan pentingnya cahaya pada proses penglihatan manusia.	Tes tulis

	3.11.5	Mengidentifikasi proses pembentukan bayangan pada mata manusia.	Tes tulis
	3.11.6	Mengidentifikasi bagian-bagian mata.	Tes tulis
	3.11.7	Menjelaskan macam-macam gangguan yang terjadi pada indera penglihatan.	Tes tulis
	3.11.8	Mendeskripsikan pembentukan bayangan pada mata serangga.	Tes tulis
	3.11.9	Mendata berbagai macam alat optik yang dapat ditemui siswa dalam kehidupan sehari-hari.	Tes tulis
	3.11.10	Mendeskripsikan prinsip kerja alat optik.	Tes tulis
3.	4.11.1	Menyusun laporan hasil penyelidikan proses pembentukan bayangan pada cermin, lensa, dan alat optik.	Tes unjuk kerja

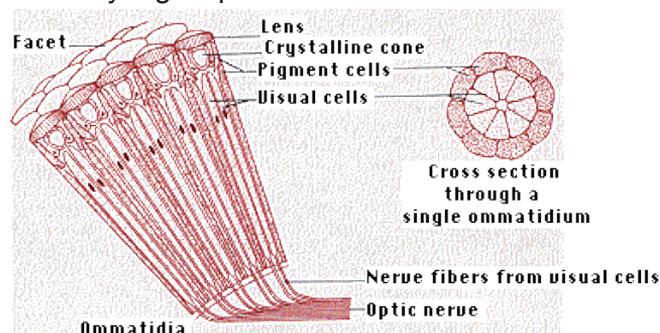
## H. Program Remedial dan Pengayaan

Berdasarkan analisis hasil tes siswa yang belum memenuhi KKM di beri program remedial sedangkan yang sudah memenuhi KKM di beri program pengayaan, pelaksanaan program remedial dan pengayaan dapat di lihat pada Bagian Umum buku guru ini

### Materi pengayaan

#### Mata Faset Serangga

Arthropoda (misalnya, serangga, krustasea) mempunyai mata yang berbeda dengan vertebrata. Mata arthropoda disebut mata majemuk karena mereka terdiri dari unit berulang ,ommatidia, masing-masing yang berfungsi sebagai reseptor visual yang terpisah .



Setiap ommatidium terdiri dari lensa tunggal (permukaan depan yang membentuk *single faset*), *crystalline cone* (kristal kerucut transparan), sel-sel

visual yang peka cahaya diatur dalam pola radial seperti bagian dari jeruk, dan sel pigmen yang memisahkan ommatidium satu dengan lainnya.

Sel-sel pigmen bertugas untuk memastikan bahwa cahaya yang masuk ke dalam ommatidium parallel terhadap lintasan panjang untuk mencapai sel-sel visual dan memicu impuls saraf. Jadi setiap ommatidium hanya menunjuk pada satu area dalam ruang dan memberikan kontribusi informasi tentang satu area kecil bidang pandang tersebut.

Mungkin ada ribuan ommatidia di mata majemuk yang tersebar di sebagian besar permukaan mata serangga (Gambar dari *Carolina Biological Supply Company* menunjukkan mata majemuk dari *Drosophila melanogaster*). Gabungan dari semua penglihatan mereka berupa gambar mosaik atau pola titik-titik terang dan gelap yang lebih seperti ilustrasi *halftone* di surat kabar atau majalah.



Semakin halus pola titik maka akan semakin baik pula kualitas gambarnya.

Mata Belalang, tersusun dari ommatidia yang lebih sedikit jumlahnya daripada lebah madu dan capung serta menghasilkan gambar yang lebih kasar. Lebah madu dan capung memiliki lebih banyak ommatidia yang berfungsi untuk meningkatkan kemampuan membedakan lebih detail. Namun demikian, kemampuan mata lebah madu lebih rendah dibandingkan dengan mata vertebrata dalam membedakan obyek secara detail, yaitu hanya 1/60 dari mata manusia. Misalnya mata manusia bisa membedakan dua benda pada jarak 60 kaki (18 m), serangga hanya membedakan dua benda pada jarak hanya satu kaki (0,3 m).

### **Efek Flicker**

Mata majemuk sangat baik dalam mendeteksi gerakan. Serangga mampu menghidupkan dan mematikan ommatidia secara progresif, sehingga mampu merespon lebih baik benda bergerak daripada benda diam. Misalnya, serangga akan lebih mudah mendatangi bunga yang bergerak karena tertipu angin daripada bunga yang diam.

### **Resolusi dan Sensitivitas**

Arthropoda cenderung aktif dalam cahaya redup (misalnya, lobster, belalang sembah) karena *screening pigments* ommatidialer konsentrasi sampai ke ujung bawah dari sel-sel pigmen. Pergeseran ini memungkinkan cahaya memasuki ommatidium tunggal dengan sudut tertentu ke dalam ommatidia yang saling berdekatan dan sekaligus merangsang ommatidia lainnya. Dengan banyak ommatidia yang menanggapi area tunggal di bidang

visual maka gambar menjadi kasar sehingga sangat dimungkinkan untuk dapat membedakan terang dan gelap di malam hari. Pergeseran pigmen membuatnya lebih sensitif terhadap cahaya daripada di siang hari karena ommatidia dapat mendeteksi daerah tertentu dari cahaya .

### **Penglihatan warna**

Beberapa serangga mampu membedakan warna. Hal ini membutuhkan dua atau lebih pigmen, yang masing-masing mampu menyerap panjang gelombang yang berbeda. Dalam lebah madu, empat darisel-sel visual dalam setiap ommatidium mampu merespon dengan baik kuning – hijau muda (544 nm), dua mampu merespons secara maksimal cahaya biru (436 nm), dan dua lainnya mampu merespon dengan baik sinar ultraviolet (344 nm). Sistem ini memungkinkan lebah madu untuk membedakan warna (kecuali merah)

### **Penglihatan Ultraviolet**

Tabung kamera televisi ternyata sensitif terhadap ultraviolet tetapi lensa kacanya bersifat buram terhadap ultraviolet. Menggunakan lensa ultraviolet transmisi khusus, Eisner dan rekan-rekannya telah menunjukkan bahwa penglihatan serangga terhadap bunga berbeda dengan cara penglihatan manusia, seperti pada gambar di bawah. Ketika kita melihat kenampakan seperti pada gambar bunga sebelah kiri, namun berbeda pada serangga, serangga akan dapat melihat nektar-nektar pada bunga seperti pada gambar di kanan.



Kupu-kupu *Monarch* mampu bermigrasi sejauh 2500 mil (> 4000 km) karena mampu bernavigasi dengan menggunakan sinar ultraviolet dari matahari. Ketika kupu-kupu tersebut melihat cahaya, maka filter pada mata akan menghalangi sinar ultraviolet dari matahari, sehingga jalur penerbangannya akan membingungkan. Penglihatan ultraviolet tidak terbatas pada hewan dengan mata majemuk. Beberapa marsupial, tikus, kelelawar yang memakan nektar, dan banyak burung juga telah terbukti memiliki penglihatan ultraviolet.

## I. Interaksi dengan Orang Tua

Komunikasi dengan orang tua dapat dilakukan dengan mengajak orang tua untuk memelihara kesehatan mata peserta didik. Pemeliharaan mata dapat dilakukan dengan memberikan asupan makanan yang mengandung vitamin A, membaca dengan posisi yang benar dan pencahayaan yang cukup, serta perhatian dari orang tua tentang pentingnya alat optik mata bagi peserta didik. Interaksi tentang hal ini dapat dilakukan pada saat pertemuan orang tua dengan guru/sekolah atau memberikan informasi tertulis pada orang tua tentang pentingnya alat optik mata dan cara pemeliharanya.

## J. Kunci Uji Kompetensi pada Buku Siswa

### Pilihan Ganda

1. B
2. C
3. A
4. B
5. D
6. C
7. D
8. C
9. A
10. B

### Cara Pengerjaan No. 10

Jika benda berada di tempat yang jauh tak berhingga maka sinar dari benda akan sejajar sumbu lensa dan difokuskan oleh mata di retina, dan memberikan panjang fokus untuk sistem lensa kornea sebesar 2,5 cm. Untuk melihat benda yang berjarak 25 cm di depan mata, benda terlihat paling jelas jika bayangan terbentuk di retina.

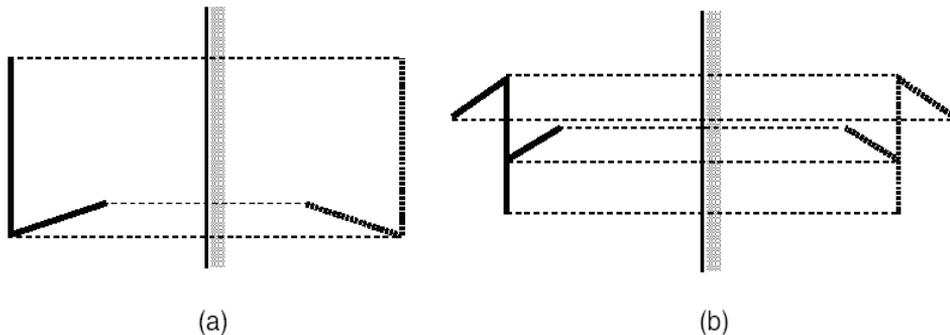
$$\begin{aligned}\frac{1}{f} &= \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \\ &= \frac{1}{25} + \frac{1}{2,5} \\ &= \frac{1}{25} + \frac{10}{25}\end{aligned}$$

Jadi, panjang fokus lensa 2,24 cm

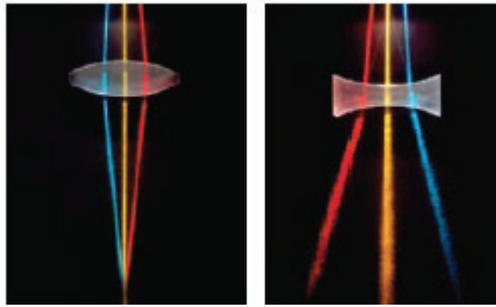
$$\begin{aligned}\frac{1}{f} &= \frac{11}{25} \\ f &= \frac{25}{11} = 2,24 \text{ cm}\end{aligned}$$

## Esai

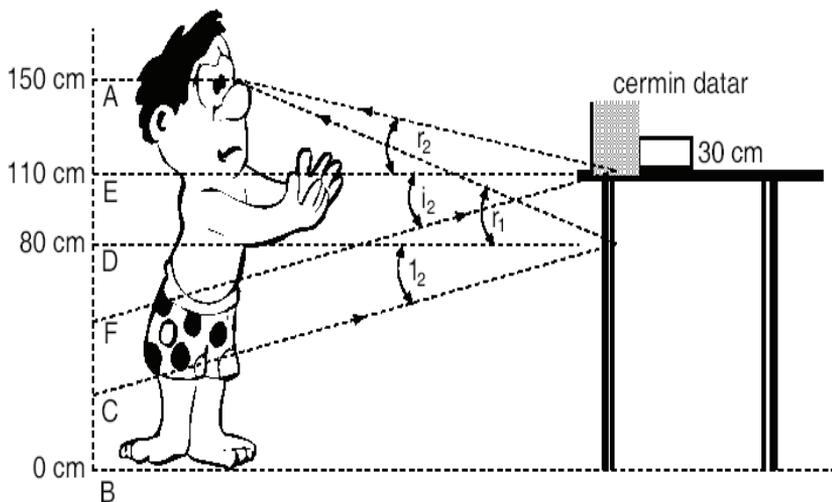
1. Mata dapat melihat benda dengan jelas pada jarak dekat ataupun jauh karena lensa mata memiliki kemampuan untuk mengubah bentuknya. Pada saat mata melihat benda yang berada pada jarak jauh, otot siliar akan berkontraksi. Hal ini akan menyebabkan lensa mata menjadi lebih datar atau mata melihat tanpa berakomodasi. Ketika kalian melihat benda yang berada pada jarak dekat, otot siliar akan relaksasi. Hal ini akan menyebabkan lensa mata menjadi lebih cembung. Pada kondisi ini mata dikatakan berakomodasi maksimum.
2. Lensa mata Badu yang berpenglihatan normal dapat membentuk bayangan tepat pada retina. Oleh karena itu, dia tidak membutuhkan kacamata agar dapat melihat benda dengan jelas. Berbeda dengan Roni, bayangan yang dibentuk oleh lensa mata Roni jatuh di depan retina karena dia menderita rabun dekat (hipermetropi). Dengan kondisi yang demikian Roni membutuhkan lensa mata negatif (cekung) agar bayangan yang dihasilkan dapat jatuh tepat pada retina sehingga dia dapat melihat benda dengan jelas. Penglihatan Badu menjadi kabur ketika memakai kacamata Roni karena dengan adanya lensa tambahan (kacamata) akan menyebabkan bayangan benda tidak dapat jatuh tepat pada retina
- 3.



4. Hal ini dikarenakan cahaya yang dibiaskan oleh lensa cembung adalah mengumpul, sedangkan cahaya yang dibiaskan oleh lensa cekung menyebar.



5.



Dalam soal tinggi badan yang diketahui hanya dari ujung kaki sampai mata saja. Namun, ini tidak masalah sebab yang melihat bayangan adalah mata. Jadi tinggi badan dari mata ke atas tak perlu dipersoalkan. Untuk menyelesaikan soal ini kita membutuhkan bantuan gambar seperti gambar di bawah. Ingat, bayangan terbentuk bila sinar dari benda sampai ke mata setelah dipantulkan oleh cermin. Jadi, untuk menghitung tinggi bayangan, sebaiknya pengukuran dimulai dari mata ke bawah. Dari gambar dapat dilihat bahwa bagian badan yang dapat dilihat melalui cermin datar sama dengan tinggi CF sebab sinar yang berasal titik-titik sepanjang CF itulah yang setelah dipantulkan oleh cermin sampai ke mata. Mari kita hitung tinggi CF ini dengan bantuan gambar di atas.

Di ukur dari ujung kaki, tinggi ujung bawah cermin datar adalah  $BD = 80$  cm, sedangkan tinggi ujung atasnya adalah  $BE = 110$  cm (sebab tinggi

cermin menurut data soal adalah 30 cm sama dengan tinggi DE). Tinggi orang dihitung dari ujung kaki sampai mata sama dengan tinggi BA = 150 cm. Berdasarkan hukum pemantulan Tinggi DA sama dengan tinggi CD.

$$\begin{aligned}\text{Tinggi DA} &= \text{BA} - \text{BD} \\ &= 150 \text{ cm} - 80 \text{ cm} \\ &= 70 \text{ cm}\end{aligned}$$

Jadi DA = CD = 70 cm.

Dari gambar di atas juga dapat ditentukan bahwa tinggi CA = 2 CD = 2 DA = 140 cm sehingga tinggi BC dapat ditentukan, yakni:

$$\text{Tinggi BC} = \text{BA} - \text{CA} = 10 \text{ cm}$$

Selanjutnya kita dapatkan tinggi BF = BD - BC = 70 cm sehingga kita dapat tentukan

tinggi FD, yakni:

$$\begin{aligned}\text{Tinggi FD} &= \text{BD} - \text{BF} \\ &= 80 \text{ cm} - 70 \text{ cm} \\ &= 10 \text{ cm}.\end{aligned}$$

Akhirnya tinggi CF pun dapat kita tentukan, yakni

$$\begin{aligned}\text{Tinggi CF} &= \text{BD} - \text{BC} - \text{FD} \\ &= 80 \text{ cm} - 10 \text{ cm} - 10 \text{ cm} = 60 \text{ cm}\end{aligned}$$

Jadi bagian badan yang terlihat bayangannya hanya 60 cm (pada gambar di atas, orang tersebut hanya dapat melihat bayangan badannya kira-kira dari perut sampai lutut).

6. Peristiwa yang terjadi adalah **Pembiasan**: Jika cahaya yang merambat pada suatu medium berpindah ke medium yang lain, maka pada batas kedua medium tersebut akan terjadi pembiasan atau pembelokan arah. Hal ini disebabkan karena kecepatan cahaya dalam kedua medium tersebut tidak sama. Semakin besar kerapatan suatu medium, makin kecil kecepatan cahaya yang melewatinya. Dasar kolam tampak dangkal karena sinar datang yang berasal dari dasar kolam dibiaskan menjauhi garis normal. Yang kita lihat sebagai dasar kolam adalah bayangan dari dasar kolam tersebut, bukan dasar kolam yang sebenarnya.

7. Ikan yang berada di dalam air, juga mengalami fenomena yang sama. Posisi bayangan ikan yang kita lihat bukanlah merupakan posisi ikan yang sesungguhnya karena cahaya yang terpantul dari ikan tersebut telah berbelok. Oleh sebab itu, jika kita hendak menombak ikan, maka arahkanlah tombak tersebut sedikit ke bawahnya, supaya dapat mengenai ikan dengan lebih akurat.

## K. Proyek

Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh siswa selama  $\pm$  satu minggu. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, siswa diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru serta meminta bimbingan guru apabila menjumpai kesulitan.

Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dengan disesuaikan tugas siswa. Beberapa langkah yang harus dilakukan dalam melaksanakan penilaian proyek.

1. Menyampaikan rubrik penilaian sebelum pelaksanaan penilaian kepada peserta didik.
2. Memberikan pemahaman kepada peserta didik tentang kriteria penilaian.
3. Menyampaikan tugas disampaikan kepada peserta didik.
4. Memberikan pemahaman yang sama kepada peserta didik tentang tugas yang harus dikerjakan.
5. Melakukan penilaian selama perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan proyek.
6. Memonitor pengerjaan proyek peserta didik dan memberikan umpan balik pada setiap tahapan pengerjaan proyek.
7. Membandingkan kinerja peserta didik dengan rubrik penilaian.
8. Memetakan kemampuan peserta didik terhadap pencapaian kompetensi minimal.
9. Mencatat hasil penilaian.
10. Memberikan umpan balik terhadap laporan yang disusun peserta didik.

### Rubrik 1 Penilaian Proses Proyek

Aspek	Kriteria dan Skor		
	3	2	1
Persiapan	Jika memuat tujuan, topik, alasan, tempat penelitian, daftar pertanyaan dengan lengkap.	Jika memuat tujuan, topik, alasan, tempat penelitian, daftar pertanyaan kurang lengkap.	Jika memuat tujuan, topik, alasan, tempat penelitian, daftar pertanyaan tidak lengkap.
Pengumpulan Data	Jika daftar pertanyaan dapat dilaksanakan semuanya dan data tercatat dengan rapi dan lengkap.	Jika daftar pertanyaan dapat dilaksanakan semuanya, tetapi data tidak tercatat dengan rapi dan lengkap.	Jika daftar pertanyaan tidak dapat dilaksanakan semuanya dan data tidak tercatat dengan rapi dan lengkap.
Pengolahan Data	Jika pengolahan data sesuai tujuan penelitian.	Jika pembahasan data kurang menggambarkan tujuan penelitian.	Jika sekedar melaporkan hasil penelitian tanpa membahas data.
Pelaporan Tertulis	Jika sistematika penulisan benar, memuat saran, bahasa komunikatif.	Jika sistematika penulisan benar, memuat saran, namun bahasa kurang komunikatif.	Jika penulisan kurang sistematis, bahasa kurang komunikatif, kurang memuat saran.

### Rubrik 2 Penilaian Hasil Proyek

No	Kegiatan	1	2	3	4
1	Judul dan tema Laporan				
2	Kesesuaian kegiatan dengan teori yang dipelajari				
3	Perumusan masalah				
4	Pengumpulan data				
5	Analisis data				
6	Kesimpulan				
7	Kualitas tulisan ilmiah				

8	Kualitas poster				
9	Keaslian gagasan				
10	Ketepatan waktu pengumpulan				

Keterangan :

1: kurang; 2: cukup; 3 : baik; 4 ; sangat baik

Petunjuk Penskoran :

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Skor}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 4 = \text{skor akhir}$$

Contoh :

Skor diperoleh 14, skor tertinggi 4 x 5 pernyataan = 20, maka skor akhir :

$$\frac{14}{20} \times 4 = 2,8$$

Peserta didik memperoleh nilai :

Sangat Baik : apabila memperoleh skor 3,20 – 4,00 (80 – 100)

Baik : apabila memperoleh skor 2,80 – 3,19 (70 – 79)

Cukup : apabila memperoleh skor 2,40 – 2,79 (60 – 69)

Kurang : apabila memperoleh skor kurang 2.40 (kurang dari 60%)



# Bab XI

## Sistem Tata Surya dan Kehidupan di Bumi

### A. Pengantar

Bab ini terdiri dari 2 bagian yaitu **Struktur Bumi dan Bencana** dan **Sistem Tata Surya**. Pada bagian **Struktur Bumi dan Bencana**, peserta didik mempelajari struktur Bumi, fenomena gempa Bumi, fenomena gunung api, dan tindakan untuk mengurangi bencana. Pada bagian **sistem tata surya**, peserta didik mempelajari karakteristik dan komponen tata surya, pengaruh radiasi Matahari terhadap kehidupan di Bumi, gerak Bumi dan Bulan, serta pengaruh musim dan dampaknya bagi kehidupan.

### B. KI dan KD pada Materi Sistem Tata Surya dan Kehidupan di Bumi

Berikut ini adalah KI, KD dan indikator Pencapaian Kompetensi Bab XI KI dan KD diambil dari Permen. Indikator yang tercantum pada buku ini dapat lebih dikembangkan lagi oleh guru.

**Tabel 11.1.** KI, KD dan Indikator Pencapaian Kompetensi Bab XI tentang Sistem Tata Surya dan Kehidupan di Bumi

<b>Kompetensi Inti</b>	3. Memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata
<b>Kompetensi Dasar</b>	3.13 Mendeskripsikan karakteristik matahari, bumi, bulan, planet, benda angkasa lainnya dalam ukuran, struktur, gaya gravitasi, orbit, dan gerakannya, serta pengaruh radiasi matahari terhadap kehidupan di bumi. 3.14 Mendeskripsikan gerakan bumi dan bulan terhadap matahari serta menjelaskan perubahan siang dan malam, peristiwa gerhana matahari dan gerhana bulan, perubahan musim serta dampaknya bagi kehidupan di bumi
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
3.13.1 Mendeskripsikan struktur bumi	

<p>3.13.2 Menjelaskan keterkaitan antara struktur bumi dengan bencana yang ada di alam</p> <p>3.13.3 Mendeskripsikan tindakan untuk mengurangi dampak dari terjadinya bencana alam</p> <p>3.13.4 Mendeskripsikan karakteristik matahari sebagai pusat tata surya</p> <p>3.13.5 Mendeskripsikan pengaruh radiasi matahari terhadap kehidupan di bumi</p> <p>3.13.6 Mendeskripsikan karakteristik planet-planet penyusun tata surya</p> <p>3.13.7 Mendeskripsikan karakteristik berbagai benda angkasa selain planet</p> <p>3.13.8 Menjelaskan keterkaitan antara jarak planet ke matahari dengan periode rotasi dan periode revolusinya</p> <p>3.14.1 Mendeskripsikan gerakan bumi dan bulan terhadap matahari</p> <p>3.14.2 Mendeskripsikan peristiwa gerhana matahari dan gerhana bulan sebagai akibat gerakan bumi dan bulan terhadap matahari</p> <p>3.14.3 Mendeskripsikan peristiwa rotasi dan revolusi bumi</p> <p>3.14.4 Mendeskripsikan berbagai peristiwa yang diakibatkan oleh rotasi dan revolusi bumi</p>	
<b>Kompetensi Inti</b>	4. Mengolah, menyaji, dan menalar dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori
<b>Kompetensi Dasar</b>	4.12 Menyajikan laporan hasil pengamatan atau penelusuran informasi tentang karakteristik komponen tata surya
<b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>	
<p>4.12.1 Menjelaskan fakta yang mendukung ketidak mungkinan berlangsungnya kehidupan di planet Merkurius, Venus, Mars, Yupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus</p> <p>4.12.2 Menjelaskan isi dari hukum Keppler 1, 2, dan 3</p> <p>4.12.3 Menjelaskan dampak radiasi sinar ultraviolet bagi kehidupan di bumi</p> <p>4.12.4 Menggambarkan sketsa terjadinya gerhana matahari dan gerhana bulan</p> <p>4.12.5 Menjelaskan alasan tumbuhan tidak dapat tumbuh subur di daerah kutub</p>	

## C. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada bab I ini, peserta didik diharapkan dapat melakukan hal-hal berikut.

1. Menjelaskan struktur Bumi serta pengaruhnya terhadap terjadinya bencana gempa Bumi dan gunung api
2. Menjelaskan komponen penyusun Tata Surya
3. Menjelaskan pengaruh radiasi matahari terhadap kehidupan di bumi
4. Mendeskripsikan gerakan bumi dan bulan terhadap matahari
5. Mendeskripsikan berbagai peristiwa yang diakibatkan oleh rotasi dan revolusi bumi.
6. Mendeskripsikan dampak peristiwa rotasi dan revolusi Bumi bagi kehidupan

## D. Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab XI memerlukan waktu 12 jam atau 5 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/ minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 6 TM tersebut adalah sebagai berikut

**Tabel 11.2.** Materi Pembelajaran dan Alokasi Waktu

Pertemuan ke	Materi	Jam Pelajaran (JP)
1	Struktur Bumi dan Bencana · Mendiskusikan struktur lapisan Bumi	2
2	Struktur Bumi dan Bencana · Mendiskusikan fenomena gempa Bumi · Membuat miniatur gunung berapi · Melakukan percobaan untuk membuktikan pengaruh kekentalan magma terhadap pola erupsi sebuah gunung · Melakukan simulasi tindakan yang dapat dilakukan pada saat terjadi gempa bumi	3
3	Sistem Tata Surya · Membuat model orbit planet · Mendiskusikan karakteristik komponen Tata Surya · Mencari informasi tentang planet-planet penyusun tata surya	2
4	Sistem Tata Surya · Mendiskusikan gerak planet pada orbit tata surya · Membuat model perbandingan jarak komponen tata surya · Mengamati berbagai fase bulan	3
5	Sistem Tata Surya · Mendiskusikan rotasi, revolusi bumi serta peristiwa yang diakibatkannya · Mencari informasi tentang perubahan musim yang terjadi di bumi bagian utara (BBU) dan bumi bagian selatan (BBS)	2
6	Tes Tulis	1

## E. Materi Esensial

1. Lapisan bumi terdiri dari inti, selimut, dan kerak.
2. Gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi dari dalam bumi. Terjadinya perubahan energi panas yang menyebabkan pergolakan inti bumi menjadi energi kinetik yang mampu menekan dan menggerakkan lempeng-lempeng bumi.
3. Erupsi adalah letusan yang mengakibatkan keluarnya material gunung api yang berupa gas, debu, aliran lava, dan fragmen batuan.
4. Tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak dari terjadinya letusan gunung berapi dan gempa Bumi adalah dengan 1) mencari tahu sistem pengamanan yang berlaku, 2) mewaspadaai bahaya yang menyertai letusan gunung berapi, 3) melakukan perencanaan evakuasi, serta 4) selalu menyimpan nomor-nomor telepon lembaga tanggap darurat.
5. Komponen tata surya terdiri dari matahari, Merkurius, Venus, bumi, Mars, Yupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus, komet, asteroid, satelit, dan planet-planet kerdil.
6. Kemiringan sudut bumi saat berotasi dan paparan radiasi matahari mengakibatkan terjadinya variasi musim di berbagai belahan bumi.

## F. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab XI guru dapat menerapkan pembelajaran *Problem Based Learning (PBL)*, *Inquiry*, atau *Learning Cycle*, atau model pembelajaran lain, yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

### Materi Bagian I. Struktur Bumi dan Bencana (2 TM)

#### Pertemuan 1 ( 2 JP)

##### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi dan motivasi dengan memberikan pertanyaan kepada peserta didik, “saat ini di planet apakah kita hidup?”. Kemudian guru mengajukan pertanyaan kembali, “pernahkah kalian berpikir tentang, bagaimanakah bentuk bagian dalam bumi?, apakah di bagian dalam bumi juga tersusun atas tanah seperti di permukaan bumi?”
2. Guru menyampaikan kepada peserta didik tujuan pembelajaran yang tertera pada kegiatan ‘Ayo Kita Pelajari’.
3. Guru menyampaikan nilai-nilai yang diperoleh setelah mempelajari bab XI ini yang tertera pada ‘Mengapa Penting?’, yang menyatakan bahwa untuk mengurangi resiko bencana alam pada makhluk hidup, kita perlu mengetahui struktur bumi, fenomena gempa bumi dan gunung api.”

4. Guru menginformasikan kegiatan yang akan dilakukan pada pertemuan hari ini adalah mendiskusikan tentang struktur penyusun lapisan bumi pergerakan lempeng bumi pada “Ayo Kita Diskusikan”

#### **Inti**

1. Guru menayangkan Gambar 11.2 dan Gambar 11.3 yang ada pada Buku Siswa dan mengajak siswa mendiskusikan struktur bumi dengan melakukan tanya jawab. Penjelasan materi tentang gambar tersebut ada pada buku siswa.
2. Secara berkelompok peserta didik mendiskusikan proses terjadinya gempa bumi pada kegiatan “Ayo Kita Diskusikan”.
3. Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi secara bergantian dan guru memberikan penguatan terhadap materi yang dibahas.

#### **Penutup**

1. Guru membimbing peserta didik untuk menyimpulkan struktur Bumi dan fenomena gempa bumi.
2. Guru meminta siswa menyiapkan alat dan bahan untuk kegiatan berikutnya untuk membuat gunung berapi tiruan dan mempelajari materi berikutnya pada Buku Siswa.

### **Pertemuan kedua (3 JP)**

#### **Pendahuluan**

1. Guru melakukan apersepsi dengan mengajukan pertanyaan: Apa yang terjadi jika gunung meletus? Apa dampak gunung meletus pada lingkungan? Bagaimana peristiwa terjadinya gunung meletus?
2. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan kegiatan yang akan dilakukan yaitu dengan melakukan kegiatan praktek membuat tiruan gunung berapi seperti pada kegiatan “Ayo Kita Coba”.

#### **Inti**

1. Peserta didik membentuk kelompok dan mempelajari “ayo kita coba” yang berjudul erupsi.
2. Guru membimbing peserta didik untuk membuat miniatur gunung berapi.
3. Peserta didik melakukan percobaan membuat miniatur gunung berapi dan melakukan simulasi proses terjadinya gunung meletus.
4. Peserta didik mencatat proses terjadinya gunung meletus dan membuat deskripsi proses terjadinya gunung meletus dan dampaknya bagi lingkungan.

5. Peserta didik menunjukkan hasil karyanya di depan kelas sambil menjelaskan proses terjadinya gunung meletus dan dampaknya bagi lingkungan.
6. Guru memberikan penguatan materi dan memberikan penghargaan bagi kelompok peserta didik yang menunjukkan karya terbaik.

### **Penutup**

1. Guru membimbing peserta didik untuk membuat kesimpulan tentang pengaruh struktur Bumi terhadap gunung api, serta tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi bencana.
  - Erupsi adalah letusan yang mengakibatkan keluarnya material gunung api yang berupa gas, debu, aliran lava, dan fragmen batuan.
  - Tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak dari terjadinya letusan gunung berapi dan gempa Bumi adalah dengan 1) mencari tahu sistem pengamanan yang berlaku, 2) mewaspadaai bahaya yang menyertai letusan gunung berapi, 3) melakukan perencanaan evakuasi, serta 4) selalu menyimpan nomor-nomor telepon lembaga tanggap darurat.
2. Guru memberi tugas kepada peserta didik untuk mempelajari materi berikutnya.

## **Materi Bagian II. Sistem Tata Surya (3 TM)**

### **Pertemuan ke 3 (2 JP)**

#### **Pendahuluan**

1. Pada awal bagian ini guru memberi apersepsi dengan mengajukan pertanyaan “Pernahkah kalian memandangi langit malam yang dipenuhi bintang-bintang? Jika matahari adalah bintang terdekat dari Bumi, dimanakah letak bintang-bintang yang kalian lihat itu? Seberapa jauh jaraknya dari bumi? Berapa banyak bintang dan planet yang ada di jagad raya ini? Seberapa luas jagad raya ini?”
2. Guru menyampaikan kepada peserta didik tujuan pembelajaran yang tertera pada kegiatan ‘Apa yang akan dipelajari?’ Guru menyampaikan kepada peserta didik nilai yang diperoleh setelah mempelajari bagian ini yang tertera pada ‘Mengapa hal ini penting?’, yaitu Untuk mengetahui karakteristik benda langit dan pengaruhnya terhadap kehidupan di Bumi.
3. Guru menyampaikan kepada siswa, bahwa kegiatan pembelajaran pada pertemuan hari ini antara lain, membuat model orbit satelit yang tertera pada bagian ‘Ayo Kita Coba’, mendiskusikan pertanyaan pada bagian ‘Ayo Kita Selesaikan’, Mencari informasi tentang planet-planet penyusun tata surya pada bagian ‘Ayo Kita Lakukan’.

## Inti

1. Secara berkelompok membuat membuat model orbit satelit yang tertera pada kolom 'Ayo Kita Coba'.

### ✓ Ayo Kita Coba

#### Orbit Planet

##### Apa yang akan kamu coba?

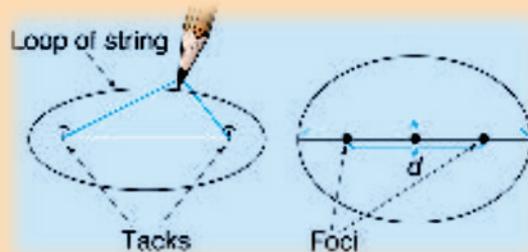
1. Memodelkan orbit planet
2. Menghitung eksentrisitas orbit (elips)

##### Apa yang harus kamu persiapkan?

1. 2 *pushpin*
2. Kertas tebal (23 cm x 30 cm)
3. Kertas (21.5 cm x 28 cm)
4. Penggaris 30 cm
5. Tali 25 cm
6. Pensil

##### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Letakkan kertas diatas alas kertas tebal dan tancapkan kedua *push pin* dengan jarak 3 cm
2. Bentuk tali menjadi lingkaran dengan berdiameter 15 – 20 cm. Pasangkan tali tersebut pada kedua *push pin*. Masukkan pensil kedalam rangkaian alat tersebut seperti pada gambar dibawah ini!



3. Gerakkan pensil melingkari kertas hingga tampak sketsa elips, usahakan tali tetap dalam kondisi teregang.
4. Ulangi langkah 1, 2, dan 3 hingga 3 kali dengan variasi diameter tali. Buat tabel data hasil pengamatan.
5. Orbit planet biasanya dideskripsikan dengan menggunakan symbol  $e$  untuk eksentrisiti,  $d$  untuk jarak antar *push pin* (foci), dan  $l$  untuk garis tengah elips.

6. Hitung dan rekam data eksentrisity elips yang kalian buat.
7. Cari tahu eksentrisitas orbit palanet yang sebenarnya, bandingkan dengan eksentrisitas elips yang kalian buat!

#### **Apa yang dapat kamu simpulkan?**

1. Analisis efek yang ditimbulkan saat kalian merubah diameter tali!  
“Semakin besar diameter tali, maka akan semakin elips orbit yang dibuat”.
2. Buat hipotesis tentang apa yang harus dilakukan pada tali atau letak foci agar besar eksentrisitas elips dapat diturunkan!  
“Diameter tali dikecilkan dan Letak foci diperlebar”
3. Deskripsikan bentuk orbit Bumi! Dimana letak Matahari?

2. Peserta didik berdiskusi secara berkelompok menjawab pertanyaan pada ‘Ayo Kita Selesaikan’.

#### **Ayo Kita Selesaikan**

**Tantangan!** Masih ingatkah kamu dengan gaya gravitasi? Tidak hanya Bumi yang memiliki gaya gravitasi, tetapi semua benda langit. Jelaskan peran gravitasi terhadap gerak planet-planet?

#### **Alternatif Jawaban**

Gaya gravitasi adalah gaya tarik ke arah pusat benda. Salah satu benda langit yang memiliki gaya gravitasi adalah Bumi. Akibat dari adanya gaya gravitasi ini apabila kita melemparkan benda ke arah atas benda tersebut akan jatuh ke tanah. Peran gravitasi ini terhadap gerak planet-planet adalah menyebabkan planet-planet dapat bergerak mengelilingi matahari dengan orbit yang tetap.

3. Guru menyarankan pada peserta didik untuk mempelajari buku siswa bagian Karakteristik Tata Surya
4. Guru membimbing peserta didik untuk mencari informasi tentang planet-planet penyusun tata surya pada bagian ‘Ayo Kita Lakukan’.

## Ayo Kita Selesaikan

1. Carilah informasi sebanyak-banyaknya tentang planet-planet yang ada di Tata Surya, kemudian isilah tabel dibawah ini!

Nama Planet	Jari-Jari Planet (km)	Nama Satelit	Jarak Planet terhadap Matahari (km)	Periode Rotasi Planet	Periode Revolusi Planet
Merkurius					
Venus					
Bumi	6.400	Bulan	149.600.000	jam 24	hari $\frac{1}{4}$ 356
Mars					
Yupiter					
Saturnus					
Uranus					
Neptunus					

2. Urutkan planet-planet tersebut dari yang ukurannya terkecil hingga terbesar!
3. Apa yang menjadikan planet Merkurius, Venus, Bumi dan Mars sebagai planet dalam, sedangkan Yupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus sebagai planet luar?
4. Buat tulisan tentang ekspedisi yang pernah dilakukan ilmuwan (astronom) untuk meneliti benda-benda langit khususnya planet!

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan. "Komponen tata surya terdiri dari matahari, Merkurius, Venus, bumi, Mars, Yupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus, komet, asteroid, satelit, dan planet-planet kerdil".
2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang berikutnya.

### Pertemuan ke 4 (3 JP)

#### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi dengan menanyakan "Pernahkah kalian mengamati pergerakan bulan di malam hari? Mengapa wajah bulan selalu berubah dari hari ke hari? Apakah gerak bulan sama seperti gerak matahari? Bagaimana pengaruh gerak bulan dan matahari terhadap bumi?"

2. Guru menginformasikan kepada peserta didik bahwa kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan ini ada tiga, yaitu mendiskusikan gerak planet pada orbit tata surya, membuat model perbandingan jarak komponen tata surya, mengamati berbagai fase bulan.

### Inti

1. Guru membimbing peserta didik untuk mendiskusikan materi gerak planet pada orbit tata surya.
2. Guru membimbing peserta didik untuk membuat model perbandingan jarak komponen tata surya pada bagian 'Ayo Kita Lakukan'.

### Model Perbandingan Jarak Komponen Tata Surya

Jarak antara matahari dan planet-planet pada sistem tata surya sangat jauh. Agar lebih mudah memahami perbandingan jarak antar komponen tata surya, ayo kita coba mendesain dan membuat model yang dapat mempresentasikan jarak pada sistem tata surya!

#### Apa yang kamu lakukan?

Membuat model jarak komponen tata surya dengan skala yang sebenarnya

#### Apa yang harus kamu persiapkan?

1. *Meter stik* (alat ukur panjang)
2. Gunting
3. Pensil
4. Benang
5. Kertas *notebook*



#### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Menuliskan langkah kerja untuk membuat model perbandingan jarak komponen tata surya
2. Menuliskan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk melengkapi model perbandingan jarak komponen tata surya
3. Mendeskripsikan perhitungan jarak yang akan digunakan sebagai skala perbandingan model perbandingan jarak komponen tata surya
4. Membuat tabel skala perbandingan model perbandingan jarak komponen tata surya
5. Menuliskan sebuah deskripsi cara pembuatan model perbandingan jarak komponen tata surya.
6. Menjelaskan cara kerja model perbandingan jarak komponen tata surya.

### Uji coba karya

1. Membandingkan skala jarak yang dibuat dengan siswa lainnya. Mendiskusikan jika terjadi perbedaan skala perbandingan untuk model perbandingan jarak komponen tata surya.
2. Mengkonsultasikan kepada guru sebelum mulai merangkai model perbandingan jarak komponen tata surya

### Apa yang dapat kamu diskusikan?

Jelaskan cara menentukan skala perbandingan jarak antar komponen tata surya!

1. Apakah ada kemungkinan skala yang kalian buat itu salah? Jelaskan!
2. Berapa panjang benang yang kalian butuhkan jika membuat model perbandingan jarak komponen tata surya model perbandingan jarak komponen tata surya dengan skala 1 SA = 2 m?
3. Jika jarak bintang terdekat dengan matahari, *Proxima Centauri*, sekitar 270 000 SA dari matahari, tentukan letak bintang pada model perbandingan jarak komponen tata surya!

3. Peserta didik secara berkelompok melakukan kegiatan 'Ayo Kita Selesaikan' mendiskusikan fase Bulan sesuai langkah-langkah yang ada di buku siswa.

### Ayo Kita Selesaikan

Tabel Hasil Pengamatan Fase Bulan

Fase	Terjadi Pada Tanggal	Keterangan
Bulan baru ( <i>New Moon</i> )		Pada fase ini bulan bersinar paling terang karena seluruh permukaan bulan yang menghadap ke bumi mendapat cahaya Matahari.
Bulan Sabit Pertama ( <i>Waxing Crescent</i> )		
Kuartir Pertama ( <i>First Quarter</i> )		
Bulan Purnama ( <i>Full Moon</i> )		
Kuartir Ketiga ( <i>Third Quarter</i> )		

## Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.  
“Gerak bulan terhadap bumi mengakibatkan perubahan fase bulan setiap hari, hal ini yang menjadi dasar penanggalan komariyah atau kalender orang muslim (tahun hijriyah)”
2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang berikutnya.

## Pertemuan ke 5 (2 JP)

### Pendahuluan

1. Guru melakukan apersepsi dengan mengajukan pertanyaan yang relevan dengan materi yang akan dibahas. “Mengapa musim panas di belahan bumi utara tidak bersamaan dengan musim panas di belahan bumi selatan? Apa yang dimaksud dengan musim? Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi perbedaan musim di berbagai belahan bumi? Bagaimana dampak perubahan musim bagi kehidupan yang ada di bumi?”
2. Guru menginformasikan kepada peserta didik bahwa kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada hari ini ada dua, yaitu mendiskusikan rotasi, revolusi bumi serta peristiwa yang diakibatkannya dan mencari informasi tentang perubahan musim yang terjadi di bumi bagian utara (BBU) dan bumi bagian selatan (BBS)

### Inti

1. Peserta didik secara berkelompok mendiskusikan materi mendiskusikan rotasi, revolusi bumi serta peristiwa yang diakibatkannya. Guru menyarankan kepada peserta didik untuk mempelajari buku siswa pada bagian Rotasi, Revolusi Bumi dan Peristiwanya.
2. Guru membimbing peserta didik untuk mencari informasi tentang perubahan musim yang terjadi di bumi bagian utara (BBU) dan bumi bagian selatan (BBS) pada bagian ‘Ayo Kita Selesaikan’.

### Ayo Kita Selesaikan

Bacalah teks Perubahan Musim dan Dampaknya bagi Kehidupan di Bumi. Selesaikan tabel di bawah ini

BBU		BBS	
Musim	Waktu	Musim	Waktu
Musim semi	21 Maret–21 Juni	Musim semi	23 September–22 Desember
Musim panas	.....	Musim panas	.....

Musim gugur	.....	Musim gugur	.....
Musim Dingin	.....	Musim Dingin	.....

### Pertanyaan

1. Identifikasi Negara-negara yang ada di belahan bumi utara (BBU), dan negara-negara di belahan bumi selatan (BBS)
2. Bila Negara-negara bagian di Australia mengalami musim gugur, bagaimanakan Negara-negara bagian di Amerika Serikat?
3. Indonesia berada di belahan bumi sebelah mana? Apakah Indonesia mengalami 4 musim seperti Jepang? Beri alasan!

### Penutup

1. Guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.  
“Ada beberapa peristiwa yang diakibatkan rotasi dan revolusi bumi diantaranya yaitu: a) gerak semu harian matahari, b) pergantian siang dan malam, c) perbedaan waktu berbagai tempat dimuka bumi, d) perbedaan percepatan gravitasi di permukaan bumi, e) fotoperiode.”
2. Guru menugaskan peserta didik mempelajari materi yang berikutnya.

## G. Penilaian

1. Jenis/teknik penilaian: tes tulis, pengamatan sikap, dan unjuk kerja
2. Bentuk instrumen dan instrumen: lembar tes tulis berbentuk essay yang tertera pada buku siswa dan lembar pengamatan untuk sikap dan keterampilan seperti yang tertera buku guru bagian penilaian.

**Tabel 11.3** Teknik Penilaian untuk Setiap Indikator

No.	KD	Indikator	Teknik Penilaian
1.	2.1	Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari.	Pengamatan sikap
	2.2	Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan.	Pengamatan sikap

2.	3.13.1	Mendeskripsikan struktur bumi	Tes tulis
	3.13.2	Menjelaskan keterkaitan antara struktur bumi dengan bencana yang ada di alam	Tes tulis
	3.13.3	Mendeskripsikan tindakan untuk mengurangi dampak dari terjadinya bencana alam	Tes tulis
	3.13.4	Mendeskripsikan karakteristik matahari sebagai pusat tata surya	Tes tulis
	3.13.5	Mendeskripsikan pengaruh radiasi matahari terhadap kehidupan di bumi	Tes tulis
	3.13.6	Mendeskripsikan karakteristik planet-planet penyusun tata surya	Tes tulis
	3.13.7	Mendeskripsikan karakteristik berbagai benda angkasa selain planet	Tes tulis
	3.13.8	Menjelaskan keterkaitan antara jarak planet ke matahari dengan periode rotasi dan periode revolusinya	Tes tulis
	3.14.1	Mendeskripsikan gerakan bumi dan bulan terhadap matahari	Tes tulis
	3.14.2	Mendeskripsikan peristiwa gerhana matahari dan gerhana bulan sebagai akibat gerakan bumi dan bulan terhadap matahari	Tes tulis
	3.14.3	Mendeskripsikan peristiwa rotasi dan revolusi	Tes tulis
	3.14.4	Mendeskripsikan berbagai peristiwa yang diakibatkan oleh rotasi dan revolusi bumi	Tes tulis
3.	4.12.1	Menjelaskan fakta yang mendukung ketidakmungkinan berlangsungnya kehidupan di planet Merkurius, Venus, Mars, Yupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus	Tes unjuk kerja
	4.12.2	Menjelaskan isi dari hukum Keppler 1, 2, dan 3	Tes unjuk kerja

	4.12.3	Menjelaskan dampak radiasi sinar ultraviolet bagi kehidupan di bumi	Tes unjuk kerja
	4.12.4	Menggambarkan sketsa terjadinya gerhana matahari dan gerhana bulan	Tes unjuk kerja
	4.12.5	Menjelaskan alasan tumbuhan tidak dapat tumbuh subur di daerah kutub	Tes unjuk kerja

## H. Program Remedial dan Pengayaan

Berdasarkan analisis hasil tes siswa yang belum memenuhi KKM di beri program remedial sedangkan yang sudah memenuhi KKM di beri program pengayaan, pelaksanaan program remedial dan pengayaan dapat di lihat pada Bagian Umum buku guru ini

### Materi Pengayaan

#### Pemanasan Global Rangsang Letusan Gunung Api



Sumber: *Live Science*

**WASHINGTON** - Peningkatan pesat pada tingkat ketinggian air laut bisa memicu terjadinya letusan gunung berapi. Hal tersebut diketahui berdasarkan sebuah penelitian terbaru terhadap perubahan iklim atau pemanasan global. Dikutip dari *Live Science*, Kamis (3/1/2012), , belum diketahui ada atau tidaknya dampak serupa untuk pemanasan global yang dipicu oleh kegiatan manusia.

Hasil penelitian yang dipublikasikan di *Jurnal Geology* itu menunjukkan bahwa selama periode panjang perubahan iklim pada tahun-tahun terakhir, peningkatan kecepatan melelehnya gletser dan peningkatan ketinggian air laut berdampak pada makin banyaknya peristiwa letusan gunung berapi. Peningkatan tersebut mencapai 10 kali lipat. “

Sejak lama, sebagian besar orang beranggapan bahwa letusan gunung berapi bisa memicu perubahan dramatis pada iklim, Misalnya dalam tragedi yang terjadi di akhir periode Permian. Hanya sedikit orang yang menduga bahwa perubahan iklim bisa menjadi pemicu letusan gunung berapi. Permasalahan perubahan iklim yang disebabkan aktivitas manusia tidak terjadi dalam waktu singkat. “Kami memprediksi memerlukan rentang waktu sekitar 2.500 tahun. Jadi meskipun aktivitas manusia mengubah iklim, anda tidak akan benar-benar memperkirakan terjadi sesuatu pada beberapa ribu tahun berikutnya,” papar Jegen.

Peristiwa gunung berapi melutus akan berdampak besar terhadap kehidupan manusia, baik dari segi finansial, ekonomi, sosial, maupun kesehatan. Secara umum, asap, abu, dan gas yang dihasilkan oleh letusan gunung berapi memberikan dampak negatif bagi kesehatan manusia. Abu gunung api menyebabkan permasalahan serius dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Sebagian orang lebih takut dampak munculnya abu dan gas gunung api terhadap kesehatan

Paru, mata, dan kulit merupakan organ yang paling terganggu akibat abu dan gas gunung berapi. Seseorang dapat mengalami luka bakar, cedera karena terjatuh/terpeleset, atau penyakit infeksi dan pernapasan. Berikut adalah penuturan mengenai pengaruh abu vulkanik bagi kesehatan manusia dan cara mengurangi dampak abu tersebut bagi kesehatan manusia.

### **Gangguan Pernafasan Akut**

Dari semua gangguan yang ditimbulkan abu terhadap kesehatan, gangguan pernapasan merupakan salah satu dampak yang paling utama dari abu vulkanik. Iritasi hidung dan tenggorokan, batuk, bronkitis, sesak napas, hingga penyempitan saluran napas yang dapat menyebabkan kematian.. Gangguan pernapasan harus cepat ditangani, karena pernapasan merupakan salah satu hal vital yang menunjang hidup manusia. Dari penelitian yang dilakukan terhadap 12 letusan gunung berapi pada kurun waktu 10 tahun di dunia, salah satu penyebab kematian dari korban bencana letusan adalah kesulitan bernapas yang sangat parah.

Gangguan kesehatan dapat terjadi karena abu bersifat korosif. Partikel abu yang sangat halus (kurang dari 10 mikron) sangat mengganggu pernapasan, khususnya bagi mereka yang sudah memiliki permasalahan paru-paru. Para penderita gangguan pernapasan, mempunyai riwayat gangguan pernapasan, dan sedang mengalami gangguan jantung adalah mereka yang paling berisiko. Selain itu, paparan abu sangat berbahaya bagi bayi, anak-anak, warga usia lanjut dan orang dengan penyakit paru kronis seperti asma.

Beberapa gejala gangguan pernapasan yang sering dilaporkan masyarakat sepanjang hujan abu adalah sebagai berikut :

- iritasi hidung dan hidung berair
- iritasi dan radang tenggorokan, terkadang disertai batuk kering
- simptom bronkitis akut (batuk parah, produksi riak yang berlebihan, bunyi nafas seperti menderita asma, dan sesak nafas) pada orang dengan riwayat penyakit paru sebelumnya (asma, penyakit paru kronik, ataupun perokok dalam jangka waktu lama)
- ketidaknyamanan dalam bernapas, akibat kontraksi saluran pernapasan untuk mengeluarkan abu yang masuk
- jelaga yang masuk ke saluran pernapasan dapat mempersempit saluran pernapasan dan menyebabkan reaksi radang.

Berat ringannya gejala yang ditimbulkan akibat menghirup abu gunung api bervariasi. Konsentrasi partikel di udara, proporsi partikel halus dalam abu, frekuensi dan lama pemaparan, kondisi awal kesehatan dan penggunaan peralatan pelindung pernafasan yang kompatibel ikut mempengaruhi tingkat gejala.

### **Gangguan pada mata**

Selain pada pernapasan, abu gunung berapi memiliki pengaruh terhadap kondisi mata. Abu gunung berapi memiliki butiran yang tajam, sehingga dapat menimbulkan gangguan pada mata. Masuknya benda asing pada



*Sumber: [www.survival-nz.com](http://www.survival-nz.com)*

mata, konjungtivitis (radang pada konjungtiva), abrasi kornea (goresan pada kornea) menjadi variasi dari gangguan pada mata akibat abu gunung berapi. Pada umumnya, penduduk yang terkena abu vulkanik cenderung mengalami iritasi dan gangguan mata ringan sepanjang hujan abu. Gejala umum pada mata yang sering dialami adalah:

- Rasa sakit karena adanya benda asing yang masuk ke mata
- Mata yang sakit, perih, gatal atau kemerahan
- Mengeluarkan air mata dan kotoran mata yang lengket
- Kornea lecet atau tergores
- Radang akut pada konjungtiva mata atau pembengkakan kantong mata sekitar bola mata sehingga mata menjadi merah, sangat sensitif terhadap cahaya, dan adanya sensasi terbakar pada mata.

Satu hal yang perlu diperhatikan untuk kesehatan mata ketika terjadi letusan gunung berapi. Gunakan kacamata untuk mencegah lecetnya kornea.

### **Iritasi pada kulit**

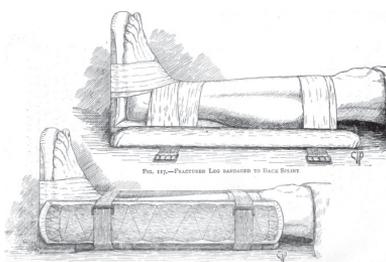
Gangguan ringan pada kulit terkadang ditemukan selama hujan abu, Namun sejauh ini, belum pernah ada pelaporan tentang efek jangka panjang dari pengaruh abu terhadap gangguan kulit. Abu gunung api dapat menyebabkan iritasi kulit untuk sebagian orang, terutama ketika abu gunung api tersebut bersifat asam.

Gejala yang umum terjadi akibat abu gunung berapi adalah:

- Iritasi kulit yang ditandai dengan kulit menjadi merah dan gatal.
- Infeksi pada kulit akibat garukan.
- Luka bakar, mulai dari derajat ringan sampai berat. Pada beberapa keadaan, luka bakar dapat terjadi pada hampir seluruh tubuh. Dalam kondisi tersebut, seseorang harus segera ditangani karena nyawanya dalam keadaan kritis.

### **Efek mekanikal**

Efek mekanikal yang terjadi dapat berupa runtuhnya atap rumah atau kecelakaan di jalan raya. Atap bisa runtuh karena beban berat dari abu, apalagi jika abu tersebut basah dan bangunan tidak dibangun untuk menyangga beban berat. Atap yang runtuh menyebabkan orang yang tertimpa mengalami luka, bahkan meninggal. Luka yang terjadi dapat berupa patah tulang, luka memar, luka robek, dan perdarahan yang memerlukan tindakan medis lebih lanjut.



Selain atap rumah yang runtuh, efek mekanikal lain yang dapat terjadi adalah kecelakaan di jalan raya. Kecelakaan dapat terjadi akibat berkurangnya jarak pandang akibat abu gunung api yang menutupi lapang pandang. Bahaya ini diperparah oleh jalan yang ditutupi oleh abu dan jalanan yang licin akibat abu yang basah.

### **Pencegahan dan Pertolongan Praktis terhadap Abu Vulkanik**

Setelah mengetahui apa saja yang terjadi pada kesehatan manusia saat mengalami bencana letusan gunung berapi, tentunya dapat ditindaklanjuti dengan tindakan pencegahan. Pengetahuan mengenai pertolongan praktis dan efektif diperlukan agar dapat diterapkan jika memang ada yang mengalami gangguan tersebut.

## Gangguan pernafasan akut

Tentu cara yang paling mudah untuk melindungi jalan pernapasan adalah dengan menggunakan masker, yang dirancang sedemikian rupa sehingga mampu menyaring debu yang paling kecil sekalipun (kurang dari 10 mikron). Masker jenis tersebut sudah disetujui dan direkomendasikan oleh International Volcanic Health Hazard Network (IVHHN). Masker tersebut harus mampu memberikan perlindungan yang memadai dan sesuai dengan peralatan pelindung lainnya yang dikenakan pada saat yang sama. Selain itu, masker tersebut harus dipakai secara tepat agar sepenuhnya efektif.



Sumber: [www.ivhhn.org](http://www.ivhhn.org)

Tidak ada rotan, akar pun jadi. Jika masker layak pakai tidak tersedia, maka dapat digunakan sapu tangan, kain, atau pakaian yang setidaknya dapat menghalangi abu. Merendam kain dengan air dapat meningkatkan efektivitas 'masker sederhana' tersebut. Bagi keluarga yang memiliki anak-anak sebaiknya sediakan masker khusus untuk anak-anak. Selain itu, anak dilarang bermain di luar untuk mengurangi dampak abu bagi kesehatan.

Pasien dengan bronkitis kronis, emfisema, dan asma disarankan untuk tinggal di dalam dan menghindari paparan abu. Perlu juga dilakukan pencegahan abu masuk ke rumah, dan membasahi abu dalam rumah bila memungkinkan untuk mencegah pergerakan abu. Bila sudah mengalami gangguan seperti serangan asma akut atau sesak napas, sebisa mungkin segera hubungi paramedis agar mendapatkan bantuan medis lebih lanjut. Bagi pasien yang memang memiliki riwayat asma, sediaan inhaler yang berisi obat asma tentunya dapat menolong.

### Sumber:

Anonim. 2012. *Efek Abu Vulkanik Bagi Kesehatan Manusia*. (online) diakses dari <http://kesehatan.kompasiana.com/medis/2012/02/24/efek-abu-vulkanik-bagi-kesehatan-manusia-441697.html> pada tanggal 18 November 2013.

Widiyanto, Y. 2013. *Pemanasan Global Rangsang Letusan Gunung Api*. (online) diakses dari <http://techno.okezone.com/read/2013/01/03/56/740761/pemanasan-global-rangsang-letusan-gunung-api> pada tanggal 18 November 2013.

## I. Interaksi dengan Orang Tua

Komunikasi dengan orang tua dapat menggunakan buku penghubung, yang dapat dilihat kembali pada Bagian Umum buku guru ini.

## J. Kunci Uji Kompetensi pada Buku Siswa

### Pilihan Ganda

- |      |       |
|------|-------|
| 1. A | 6. C  |
| 2. B | 7. D  |
| 3. B | 8. C  |
| 4. D | 9. B  |
| 5. B | 10. B |

### Uraian

1. Merkurius memiliki jarak yang paling dekat dengan matahari, sehingga suhu permukaan Merkurius sangat tinggi.

Atmosfer Venus mengandung  $\text{CO}_2$  yang sangat tinggi, sehingga menimbulkan efek rumah kaca yang berakibat pada tingginya suhu permukaan Venus.

Mars tidak memiliki kandungan oksigen dan air yang memadai untuk organisme yang akan tinggal.

Hampir setiap saat di permukaan Jupiter selalu terjadi badai, sehingga terlalu berbahaya bagi organisme yang akan tinggal.

Saturnus, Uranus, dan Neptunus memiliki jarak yang sangat jauh terhadap matahari, sehingga suhu permukaan yang sangat rendah tidak memungkinkan organisme dapat tumbuh subur.

2. Hukum I Kepler menjelaskan lintasan planet yang mengorbit matahari berbentuk elips

Hukum II Kepler menjelaskan sapuan luasan planet bernilai sama dalam periode sama

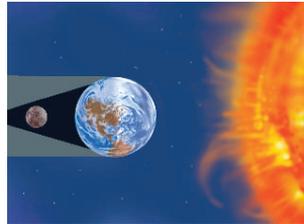
Hukum III Kepler menjelaskan perbandingan jari-jari dengan periode orbit planet

3. Sinar ultraviolet yang memiliki panjang gelombang antara 100-320 nm berdampak buruk pada kesehatan kulit manusia. Sinar ultraviolet dapat menembus lapisan epidermis sehingga mengakibatkan pigmentasi yang tidak wajar, kerutan, hingga kanker kulit.

4. Gerhana matahari



gerhana matahari



5. Secara geologis, dalam waktu satu tahun, kutub mengalami musim dingin (tanpa paparan matahari) selama berbulan-bulan sehingga suhu yang sangat rendah dan cahaya matahari yang minim menyulitkan tumbuhan untuk hidup dan melakukan fotosintesis. Selain itu, faktor zat hara yang rendah juga membuat tanaman tidak dapat tumbuh subur di daerah kutub.

**Pemecahan Masalah**

1. Satelit luar Angkasa yang diberi nama MIR telah mengorbit selama 15 tahun dan mengelilingi bumi sebanyak 86 500 kali. Waktu terpanjang yang pernah dialami oleh seorang Kosmonot yang berada di dalam satelit MIR sekitar 680 hari.

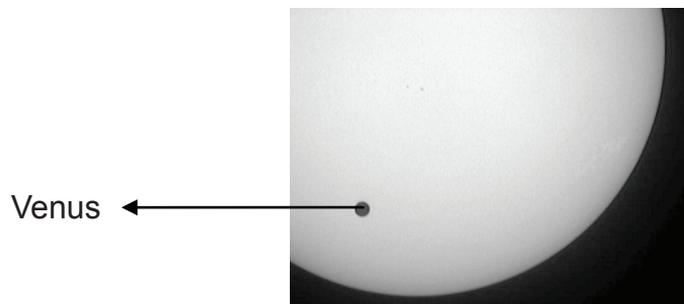
Perkirakan, berapa kalikah Kosmonot terbang mengelilingi bumi?

- a. 110
- b. 1 100
- c. 11 000
- d. 110 000

Perhatikan uraian tentang Venus Transit

Pada tanggal 8 Juni 2004, planet Venus melintas di depan Matahari saat dilihat dari di Bumi. Peristiwa ini disebut " Venus transit" dan terjadi ketika orbit Venus berada antara Matahari dan Bumi. Venus Transit sebelumnya terjadi pada tahun 1882 dan d terjadi pada tahun 2012.

Dibawah ini adalah gambar dari Venus transit pada tahun 2004. Sebuah teleskop menunjuk Matahari dan gambar diproyeksikan ke kartu putih.



2. Mengapa Venus transit tidak diamati dengan melihat langsung melalui teleskop melainkan dengan memproyeksikan gambar ke kartu putih?
  - a. Cahaya Matahari terlalu terang untuk mengamati Venus.
  - b. Matahari cukup besar dan dapat dilihat tanpa pembesaran.
  - c. **Melihat Matahari melalui teleskop dapat merusak mata.**
  - d. Gambar perlu dibuat lebih kecil dengan memproyeksikannya ke kartu.
3. Salah satu planet berikut saat melintas di depan matahari dapat dilihat dari Bumi pada waktu tertentu adalah....
  - a. **Mercury**
  - b. Mars
  - c. Jupiter
  - d. Saturnus
4. Perhatikan pernyataan berikut.

Para astronom memperkirakan bahwa , seperti yang terlihat dari Neptune, akan ada Saturnus transit di depan matahari pada akhir abad ini.

Gunakan tiga kata yang digarisbawahi sebagai kata kunci yang sangat berguna untuk mencari informasi melalui internet atau perpustakaan tentang kapan saturnus transit terjadi? Buat tulisan tentang Saturnus Transit!

Jawab:

Revolusi satelit MIR mengelilingi bumi setiap hari:  $86500/15 \times 365 = 15,84$  kali

Kosmonot di MIR 680 hari. Jadi kosmonot bersama satelit MIR mengelilingi bumi:  $15,84 \times 680 = 10772$  kali Atau 11000 kali.

## Glosarium

- Absorpsi** proses penyerapan
- Adaptasi** penyesuaian diri tubuh makhluk hidup terhadap kondisi lingkungan
- Adhesi** gaya tarik-menarik antar molekul yang sama
- Akar** organ tumbuhan vaskuler yang berperan menyerap air dan mineral dari dalam tanah
- Akar tunggang** akar vertikal utama yang berkembang dari akar embrionik dan memunculkan akar cabang
- Alveolus, Alveoli** struktur anatomi yang memiliki bentuk berongga; yang terdapat pada parenkim paru-paru, yang merupakan ujung dari saluran pernapasan, dimana kedua sisi merupakan tempat pertukaran udara dengan darah
- Amilase** enzim untuk mencerna amilum
- Amilum** pati, merupakan gabungan (polimer) glukosa
- Amphetamin** bahan perangsang sistem saraf pusat yang dapat meningkatkan energi
- Amplitudo** Simpangan maksimum
- Anatomi** struktur suatu organisme, ilmu yang mempelajari struktur organisme
- Angiospermae** tumbuhan berbunga, yang membentuk biji di ovarium
- Anorganik** bahan yang tidak diperoleh dari makhluk hidup
- Antasida** bahan yang menetralkan Ph dalam lambung
- Antioksidan** bahan yang mencegah terjadinya proses oksidasi
- Arteri** pembuluh yang membawa darah keluar dari jantung ke organ-organ di seluruh tubuh.
- Arteri renal** pembuluh darah yang mengalirkan darah dari ginjal
- Asam amino** senyawa organik penyusun protein
- Asteroid** benda langit yang lintasannya berada di antara planet
- Atmosfer** lapisan bumi
- Batang** organ tumbuhan vaskuler yang terdiri atas sistem nodus dan internodus yang silih berganti
- Benedik reagen** untuk menguji keberadaan gula
- Bernapas** pertukaran udara pada paru-paru melalui mekanisme inhalasi dan ekshalasi
- Bidang miring** salah satu Jenis pesawat sederhana yang memiliki bidang kemiringan tertentu
- Biuret reagen** untuk menguji keberadaan protein
- Bronkiolus** percabangan dari bronkus pada batang tenggoro manusia.
- Bronkus (jamak, bronki)** satu dari sepasang saluran pernapasan yang bercabang dari trakea menuju ke dalam paru-paru

**Cairan empedu** cairan yang dihasilkan oleh kantung empedu yang bersifat basa, berwarna hijau kekuningan, serta mengandung berbagai macam pigmen.

**Cermin** kaca bening yg salah satu mukanya dapat memperlihatkan bayangan benda

**Darah** cairan yang terdapat pada semua makhluk hidup (kecuali tumbuhan) yang berfungsi mengirimkan zat-zat dan oksigen yang dibutuhkan oleh jaringan tubuh, mengangkut bahan-bahan kimia hasil metabolisme, dan juga sebagai pertahanan tubuh terhadap virus atau bakteri

**Daun** organ fotosintetik utama dari tumbuhan vaskuler

**Defekasi** proses pengeluaran sisa pencernaan

**Denyut jantung** detak jantung; debaran yang dikeluarkan oleh jantung dan akibat aliran darah melalui jantung

**Diabetes melitus** kelainan endokrin dengan gejala berupa ketidakmampuan untuk mempertahankan kadar glukosa yang ditandai dengan adanya glukosa pada urin, penyakit dengan kadar gula darah tinggi

**Diafragma** lapisan otot yang membentuk dinding bawah dari rongga dada mamalia.

**Difusi** pergerakan spontan zat mengikuti gradien konsentrasinya, dari daerah yang konsentrasinya lebih tinggi ke daerah yang konsentrasinya lebih rendah

**Dikotil** tumbuhan berbunga yang memiliki dua daun lembaga, dua kotiledon

**Duodenum** Usus 12 jari; usus yang terletak antara lambung dengan jejunum

**Ekskresi** pengeluaran sisa metabolisme

**Ekolokasi** sonar yang digunakan oleh beberapa jenis binatang sebagai alat navigasi dan berburu

**Elastis** mudah berubah bentuk tapi mudah kembali ke bentuk semula

**Empedu** zat yang dihasilkan oleh organ hati yang membantu proses pencernaan dan penyerapan lemak

**Empulur** jaringan dasar yang terletak di dalam jaringan vaskuler pada batang

**Emulsi** kondisi lemak yang larut dalam air

**Endodermis** lapisan dalam yang berperan dalam pengaturan air dan mineral dari korteks ke silinder pusat

**Energi** kemampuan untuk melakukan kerja

**Enzim** molekul protein kompleks yang berperan mempercepat reaksi dalam tubuh

**Epidermis** sistem jaringan dermis tumbuhan tak berkayu, biasanya terdiri atas selapis tunggal sel-sel yang tersusun rapat

**Eritrosit** sel darah yang mengandung hemoglobin, yang mengangkut oksigen; disebut juga sel darah merah

**Erupsi** letusan yang mengakibatkan keluarnya material gunung api yang berupa gas, debu, aliran lava, dan fragmen batuan

**Esofagus** saluran yang menghantarkan makanan melalui gerak peristaltis dari faring ke lambung

**Ekstasi** zat adiktif psikotropika yang menimbulkan halusinasi pada penggunanya

**Faring** daerah pada kerongkongan manusia yang merupakan tempat persilangan saluran udara dan saluran makanan

**Fehling A dan B reagen** untuk menguji kadar gula

**Feldspar** bahan mineral yang mengandung aluminium silikat dari bahan kalsium atau barium, atau kalium, atau natrium

**Feses** zat buangan dari saluran pencernaan

**Fibrin** bentuk teraktivasi dari protein penggumpalan darah, fibrinogen. Fibrin beragregasi menjadi benang-benang yang membentuk gumpalan darah

**Filtrasi** penyaringan air dan zat-zat terlarut

**Filtrat** cairan bebas sel yang dikeluarkan oleh sistem ekskresi

**Fisiologi** salah satu dari cabang biologi yang mempelajari berlangsungnya sistem kehidupan

**Floem** jaringan tumbuhan vaskuler yang terdiri atas sel-sel hidup yang tersusun menjadi saluran-saluran memanjang yang mengangkut gula dan nutrien organik lain ke seluruh bagian tumbuhan

**Fotosintesis** proses kimia yang menggunakan cahaya matahari, karbondioksida, dan air untuk menghasilkan glukosa dan oksigen

**Frekuensi** banyaknya getaran atau gelombang per satuan waktu

**Gaung** bunyi pantul yang hanya sebagian terdengar bersama-sama dengan bunyi asli sehingga bunyi asli terdengar tidak jelas

**Gelombang** getaran yang merambat

**Gelombang longitudinal** gelombang yang arah rambatnya tegak lurus dengan arah getarnya.

**Gelombang transversal** gelombang yang arah rambatnya sejajar dengan arah getarnya

**Gema** bunyi pantul yang terdengar setelah bunyi asli

**Gerabah** peralatan yang terbuat dari tanah liat yang dibakar

**Getaran** gerak bolak-balik benda secara teratur melalui titik kesetimbangan

**Gliserol** cairan kental tidak berwarna dan tidak berbau, rasanya manis dapat bercampur dengan air dan alkohol yang diperoleh dari lemak hewani atau nabati atau fermentasi glukosa

**HCl** asam klorida; Asam yang diproduksi oleh lambung

**Hemoglobin** protein yang mengandung besi dalam sel darah merah yang berikatan dengan oksigen

**Hipermetropi** kelainan pada mata yang ditandai dengan tidak dapat melihat benda yang berada pada jarak dekat karena bayangan terbentuk di belakang retina ; dapat ditolong dengan lensa cembung

**Hukum Pascal** prinsip tekanan pada zat cair yang dikenal yang menyatakan bahwa tekanan yang diberikan pada zat cair di dalam ruangan tertutup diteruskan ke segala arah dan sama besar

**Ileum** usus penyerapan; usus yang terletak antara jejunum dan kolon

**Imunitas** daya tahan tubuh

**Inkus** tulang landasan; tulang kedua dari tiga tulang pada telinga tengah.

**Insulin** hormon yang dipakai untuk menurunkan kadar gula darah

**Iris** bagian mata yang mengelilingi pupil; terletak di belakang kornea

**Isolator** bahan yang tidak bisa atau sulit melakukan perpindahan muatan listrik atau panas

**Jaringan** kelompok sel yang terintegrasi dengan kesamaan fungsi, struktur, atau keduanya

**Jejunum** usus kosong; usus yang terletak antara duodenum dan ileum

**Kafein** zat adiktif yang tergolong pada bukan narkotika dan psicotropika; terdapat pada teh atau kopi

**Kalium iodida reagen** untuk menguji kadar amilum

**Kandung empedu** organ tubuh yang menyimpan cairan empedu

**Kandung kemih** kantong tempat penyimpanan urin

**Kanker** penyakit yang terjadi karena pembelahan sel yang tidak terkendali

**Kapiler** pembuluh darah mikroskopik yang menembus jaringan-jaringan dan terdiri dari selapis sel endotelium yang memungkinkan terjadinya pertukaran antara darah dan cairan interstisial.

**Karbohidrat** senyawa organik karbon, hidrogen, dan oksigen

**Karbon** zat arang

**Katrol** salah satu jenis pesawat sederhana

**Kelenjar** jaringan khusus dalam tubuh atau pada permukaan, berfungsi sebagai pembentuk zat atau cairan tertentu, disalurkan ke dalam jaringan lain atau dikeluarkan dari tubuh; contoh: kelenjar empedu, kelenjar keringat

**Keringat** sisa ekskresi yang dikeluarkan melalui kulit

**Kerongkongan** bagian tubuh berupa saluran dari mulut ke perut

**Klorofil** pigmen hijau yang terletak di dalam kloroplas

**Kloroplas** organel pada tumbuhan yang menggunakan cahaya matahari untuk mendorong sintesis senyawa organik dari karbondioksida dan air.

**Kohesi** gaya tarik-menarik antar molekul yang sama

**Kokain** zat adiktif narkotika yang diekstrak dari daun koka

**Kolesterol** molekul lemak yang ditemukan pada membran sel dan disirkulasikan dalam plasma darah

**Kontaminasi** pencemaran

**Kornea** bagian mata yang transparan pada sklera, yang memungkinkan cahaya masuk ke mata manusia

**Korteks** jaringan dasar yang terletak diantara jaringan vaskular dan jaringan dermis pada akar atau batang tumbuhan

**Lapisan Koroid** lapisan tengah mata yang membentuk iris

**Lapisan Sklera** lapisan luar mata yang membentuk kornea

**Lava** cairan larutan magma pijar yang mengalir keluar dari dalam bumi melalui kawah gunung berapi

**Lemak** lipid yang tersusun atas tiga asam lemak yang bertautan dengan satu molekul gliserol; disebut juga triasilgliserol atau trigliserida

**Lipase** enzim pencerna lemak

**Litosfer** lapisan terluar planet

**Logam** mineral tidak tembus pandang dan berperan sebagai penghantar panas dan listrik

**Lugol** reagen untuk menguji kadar amilum

**Lup** alat optik untuk melihat benda yang berukuran kecil

**Magma** batu-batuan cair yang terletak didalam kamar magma dibawah permukaan bumi

**Maleus** tulang martil; tulang pertama dari ketiga tulang pada telinga tengah

**Mata majemuk** mata serangga yang terdiri dari beberapa omatidia

**Meristem** jaringan tumbuhan yang tetap embrionik sepanjang hidup tumbuhan; bagian dari tumbuhan yang terus aktif membelah.

**Mesofil** jaringan dasar daun, diapit epidermis atas dan bawah, yang memiliki fungsi sebagai organ fotosintesis.

**Mesosfer** lapisan udara ketiga, dimana suhu atmosfer akan berkurang dengan pertambahan ketinggian hingga ke lapisan keempat, termosfer

**Metabolisme** keseluruhan reaksi kimia suatu organisme, terdiri dari jalur katabolik dan jalur anabolik yang mengatur material dan sumber energi sel.

**Mikroskop** alat optik untuk melihat benda yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang

**Mineral** benda padat homogen bersifat tak organis yg terbentuk secara alamiah dan mempunyai komposisi kimia tertentu,

**Minyak nabati** minyak yang diambil dari tumbuhan

**Miopi** gangguan pada mata yang menyebabkan mata; tidak dapat melihat benda yang berada pada jarak jauh karena bayangan terbentuk di depan retina ; dapat ditolong dengan lensa cekung

**Molekul** butir terkecil dari senyawa kimia yang dapat memperlihatkan sifat-sifat senyawa tersebut

**Monokotil** tumbuhan berbunga yang memiliki satu daun lembaga atau satu kotiledon

**Monosodium glutamat (MSG)** bahan tambahan makanan berfungsi menambah cita rasa

**Mortar dan pistil** ulekan, tempat dan batang untuk melumatkan bahan

**Nada** bunyi yang memiliki frekuensi getaran teratur

**Narkotika** zat adiktif yang dapat menimbulkan kecanduan pada penggunaannya

**Nikotin** zat adiktif bukan narkotika dan psikotropika, zat racun dalam tembakau

**Nutrisi** proses pemberian makan atau mendapat makanan; Makanan yang mengandung gizi

**Opium** getah buah *Papaver Somniferum* yang belum masak dan dikeringkan; mempunyai daya memabukkan

**Organ** pusat terspesialisasi dari fungsi tubuh yang tersusun atas beberapa jenis jaringan berbeda

**Organik** bahan yang berasal dari makhluk; dalam ilmu kimia diartikan sebagai semua bahan yang mengandung unsur karbon (C)

**Otot** jaringan dalam tubuh manusia dan hewan yang berfungsi sebagai alat gerak aktif yang menggerakkan tulang

**Osmosis** difusi air yang melewati membran yang permeabel selektif

**Otot jantung** otot yang bekerja khusus untuk memompa darah pada jantung; jaringan otot yang sanggup berkontraksi secara terus-menerus tanpa henti.

**Otot polos** otot yang berbentuk gelendong, terletak pada organ dalam

**Otot rangka** otot yang bertanggung jawab atas pergerakan sadar tubuh; disebut juga otot lurik

**Pembiasan cahaya** Peristiwa pembelokan atau perubahan arah rambat cahaya karena melauai batas dua medium yang berbeda kerapatannya

**Pengungkit** tuas, jenis pesawat sederhana yang berfungsi mempermudah usaha

**Penyakit Parkinson** penyakit saraf kronis yang ditandai dengan gemeteran dan melemahnya otot

**Pepsin** enzim yang mencerna protein menjadi pepton

**Peptidase** enzim yang mencerna protein menjadi asam amino

**Periode** waktu yang diperlukan dalam satu getaran atau gelombang

**Pesawat sederhana** alat-alat yang dapat memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas

**Plastik** kumpulan zat organik yg stabil pada suhu biasa

**Poliipeptida** gabungan asam amino rantai pendek

**Protein** kelompok senyawa organik bernitrogen dengan bobot molekul tinggi

**Psikotropika** zat adiktif yang dapat bersifat alamiah atau sintetis yang dapat menyebabkan perubahan khas pada aktivitas mental dan perilaku

**Pupil** bukaan iris yang melewatkan cahaya ke bagian dalam mata. Otot di iris meregulasi ukuran pupil

**Rambut akar** penjurulan kecil sel epidermis akar, tumbuh tepat di belakang tudung akar dan meningkatkan luas permukaan untuk penyerapan air dan mineral

**Rangka** kumpulan tulang-tulang

**Reagen** bahan yang dipakai dalam reaksi kimia

**Reabsorpsi** penyerapan kembali zat terlarut

**Rektum** tempat feses yang siap dikeluarkan

**Renin** enzim pencerna kasein pada susu

**Resonansi** peristiwa ikut bergetarnya suatu benda akibat bergetarnya benda lain

**Retina** lapisan terdalam dari mata yang mengandung sel-sel fotoreseptor (sel batang dan sel kerucut) dan neuron

**Rodopsin** pigmen penglihatan yang tersusun atas retinal dan opsin

**Rotasi** gerak benda terhadap sumbu putarnya

**Sabu-sabu** zat adiktif psikotropika yang menimbulkan halusinasi

**Saliva** air liur

**Saluran pengumpul** bagian ginjal tempat penampungan sementara urin

**Sel** bagian terkecil dari makhluk hidup

**Selulosa** polimer glukosa yang terdapat pada tumbuhan yang menyusun dinding sel tumbuhan

**Serat** sel atau jaringan serupa benang atau pita panjang, berasal dari hewan atau tumbuhan (ulat, batang pisang, daun nanas, kulit kayu, dsb)

**Sistem pencernaan** sistem untuk penghancuran dan penyerapan makanan

**Sistem sonar** *Sound Navigation and Ranging*; metode penggunaan gelombang ultrasonik untuk menaksir ukuran, bentuk, dan kedalaman benda-benda.

**Sistol** tahap siklus jantung ketika ruang jantung berkontraksi dan memompa darah

**Sitoplasma** bagian sel yang terbungkus membran sel

**Sklera** lapisan luar pada mata yang berwarna putih dan keras, terbuat dari jaringan ikat yang membentuk bola di sekeliling mata

**Stele** jaringan vaskular dari batang atau akar

**Stomata (tunggal, stoma)** modifikasi epidermis yang merupakan celah sebagai tempat pertukaran gas antara lingkungan dan bagian dalam tumbuhan

**Suhu** ukuran kuantitatif terhadap temperatur

**Sukrase** enzim yang mencerna sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa

**Tekanan turgor** tekanan yang disebabkan oleh masuknya air ke dalam sel

**Teleskop** alat optik untuk melihat benda jauh

**Tembikar** salah satu jenis barang pecah belah

**Tengkorak** kumpulan tulang pada bagian kepala yang melindungi otak.

**Termometer** alat pengukur suhu

**Tripsin** enzim pencerna protein

**Tubulus distal** bagian nefron yang menyaring filtrat dan menyalurkannya ke dalam saluran pengumpul

**Tubulus proksimal** bagian nefron yang terletak di bawah kapsula bowman yang mengangkat dan membantu menyaring kembali filtrate

**Ultrasonik** bunyi dengan frekuensi lebih dari 20.000 Hz

**Urea** zat buangan bernitrogen yang larut dalam air, dihasilkan dalam hati oleh siklus metabolik yang mengombinasikan amoniak dan karbondioksida

**Ureter** saluran dari ginjal ke kandung kemih

**Uretra** saluran yang melepas urin dari tubuh mamalia, berperan sebagai saluran keluar untuk urin dari kandung kemih

**Urine** sisa ekskresi yang dikeluarkan melalui ginjal

**Usus besar** bagian usus yang mengatur kadar air pada feses

**Usus kecil/usus halus** bagian pencernaan yang berfungsi menyerap sari-sari makanan

**Vena renal** pembuluh darah yang mengangkut darah meninggalkan ginjal

**Vertex** titik pada permukaancermin

**Vili** tonjolan pada usus halus

**Vitamin** zat penting yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan

**Xilem** jaringan tumbuhan vaskular yang terdiri dari sel-sel mati berbentuk tabung yang mengantarkan sebagian besar air dan mineral dari akar ke seluruh bagian tumbuhan

**Zat adiktif** bahan yang dapat menimbulkan kecanduan bagi pemakainya

**Zat aditif** bahan tambahan pada makanan

# Indeks

## A

Abnormal, 342, 364  
Abu Vulkanik, 464, 465, 466, 467  
Adaptasi, 132, 137  
Adhesi, 215, 320  
Aditif, viii, 284, 285, 286, 288, 291, 292, 297, 298  
Air, 3, 4, 5, 30, 31, 69, 81, 106, 107, 111, 112, 113, 131, 134, 135, 154, 200, 201, 203, 207, 208, 210, 214, 215, 217, 218, 220, 222, 228, 229, 230, 231, 241, 253, 254, 255, 260, 261, 262, 264, 267, 269, 273, 274, 281, 299, 310, 311, 312, 319, 320, 322, 325, 329, 330, 342, 343, 346, 350, 351, 355, 356, 357, 358, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 369, 372, 375, 414, 419, 423, 424, 446, 463, 464, 465, 467, 468  
Aksi, 99, 132, 148, 155  
Albuminaria, 352, 363, 365, 372  
Alergen, 317  
Alergi, 288, 317  
Alkohol, 106, 112, 190, 192, 222, 223, 229, 231, 254, 277, 301, 341, 342, 352, 365, 367, 409, 411  
Almond, 366  
Alveoli, 351  
Alveolus, 316, 317, 318, 345, 351, 360  
Amfetamin, 302, 303  
Anaestetik, 300  
Anorganik, 226, 350, 356  
Anus, 261, 262, 270, 272, 280  
Apatitis, 288, 303  
Arthritis, 163  
Asam benzoat, 287  
Asam lambung, 277, 282  
Aspartam, 286

## B

Bacillus tuberculosis, 317  
Bakteri, 241, 262, 277, 280, 317, 344, 409  
Bandul, 381, 385, 386  
Basofil, 312, 344  
Batu ginjal, 352, 371  
Beker glas, 264  
Berat jenis, 363  
Besi, 30, 261, 351, 414  
Biang keringat, 352, 365

Bikonkaf, 312  
Bilirubin, 350, 351, 354, 360  
Biliverdin, 351  
Bronkiolus, 316, 334  
Bronkus, 316, 334  
Bumi, iii, ix, x, 141, 145, 148, 154, 155, 236, 243, 244, 257, 339, 449, 450, 452, 453, 454, 456, 457, 458, 460, 461, 469, 470

## C

Cahaya, 155, 156, 200, 201, 222, 223, 224, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 299, 416, 417, 419, 422, 423, 424, 425, 429, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 440, 441, 443, 445, 446, 466, 469, 470  
Cairan empedu, 261  
Cermin cekung, 420, 425, 427, 428  
Cermin cembung, 420, 425, 427, 428, 433  
Clor, 351

## D

Debu, 109, 315, 317, 452, 454, 467  
Dehidrasi, 303, 364  
Depresan, 302, 341  
Dermis, 351  
Diabetes insipidus, 352  
Diabetes melitus, 352, 361, 363, 365, 372, 374  
Diafragma, 316, 317, 335, 336, 337, 422  
Dialisat, 370, 374-375  
Dializer, 370  
Diameter, 3, 156, 162, 174, 175, 180, 200, 319, 434, 435, 456  
Diet, 281, 341  
Difusi, 214, 231, 316, 317, 320, 369  
Dikotil, 200-201, 206, 207, 209, 212, 213, 217, 220, 226, 230, 231  
Disfungsi hati, 367  
Distal, 351, 358  
Diuretik, 342  
Dosis, 288, 292, 298-300

## E

Efek Flicker, 440  
Eksim, 288  
Ekspirasi, 316, 317, 334, 336, 337  
Ekstasi, 303  
Emulsi, 254, 255, 282  
Endodermis, 199-200, 206-207, 311, 319  
Endonom, 131, 134

Enzim, 260, 261, 274, 275, 280, 282, 298, 344, 363  
Enzim amylase, 261  
Epidermis, 199-201, 206-207, 212, 213, 220, 223, 226, 227, 311, 343, 351, 468  
Esionom, 131, 134-135  
Euphoria, 303  
Eustachius, 379, 383, 384, 387, 395, 413  
Evakuasi, 452, 454

## F

Fenomena, 1, 2, 8, 14, 23, 30, 63, 67-68, 89, 91, 94, 96, 99, 132, 201, 238, 288, 352, 365, 381, 422, 423, 446, 449, 453  
Fermentasi, 301  
Feses, 260, 262, 351  
Fisiologi, 132, 137  
Floem, 200, 201, 206, 207, 212, 213, 223, 230, 231, 310, 320  
Fotonasti, 132, 135  
Fotosintesis, 106, 198, 200, 203, 214, 218, 220, 224, 226, 228, 232, 310, 311, 320, 469  
Fototaksis, 132, 135  
Foto tropisme, 131, 135  
Fraktura, 162, 163

## G

Gagal ginjal, 190, 278, 370, 371, 374, 375  
Ganja, 299, 301  
Gastritis, 279  
Gear sepeda, 164, 185  
Gelas, 106, 107, 222, 234, 237, 247, 248, 250, 264, 269, 274, 290, 322, 328, 356, 362, 366, 367, 423  
Gerak aktif, 161, 180, 193  
Getaran, 107, 154, 256, 377, 381, 383, 385, 388, 392, 394, 395, 400, 412, 413  
Gletser, 464  
Globin, 351  
Glomerulus, 350, 351, 356, 357  
Glukosa, 201, 237, 350, 351, 356, 358, 363, 365, 372  
Granula, 312  
Granulosit, 279, 312  
Gravitasi, 8, 141, 145, 194, 339, 461  
Gula bit, 286, 298  
Gula lontar, 286, 298

## H

Habitat, 132, 137  
Halusinasi, 288, 302

Hati, 192, 277, 278, 349, 351, 354, 360, 363, 367, 372  
Hemin, 351  
Hemodialisis, 369, 370, 374, 375  
Hemoglobin, 345, 364  
Hidrotropisme, 131, 135, 155  
Higroskopis, 131, 134  
Hipertonik, 214-215  
Hipnotika, 300  
Hipotonik, 214  
Hormon, 190, 191, 363, 372  
Hukum Newton, 30, 129, 130, 132, 141, 150

## I

Indeks bias, 419  
Indra, 315  
Infeksi, 112, 277, 279, 288, 301, 302, 317, 318, 344, 364, 370, 371, 374, 464, 466  
Infeksi saluran kencing, 364  
Inflamasi, 278, 279, 344  
Influenza, 318, 337  
Inspirasi, 316, 317, 334, 337  
Interkostalis, 316, 335-337  
Inti sel, 312  
Ion, 351, 356, 360  
Ion natrium, 351  
Iris, 421, 434, 435, 437

## J

Jantung, 161, 162, 175, 177, 180, 193, 288, 296, 300, 303, 313-315, 332, 339-343, 345-346, 370, 408-409, 411-412, 464  
Jaringan, 109, 112, 161, 197-201, 203-207, 209-210, 212-214, 217-218, 220, 223-224, 226-227, 230, 233, 288, 300, 308-311, 315, 318-320, 344, 346, 351, 369, 421, 437  
Jaringan felogen, 200

## K

Kalium asesulfam, 286  
Kalsium, 162, 190, 192, 253, 261, 287, 342, 356  
Kambium, 200, 206-207, 212-213, 230-231  
Kapiler, 215, 315, 319-320, 345, 351, 356  
Karbohidrat, 230, 260, 264-265, 267, 280-281, 367  
Karet, 67-69, 234, 236-238, 241, 243-244, 256-257  
Katrol, 145, 163-164, 185, 194  
Kayu, 30, 200, 209, 215, 231, 234, 237-238, 247, 250, 419  
Kemotaksis, 132, 135

Kemotropisme, 132, 135, 155  
Keramik, 234, 237, 244, 246-247, 256  
Kifosis, 163  
Kimus, 261, 282  
Kloroplas, 201, 220, 227  
Kokain, 300-301, 303  
Korteks, 199-200, 206-207, 212-213, 311, 319

## L

Lapisan bumi, 452-453  
Lava, 452, 454  
Lemak, 252-254, 260-261, 266-267, 282, 296, 315, 341, 366-367, 374  
Lempeng bumi, 453  
Lensa mata, 433, 443  
Limfa, 351, 395, 413  
Limfosit, 279, 312  
Lup, 422, 428-429, 438

## M

Mars, 452, 457, 468, 470  
Masker, 467  
Mata Faset, 439  
Matahari, 107, 156, 200-201, 203, 222-224, 226-228, 230, 232, 241, 424, 437, 441, 449-450, 452, 454, 456-459, 461, 468-470  
Mata majemuk, 439-441  
Materi, iii, v, vi, vii, viii, ix, x, 14, 16, 22, 24, 33, 43, 46, 49-57, 59, 63, 75, 78, 87, 92, 98-99, 104-105, 118, 128-132, 135, 137, 140, 143, 146, 153, 158-161, 164, 170, 174-175, 181, 185-186, 188, 197-199, 203-204, 210, 218, 224, 226, 234-236, 238, 244, 246-247, 250, 252, 258-260, 262, 266-267, 270, 272, 276, 284-286, 288, 290-294, 298, 308-310, 318, 320-321, 324, 331-334, 337, 348-350, 354, 358, 365, 369, 375, 377-379, 381, 387, 393, 395, 397, 400-402, 405, 407, 416, 418-419, 423, 425, 427-430, 433-434, 436-439, 449-454, 457-458, 460-461, 463  
Material gunung api, 452, 454  
Medium, 380, 392-393, 397, 419, 423-424, 445  
Mekanisme, 103, 190, 277, 316, 319, 332-335, 337, 339, 344-345, 350, 354, 358, 360, 435  
Metabolisme, 192, 261, 301, 312, 318, 324, 344, 350-351, 354, 360, 363, 369, 372  
Mikroorganisme, 277, 344  
Mineral, 190-191, 200-201, 203, 207, 218, 231, 236, 244, 246, 260-261, 267, 310-311, 319, 346, 363-366  
Minyak nabati, 254, 260  
Molekul, 201, 214-215, 281, 320, 343, 394-395, 436  
Monokotil, 206, 209, 212-213, 217, 220, 230  
Morfologi, 204, 212

Motilitas, 277  
Mukosa, 261, 277, 279

## N

Nasti, 132, 135  
Nasti kompleks, 132, 135  
Nikotin, 287, 296, 300  
Niktinasti, 132, 135  
Nutrisi, 168, 258-261, 263, 265-267, 308, 311-312, 315, 318-320, 324, 344

## O

Opium, 299  
Organ, 64, 161, 170, 193, 197, 200, 202-205, 209, 217-218, 220, 223, 258-259, 261, 270, 272, 280, 287, 308-309, 312-313, 315, 331-335, 348-350, 352-354, 360, 365, 369, 371, 377-378, 380, 383-384, 387, 395, 397, 408, 413, 464  
Organik, 110, 229, 231, 344, 351, 356, 358, 366  
Osmosis, 214, 311, 343, 356  
Osteoporosis, 162, 189-192  
Otot, vi, 6, 137, 154, 158, 160-162, 164-165, 170, 174-175, 177, 180, 188, 193, 261, 281, 288, 301, 315-317, 335-337, 342, 351, 370, 373, 408, 410, 443  
Otot jantung, 162, 175, 177, 180, 193, 288, 315  
Otot polos, 162, 175, 177, 180, 193  
Otot rangka, 162, 175, 177, 180, 193  
Over dosis, 288

## P

Pankreas, 261, 278, 281-282, 296  
Paranoid, 303  
Parkinson, 287  
Paru-paru, 161, 287-288, 296, 301, 312, 314-318, 332, 334, 336-337, 340, 345, 349-350, 354, 360, 372, 464  
Pati, 260, 264, 274  
Pembuluh darah, 161-162, 170, 180, 296, 313, 315, 332, 339-340, 342-345, 351, 356, 369-370, 408-412  
Periosteum, 161, 170  
Pesawat sederhana, vi, 30, 158-160, 163-164, 181-186, 188, 193-194  
Plastik, 30, 107, 238, 256-257, 274, 325, 330  
Plastisitas, 236, 243-244, 256  
Pospor, 261  
Protein, 236, 244, 256, 260-261, 264-265, 267, 280-282, 341, 344, 350-351, 356, 362-363, 365, 372, 436  
Psikotropika, 284-285, 287, 295, 298, 302-305

## R

Reagen KI, 264  
Reaksi, 99, 108, 132, 148, 155, 222, 224, 237, 250, 252-253, 261, 264-265, 269,  
274-275, 296, 322, 344, 362-363, 435, 465  
Rektum, 261, 272, 280  
Relaksasi, 162, 164, 175, 180, 188, 335, 344, 412, 443  
Riketsia, 162  
Rimpang, 203, 216, 218  
Roket, 146

## S

Sakarin, 286, 297-298  
Saliva, 261  
Sedativa, 300  
Seismonasti, 132, 135, 154  
Sel darah, 161, 170, 301, 312, 324, 344, 350-351, 354  
Sel kipas, 201  
Selulosa, 236-237, 240-241, 244, 256, 260  
Sendi, 159, 161, 163-164, 170, 172-174, 188, 193, 195, 409  
Sendi lesung, 161, 174  
Sendi pelana, 161, 172, 174, 193  
Sendi putar, 161, 172, 174, 193  
Seng, 261  
Serat, 234, 236, 238, 240-241, 244, 256-257, 260, 341  
Shabu, 303  
Siklamat, 286, 298  
Silinder, 199-201, 206-207, 213  
Sintetik, 243, 286-287, 299, 302  
Sistem rangka, 161, 165-166, 168, 170  
Skoliosis, 163  
Sodium, 261  
Stimulan, 302  
Stolon, 217-218  
Stomata, 201, 220, 228, 320  
Substrat, 200, 203  
Sukrosa, 286  
Sulur, 217-218  
Sumsum tulang, 161, 170, 351  
Saksis, 132, 135

## T

Tekstil, 236-237, 289-290, 297  
Tembikar, 246, 256  
Tendon, 162, 180  
Termonasti, 132, 135  
Tiroid, 190  
Trikomia, 201  
Trypsin, 261  
Tukak lambung, 276-277  
Tulang kompak, 161, 170  
Tulang panjang, 161, 170  
Tulang pendek, 161, 170  
Tulang pipih, 161, 170  
Tulang rawan, 163  
Tulang spons, 161, 170  
Tulang tengkorak, 161, 172-173, 193  
Turgor, 215

## U

Umbi lapis, 217  
Uranus, 452, 457, 468  
Urea, 350-351, 356, 360, 363, 365, 372  
Ureter, 351, 358  
Urin, 192, 350-352, 354-358, 361-365, 372  
Urin primer, 350, 356-357  
Urobilin, 351  
Urokrom, 364  
Usus besar, 261-262, 271, 280-281  
Usus kecil, 261

## V

Vitamin, 162, 191-192, 260, 262, 267-270, 280-281, 363-366, 436, 442

## X

Xilem, 200-201, 206-207, 212-214, 218, 223, 230-231, 310-311, 320, 346

## Z

Zat adiktif, 284, 292-294, 298-299, 301-302, 304-305

## DAFTAR PUSTAKA

- Arends, R.I. 2004. *Learning to Teach. Sixth Edition*. New York: The McGraw-Hill.
- Berwald, Juli. dkk. 2007. *Focus on Earth Science Grade 7*. Ohio : McGraw-Hill Companies
- Bybee, R.W. 1989. *Science and Technology Education for the Elementary Years: Frame work for Curriculum and Instruction*. Washington, D.C.: The Nationan Center for Improving Instruction.
- Campbell. 1999. *Biologi Jilid 1*. Erlangga: Jakarta
- Dwidjoseputro. 1986. *Fisiologi Tumbuhan*. Erlangga: Jakarta
- Ezrallson, Cathy et al. 2005. *Waves, Sound, and Light*. New York : McGraw-Hill Companies
- Feather, Ralph M. et al. 2005. *The Changing Surface of Earth*. New York: McGraw-Hill Companies
- Gallagher, S.A., Stephen, W.J., Sher, B.T., and Workman, D. 1995. Implementing problem-based learning in science classroom. *School Science and Mathematics*. 95(3): 136-146.
- Gambar Peta Indonesia Soal Uraian no. 6 [www.radford.edu](http://www.radford.edu) Diunduh pada tanggal 15 Februari 2014
- Goldberg, Fred. 2006. dkk. *Interactions in Physical Science Teacher's Edition Volume I*. Herff Jones Education Division
- Hmelo-Silver, C.E. 2004. Problem-based learning: what and how do students learn? *Educ. Psychology Review*. 16(3): 235-266.
- Hsu, Tom. 2005. *Physics a First Course*. Massachusetts: CPO Science  
<http://aiirm59.blogspot.com/2012/05/makalah-zat-adiktif-dan-psikotropika.html>  
Diunduh pada tanggal 19 November 2013.
- <http://artikelkesehatanwanita.com/tips-mengatasi-gangguan-telinga-saat-naik-pesawat.html>. Diunduh pada tanggal 11 November 2013
- <http://everythingscience.co> Diunduh pada tanggal 5 Maret 2014
- <http://forum.kompas.com/properti/212222-bangunan-terinspirasi-dari-tumbuhan-print.html>. Diunduh pada tanggal 5 September 2013
- <http://health.kompas.com/read/2013/02/05/09530479/Suplemen.Vitamin.C.Memicu.Batu.Ginjal>. Diunduh pada tanggal 5 September 2013
- <http://ikor.unnes.ac.id/wp-content/uploads/2012/05/HISTOLOGI-TULANG.pdf>
- <http://mel-rizky.blogspot.com/2011/11/analisis-sabun.html> Diunduh pada tanggal 19 November 2013.
- <http://obatpenyakitkronisdannonkronis.wordpress>. Diunduh pada tanggal 18 November 2013.
- <http://setiono774.blogspot.com/2010/11/mekanisme-membuka-dan-menutup-stomata.html> pada tanggal 19 November 2013.

- [http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/Materi\\_1\\_PENGANTAR\\_PENGAWETAN\\_MAKANAN\\_0.pdf](http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/Materi_1_PENGANTAR_PENGAWETAN_MAKANAN_0.pdf). Diunduh pada 25 September 2013
- <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pengabdian/drs-ketut-ima-ismara-mpd-mkes/presentasi-rokok-dan-bahayanya.pdf>. Diunduh pada tanggal 26 September 2013
- <http://www.ks.uiuc.edu/Services/Class/BIOPHYS490M/papers/Rh-structure-rev.pdf>  
Diunduh pada tanggal 2 Januari 2014
- <http://www.medicinenet.com/osteoporosis> Diunduh pada tanggal 18 November 2013.
- <http://www.pustakasekolah.com/organ-pada-tumbuhan.html#ixzz2I9Ryus4z>.  
Diunduh pada tanggal 11 November 2013
- <http://www.tipspengetahuan.com/10-tips-menjaga-kesehatan-hati-kesehatan-164.html>. Diunduh pada tanggal 11 November 2013
- <http://www.webmd.com/vitamins-supplements/ingredientmono-997-BLACK%20TEA.aspx?activeIngredientId=997&activeIngredientName=BLACK%20TEA>  
Diunduh pada tanggal 18 November 2013.
- Kamdi, W. 2007. *Pembelajaran Berbasis Proyek (Project-Based Learning)*. Materi Pelatihan untuk Guru di YPC Riau.
- Kuhlthau & Todd. 2007. *Guided Inquiry: A framework for learning through school libraries in 21st century schools*. New Jersey: CISSL.
- Laporan kontrol peredaran Narkotika Internasional Maret 2013. *International Narcotics Control Strategy Report Volume I Drug and Chemical Control United State*.
- Lawson, A. E. 1994. *Science Teaching and the Development of Thinking*. California: Wadsworth Publishing Company.
- Malcome. 1990. *Ringkasan Biologi*. Bandung: Ganeca Exact.
- Moedjiono dan Dimiyati, M. 1992. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Depdikbud.
- Mulyaningsih, Farida. 2008. *Mencegah dan Mengatasi Osteoporosis dengan Berolahraga*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- National Research Council. 1996. *National Science Education Standard*. Washington DC: National Academy Press.
- National Research Council. 2002. *Inquiry and the National Science Education Standard: A Guide for Teaching and Learning*. Washington DC: National Academy Press.
- Niederhoffer, E.C. 1999. *Problem Based Learning: A Student Guide*. Updated 05/31/2006. [eniederhoffer@siumed.edu](mailto:eniederhoffer@siumed.edu)
- Ong, A and Borich. 2006. *Teaching Strategies that Promote Thinking: Models and Curriculum Approaches (First Edition)*
- Parravano, Carlo. dkk. 2006. *BSCS Biology A Molecular Approach*. Ohio : McGraw-Hill Companies
- Permendikbud Nomor 54 Tahun 2013 tentang Standar Kompetensi Lulusan Pendidikan Dasar dan Menengah

- Permendikbud Nomor 64 Tahun 2013 tentang Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah
- Permendikbud Nomor 65 Tahun 2013 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah
- Permendikbud Nomor 66 tahun 2013 tentang Standar Penilaian
- Permendikbud Nomor 68 Tahun 2013 tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum SMP/MTs
- Permendikbud Nomor 81A Tahun 2013 tentang Pedoman Implementasi Kurikulum
- Purjianta, Eka, dkk. 2007. *IPA Terpadu untuk SMP Kelas VIII*. Erlangga: Jakarta.
- Rahman, Tanpa Tahun. *Nutrisi dan Energi Tumbuhan*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia. Diakses tanggal 10 November 2013.
- Savery, J.R. 2006. Overview of problem based learning: definitions and distinctions. *The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*. Vol. 1, No. 1.
- Suyitno.2005. *Fotosintesis*. (online). Diakses dari [www.google.com/staff.uny.ac.id](http://www.google.com/staff.uny.ac.id). Diunduh pada tanggal 18 November 2013.
- Tim Penulis. 2001. *High School Instructional Guide for Physics*. Los Angeles: Los Angeles Unified School District
- Tim Penulis. 2006. *Science Lower Secondary Teacher Guide*. Papua New Guinea: Departement of Education
- Tim Penulis. 2010. *Life Science Teacher's Edition (TE)*. San Francisco: CK-12 Foundation
- Tim Penulis. Tanpa tahun. *Lesson Plans: Life's Structure and Function*. Ohio : McGraw-Hill Companies
- Tim Penulis. Tanpa Tahun. *Life Science*. Ohio : McGraw-Hill Companies
- Tim Penulis. Tanpa tahun. *Mastering Standardized Tests Student Edition*. Ohio : McGraw-Hill Companies
- Tim Penulis. Tanpa tahun. *Teacher Edition Earth Sciences Model Lesson: Convection Connection*. Los Angeles: Los Angeles Unified School District & BSCS
- Tim Penulis. Tanpa tahun. *Teacher Edition: Mastering the Biology Core 40 Biology The Dynamics of Life*. Ohio : McGraw-Hill Companies
- Tim Penulis. Tanpa tahun. *Teacher's Guide Reading and Writing in Science*. Ohio : McGraw-Hill Companies
- Tim Penulis. Tanpa Tahun. *Teachers' Edition The Harnessed Atom*
- UU No.35 tahun 2009 tentang Narkotika
- Vihar, Preet. 2009. *Class VIII Learning by Doing*. Delhi: Central Board Of Secondary Education
- Wardlaw, Gordon M. dan Jeffrey S. Hampl.2007. *Perspective in Nutrition*. New York: Mc GrawHills Company.
- Waterman, M.A. 1998. Investigative case study approach for biologi learning. *Bioscene*. Vol 24(1): 4-10.
- Woods, D. R. 1996. *Problem-based Learning: Helping Your Students Gain the Most*

- from *PBL*. 3<sup>rd</sup> ed. March. 1996.
- [www.akfarsam.ac.id](http://www.akfarsam.ac.id). Diunduh pada tanggal 18 November 2013.
- [www.http://www.warintekjogja.com/warintek/warintekjogja/warintek\\_v3/datadigital/bk/piringkeramik.pdf](http://www.warintekjogja.com/warintek/warintekjogja/warintek_v3/datadigital/bk/piringkeramik.pdf). Diunduh pada tanggal 15 September 2013.
- [www.images.ctv.ca](http://www.images.ctv.ca) Diunduh pada tanggal 26 Nopember 2013
- [www.ivhhn.org](http://www.ivhhn.org) Diunduh pada tanggal 26 Nopember 2013
- [www.keramik88.com](http://www.keramik88.com). Diunduh pada tanggal 15 September 2013.
- [www.nap.edu/openbook.php?record\\_id=4962&page=1](http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=4962&page=1); National Governors Association Center for Best Practices (NGA Center) and the Council of Chief State School Officers (CCSSO) [www.corestandards.org/the-standards](http://www.corestandards.org/the-standards) Diunduh pada tanggal 5 September 2013
- [www.survival-nz.com](http://www.survival-nz.com) Diunduh pada tanggal 25 Nopember 2013
- Zubaidah, S., Mahanal, S, dan Yuliati, L. 2013a. *Ragam Model Pembelajaran IPA Sekolah Dasar*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Zubaidah, S., Mahanal, S, dan Yuliati, L. 2013b. *Ragam Model Pembelajaran IPA SMP*. Malang: Universitas Negeri Malang.