

H. Moch. Agus Krisno
Tri Tjandra Mucharam

Mampuono
Imam Suhada



Ilmu Pengetahuan Alam

Untuk SMP/MTs

Ilmu Pengetahuan Alam

Untuk SMP/MTs

Kelas VIII



Kelas VIII



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

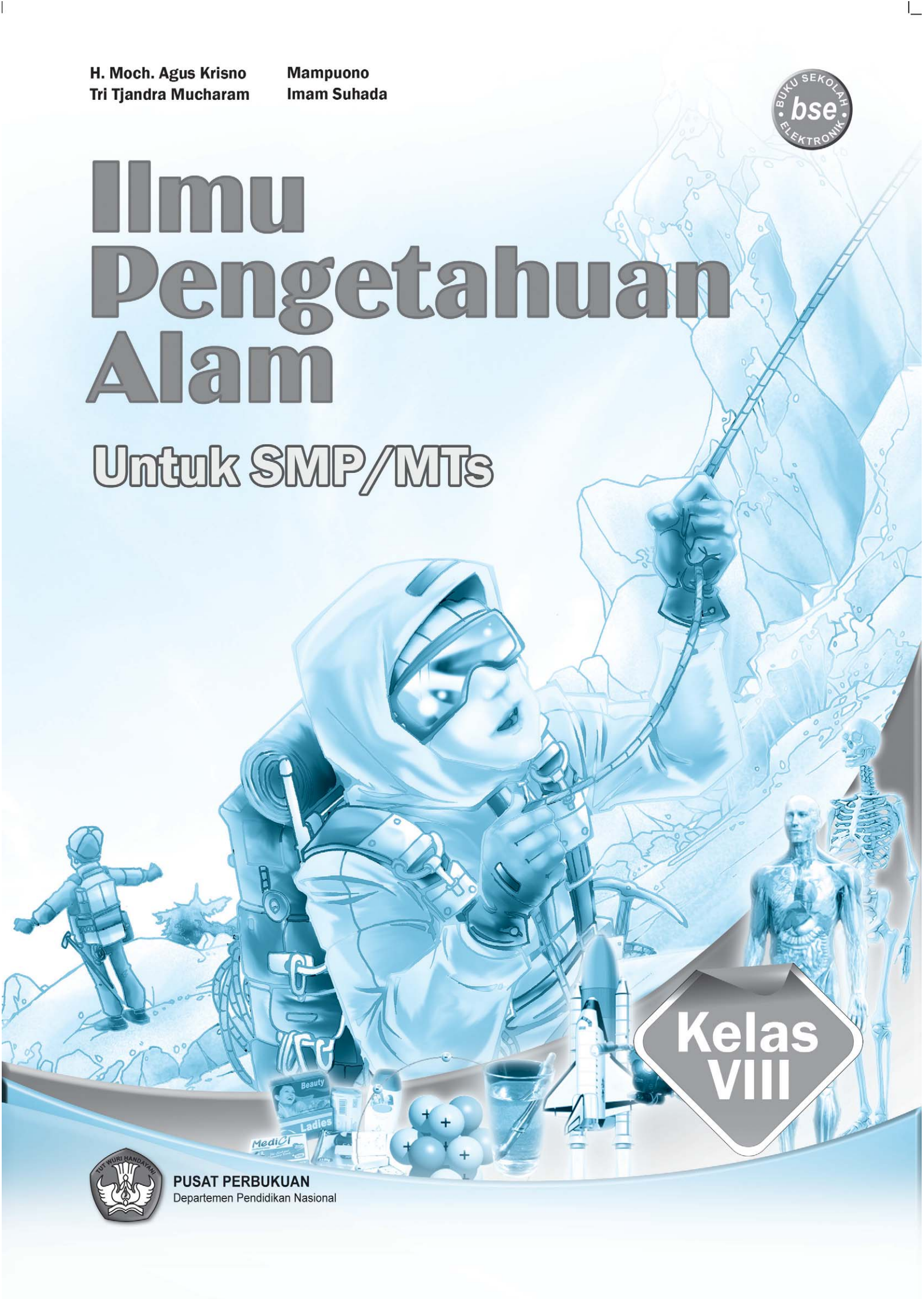
H. Moch. Agus Krisno
Tri Tjandra Mucharam

Mampuono
Imam Suhada



Ilmu Pengetahuan Alam

Untuk SMP/MTs



Kelas
VIII



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-undang

ILMU PENGETAHUAN ALAM

Untuk SMP/MTs Kelas VIII

Penulis : H. Moch. Agus Krisno
Tri Tjandra Mucharam
Mampuono
Imam Suhada

Editor : Intan Mahanani

Ilustrasi : Sigit Dwi Nugroho
Sunardi
Tri Haryanto
Bambang Sugiarto
Suhardi

Tata Letak : Yuniar Adhi Anggoro
Ika Kristiyaningsih
Ibnu Wibowo
Sri Rahayu
Y. Dwi Ariyanto

Perancang Kulit : Wahyu Hardianto

Desain : Bambang Hariyono
Inawati

Ukuran Buku : 21 × 29,7 cm

500.7

KRI KRISNO, H. Moch. Agus
i Ilmu Pengetahuan Alam: SMP/MTs Kelas VIII/oleh H. Moch. Agus Krisno
[et.al].; editor Intan Mahanani. — Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen
Pendidikan Nasional, 2008.
vi, 338 hlm: 30 cm.
Bibliografi: hlm. 334–335.
Indeks: hlm: 336–338.
ISBN 979-462-919-7

1. Ilmu Pengetahuan Alam-Studi dan Pengajaran I. Judul
II. Mucharam, Tri Tjandra III. Mampuono
IV. Suhada, Imam V. Mahanani, Intan

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional Tahun 2008.

Diperbanyak oleh

Hak Cipta Buku Ini Dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional dari Penerbit PT Mentari Pustaka.

Kata Sambutan

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2008, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (*website*) Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 34 Tahun 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*down load*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, Juli 2008
Kepala Pusat Perbukuan

IPA Itu Menyenangkan

Tidak terasa satu tahun di SMP telah kamu lalui, sekarang kamu duduk di kelas VIII. Bagaimana kesanmu belajar IPA selama ini? Sulitkah? Tentu tidak karena kamu belajar dengan menggunakan buku ini. Bahkan, bersama buku ini kamu diajak menjelajah Ilmu Pengetahuan Alam dengan cara yang mudah dan menyenangkan.

Di kelas VIII ini kita akan mempelajari banyak hal. Kita akan mulai dari pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup serta berbagai sistem dalam kehidupan manusia dan tumbuhan. Konsep partikel materi dan kegunaan bahan kimia juga akan kita pelajari pada buku ini. Selanjutnya kita akan mempelajari mekanika dan konsep penerapan getaran, gelombang, dan optika dalam produk teknologi. Menarik, bukan?

Materi-materi yang disajikan dalam buku ini dikemas sedemikian rupa sehingga mudah dipahami. Melalui buku ini, kamu diajak melakukan berbagai kegiatan dan percobaan menarik yang akan membantumu mencapai kompetensi dalam ilmu pengetahuan alam. Kompetensi yang akan kamu capai dalam setiap bab dituangkan dalam bentuk komik yang ringan dan menarik. Jadi, belajar IPA tidak perlu tegang. Belajar IPA itu menyenangkan.

Selamat belajar dan semoga sukses.

Yogyakarta, Juli 2008

Penulis

Daftar Isi

Halaman Judul	i
Copyright	ii
Kata Sambutan	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	v

Bab 1 Pertumbuhan dan Perkembangan

A. Peristiwa Tumbuh dan Berkembang	2
B. Mengapa Makhluk Hidup Tumbuh dan Berkembang?	3
C. Metamorfosis dan Metagenesis	7
Soal-soal Uji Kompetensi	9

Bab 2 Perkembangan pada Manusia

A. Masa Balita	12
B. Masa Anak-anak	14
C. Masa Remaja	14
D. Masa Dewasa	16
E. Masa Tua	16
Soal-soal Uji Kompetensi	18

Bab 3 Sistem Gerak pada Manusia

A. Rangka	20
B. Persendian	23
C. Sistem Otot	24
D. Gangguan-gangguan pada sistem gerak	26
Soal-soal Uji Kompetensi	28

Bab 4 Sistem Pencernaan

A. Sistem Pencernaan pada Manusia	30
B. Gizi dan Kalori	36
C. Penyakit dan Kelainan pada Sistem Pencernaan	42
Soal-soal Uji Kompetensi	44

Bab 5 Sistem Pernapasan

A. Organ Penyusun Sistem Pernapasan	46
B. Bernapas	48
C. Kapasitas Udara Pernapasan ...	49
D. Masalah yang Timbul pada Pernapasan	50
Soal-soal Uji Kompetensi	53

Bab 6 Sistem Peredaran Darah pada Manusia

A. Darah dan Golongan Darah	56
B. Sistem Peredaran Darah Manusia	61
C. Tekanan Darah	62
D. Gangguan Sistem Peredaran Darah	63
Soal-soal Uji Kompetensi	66

Bab 7 Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan

A. Jaringan pada Tumbuhan	68
B. Organ Tumbuhan	72
Soal-soal Uji Kompetensi	82

Bab 8 Fotosintesis

A. Apakah Fotosintesis Itu?	84
B. Tahapan Fotosintesis	85
C. Faktor yang Memengaruhi Fotosintesis	87
Soal-soal Uji Kompetensi	91

Bab 9 Gerak pada Tumbuhan

A. Gerak Autonom	94
B. Gerak Esionom	95
C. Gerak Higroskopis	99
Soal-soal Uji Kompetensi	100

Bab 10 Hama, Gulma, dan Penyakit Tanaman

A. Hama	102
B. Gulma	105
C. Penyakit Tanaman	106
Soal-soal Uji Kompetensi	109

BAB 11 Atom, Molekul, dan Ion

A. Partikel Materi	112
B. Apakah Atom Dapat Dilihat? ...	113
C. Atom	114
D. Partikel-partikel Subatom	115
E. Molekul	116
F. Ion	117
Soal-soal Uji Kompetensi	119



BAB 12 Bahan Kimia di Rumah

A. Bahan Kimia dalam Kehidupan Sehari-hari	122
B. Pemutih	129
C. Pewangi	131
D. Pembasmi Serangga (Insektisida)	133
Soal-soal Uji Kompetensi	137

BAB 13 Bahan Kimia dalam Makanan

A. Bahan Pewarna	140
B. Pemanis	142
C. Pengawet	145
D. Penyedap	149
Soal-soal Uji Kompetensi	151

BAB 14 Zat Adiktif dan Psicotropika

A. Zat Adiktif	154
B. Zat Psicotropika	160
C. Narkotika	162
Soal-soal Uji Kompetensi	167
Prediksi Ulangan Semester	168

BAB 15 Gaya

A. Pengertian Gaya	172
B. Resultan Gaya	177
C. Gaya Gesek	179
D. Gaya Berat	181
Soal-soal Uji Kompetensi	185

Bab 16 Hukum-hukum Newton

A. Hukum Newton	188
B. Hukum I Newton	189
C. Hukum II Newton	191
D. Hukum III Newton	193
Soal-soal Uji Kompetensi	197

Bab 17 Energi dan Usaha

A. Energi	200
B. Usaha	210
C. Daya	212
Soal-soal Uji Kompetensi	214

Bab 18 Pesawat Sederhana

A. Pengertian Pesawat Sederhana	216
B. Jenis-jenis Pesawat Sederhana	217
Soal-soal Uji Kompetensi	229

Bab 19 Tekanan

A. Tekanan pada Zat Padat	232
B. Tekanan pada Zat Cair	236
C. Tekanan pada Gas (Tekanan Udara)	245
Soal-soal Uji Kompetensi	252

Bab 20 Getaran dan Gelombang

A. Pengertian Getaran	254
B. Pengertian Gelombang	258
Soal-soal Uji Kompetensi	265

Bab 21 Bunyi

A. Pengertian Bunyi	268
B. Cepat Rambat Bunyi	271
C. Nada	272
D. Resonansi	275
E. Pemantulan Bunyi	277
Soal-soal Uji Kompetensi	282

Bab 22 Cahaya

A. Pengertian Cahaya	284
B. Pemantulan Cahaya	285
C. Pembiasan Cahaya	293
Soal-soal Uji Kompetensi	303

Bab 23 Alat Optik

A. Mata	306
B. Alat Optik Buatan	312
Soal-soal Uji Kompetensi	319
Prediksi Ulangan Kenaikan Kelas	321
Kunci Jawaban	324
Glosarium	329
Daftar Pustaka	334
Indeks	336



**BAB
1**

**PERTUMBUHAN DAN
PERKEMBANGAN**

Lihat! Banyak kupu-kupu berterbangan. Kepompong yang ada di ranting ini sudah tidak ada.

Kepompong itu telah berubah menjadi kupu-kupu yang indah. Tidak lagi sebagai ulat atau kepompong yang menakutkan.

Benar. Hal itu nanti akan kita pelajari juga pada bab ini. Pada bab ini kita akan mempelajari pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup.

Kita akan mempelajari faktor-faktor yang memengaruhinya dan pentingnya pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup.

Jadi, setelah mempelajari bab ini kita akan dapat memahami pentingnya pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup.

Gerbang



Gambar 1.1 Tanaman dapat tumbuh subur dengan perawatan yang baik

Perhatikan gambar di atas! Pak Ranu sedang merawat tanaman hias yang dijualnya. Pak Ranu membudidayakan tanaman hias berupa bibit yang masih kecil untuk kemudian dijual setelah berbunga. Tanaman-tanaman tersebut setiap hari dirawat oleh Pak Ranu. Selain disirami setiap hari, tanaman-tanaman itu juga diberi pupuk dan diberi naungan peneduh. Tanaman-tanaman hias Pak Ranu dapat tumbuh dengan subur dan segera berbunga indah sehingga cepat terjual.

Mengapa tanaman hias Pak Ranu dapat tumbuh subur dan cepat berbunga? Adakah hubungannya dengan perlakuan terhadap tanaman itu? Ternyata hal ini terkait erat dengan pertumbuhan dan perkembangan, seperti yang akan kita pelajari pada materi berikut ini.

Kata kunci: pertumbuhan – perkembangan – faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan – metamorfosis – metagenesis

A. Peristiwa Tumbuh dan Berkembang

Pernahkah kamu mengamati tumbuh-tumbuhan atau hewan yang ada di sekitarmu? Tumbuhan atau hewan-hewan tersebut semula kecil. Setelah beberapa lama tumbuh menjadi besar. Peristiwa bertambahnya ukuran makhluk hidup itulah yang disebut dengan pertumbuhan. Ketika mengalami pertambahan ukuran (tumbuh) tersebut, makhluk hidup juga mengalami berbagai perubahan. Perubahan-perubahan pada makhluk hidup yang mengiringi pertumbuhan disebut dengan perkembangan.

Pertumbuhan pada tumbuhan dapat dilihat dari bertambah besar dan tingginya batang. Sedangkan perkembangannya dapat dilihat dengan adanya perubahan-perubahan pada bentuk batang, daun, akar, munculnya bunga, dan terbentuknya buah. Adapun pertumbuhan pada hewan dapat dilihat dari semakin besarnya badan hewan tersebut, sedangkan perkembangannya dapat disaksikan dari perubahan pada tubuh dan kelakuan hewan tersebut. Misalnya, burung kecil setelah menetas belum dapat terbang, namun setelah besar dia akan belajar terbang dan mencari makan sendiri.

Begitu pula pada manusia, pertumbuhan pada manusia dapat dilihat dari bertambah besar dan tingginya tubuh. Sedangkan perkembangan pada manusia dapat dilihat baik secara fisik maupun psikis. Secara fisik misalnya, terjadi perubahan bentuk tubuh dari anak-anak menuju dewasa. Suara anak-anak juga berbeda dari suara orang dewasa. Secara psikis anak-anak biasanya sangat manja dan membutuhkan perlindungan dari orang dewasa, setelah menginjak usia remaja dan dewasa maka manusia akan menjadi lebih mandiri. Perubahan makhluk hidup dari muda menjadi tua juga merupakan salah satu bentuk perkembangan.

B. Mengapa Makhluk Hidup Tumbuh dan Berkembang?

Setiap makhluk hidup mengalami pertumbuhan dan perkembangan. Tahukah kamu, apakah yang dimaksud dengan pertumbuhan dan perkembangan itu?

1. Pertumbuhan

Pertumbuhan adalah penambahan biomassa yang bersifat tidak dapat balik (*irreversible*). Penambahan biomassa ditandai dengan penambahan berat, panjang, volume, jumlah sel, dan lain-lain. Pertumbuhan pada makhluk hidup dapat dilihat dari perubahan ukurannya. Oleh karena itu, pertumbuhan dapat dinyatakan dalam ukuran panjang maupun berat. Ciri-ciri pertumbuhan antara lain sebagai berikut.

- Terjadi perubahan fisik dan perubahan ukuran.
- Terjadi peningkatan jumlah sel.
- Terdapat penambahan kuantitatif individu
- Dapat dinyatakan dalam ukuran panjang maupun berat.
- Dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal
- Bersifat terbatas, pada usia tertentu makhluk hidup sudah tidak tumbuh lagi.

Pertumbuhan dapat terjadi karena tubuh makhluk hidup tersusun atas sel-sel. Sel-sel tersebut dapat membelah diri menjadi jumlah kelipatannya. Bertambahnya jumlah sel menyebabkan penambahan ukuran tubuh makhluk hidup.

Pada usia dewasa, pembelahan dan pembentukan sel-sel baru hanya berfungsi untuk memperbaharui sel-sel yang rusak. Pada usia tua, kemampuan membelah diri sel generatif semakin menurun, sehingga sel-sel yang tua dan rusak sudah tidak bisa cukup tergantikan oleh sel-sel yang baru dan akhirnya sel-sel baru tidak terbentuk lagi.

2. Perkembangan

Selama pertumbuhan, makhluk hidup juga mengalami perkembangan. **Perkembangan** merupakan perubahan struktur dan fungsi yang bersifat spesifik. Perubahan struktur dan fungsi tersebut menyebabkan bagian-bagian penyusun tubuh bertambah lengkap, sempurna, dan kompleks. Adapun ciri-ciri perkembangan antara lain sebagai berikut.

- Terjadi peningkatan kualitatif individu.

Pertumbuhan

Perkembangan

- b. Adanya proses kedewasaan.
- c. Tidak dapat dinyatakan dalam ukuran jumlah, panjang, maupun berat.
- d. Bersifat sistematis, progresif, dan berkesinambungan. Artinya proses perkembangan terus terjadi sampai makhluk hidup tersebut mati.

Peristiwa perkembangan selalu menyertai pertumbuhan. Ketika terjadi proses pertumbuhan, terbentuk organ dengan fungsi-fungsi khusus. Organ tubuh yang terbentuk berfungsi sesuai dengan tujuan dibentuknya organ tubuh tersebut. Perubahan bentuk fisik dan sifat individu sering dipengaruhi oleh fungsinya organ.

1. Faktor yang Memengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Hewan dan Manusia

Pertumbuhan dan perkembangan hewan terjadi di seluruh bagian tubuhnya. Pertumbuhan tersebut menyebabkan bagian-bagian tubuh hewan semakin besar atau semakin panjang. Pertumbuhan dan perkembangan yang terjadi pada hewan dan manusia dipengaruhi oleh faktor dari dalam (internal) makhluk hidup dan faktor dari luar (eksternal).

a. Faktor internal

Faktor dari dalam tubuh makhluk hidup yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan antara lain sebagai berikut.

1) Gen

Gen merupakan faktor penentu sifat yang diturunkan dari induknya. Sifat-sifat yang diturunkan dalam gen setiap jenis hewan berbeda.

2) Hormon

Hormon memengaruhi aktivitas di dalam tubuh. Hormon yang memengaruhi pertumbuhan hewan dan manusia disebut hormon somatotrof.

b. Faktor eksternal

Pertumbuhan dan perkembangan juga dipengaruhi oleh faktor dari luar. Faktor dari luar yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan dan manusia adalah sebagai berikut.

1) Makanan

Semua makhluk hidup membutuhkan makanan sebagai sumber tenaga dan zat pembangun tubuh. Makanan sebagai sumber tenaga adalah karbohidrat, sedangkan sumber pembangun tubuh adalah protein. Ketercukupan kebutuhan makanan akan menjadikan hewan atau manusia tumbuh optimal.

2) Sinar matahari

Sinar matahari diperlukan dalam perubahan provitamin D menjadi vitamin D. Vitamin D membantu penyerapan kalsium dan fosfor dari makanan.

3) Aktivitas fisik

Kegiatan fisik, misalnya olahraga dan latihan, akan dapat memperbesar ukuran otot dan tulang.

4) Suhu

Suhu yang sesuai diperlukan dalam pertumbuhan hewan maupun manusia.

2. Faktor yang Memengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

Pertumbuhan dan perkembangan merupakan interaksi antara faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan antara lain sebagai berikut.

a. Hormon

Hormon yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan antara lain sebagai berikut.

1) Auksin

Auksin berfungsi untuk pertumbuhan dan penghambatan pertumbuhan, dormansi, pembentukan bunga dan buah, serta penuaan dan pengguguran.

2) Giberelin

Fungsi giberelin adalah merangsang pembelahan sel serta merangsang aktivitas enzim amylase dan proteinase yang berperan dalam perkecambahan. Giberelin juga merangsang pembentukan tunas, menghilangkan dormansi biji, dan merangsang pertumbuhan buah secara parthenogenesis.

3) Sitokinin

Sitokinin dapat ditemukan pada jaringan yang membelah. Sitokinin yang ditemukan pertama kali adalah kinetin. Sitokinin yang terdapat pada *Zea mays* adalah zeatin. Fungsi sitokinin adalah merangsang pembelahan sel, merangsang pembentukan tunas pada batang maupun pada kalus, menghambat efek dominansi apikal, dan mempercepat pertumbuhan memanjang.

4) Asam absisat

Tidak semua hormon berfungsi untuk memacu pertumbuhan, sebab ada juga yang menghambat pertumbuhan, yaitu asam absisat. Fungsi asam absisat adalah menghambat pembelahan dan pemanjangan sel, menunda pertumbuhan atau dormansi, merangsang penutupan mulut daun di musim kering, dan membantu peluruhan daun pada musim kering.

b. Genetik

Faktor genetik yang diturunkan dari induknya sangat memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Adapun faktor luar yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan di antaranya adalah sebagai berikut.

a. Suhu

Suhu lingkungan berpengaruh terhadap respirasi, fotosintesis, transpirasi, dan reproduksi.

b. Cahaya

Cahaya diperlukan tumbuhan untuk melakukan proses fotosintesis. Namun, pada saat proses perkecambahan, cahaya justru menghambat pertumbuhan kecambah. Kecambah yang ditumbuhkan di tempat yang gelap lebih cepat tumbuh dibandingkan di tempat yang terang. Pertumbuhan yang cepat di tempat yang gelap disebut etiolasi.

c. Kelembaban

Kelembaban udara berpengaruh terhadap penguapan air (transpirasi) serta penyerapan makanan dan air. Jika kelembaban udara rendah maka transpirasi akan berlangsung cepat sehingga memacu tumbuhan untuk menyerap makanan dan air. Keadaan ini dapat memacu pertumbuhan tumbuhan.

d. Oksigen

Oksigen memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan seluruh bagian tubuh tumbuhan. Tanah yang gembur mempunyai kemampuan yang besar untuk menyimpan oksigen. Oksigen ini dimanfaatkan tumbuhan untuk respirasi.

e. Air dan zat hara

Zat hara merupakan sumber energi dan sumber materi untuk pembentukan berbagai komponen sel yang diperlukan selama pertumbuhan tanaman. Air sangat diperlukan pada saat perkecambahan biji. Air juga sangat penting untuk membentuk vakuola sel dan mengaktifkan enzim. Air berfungsi sebagai pelarut zat hara agar dapat masuk ke dalam sel akar secara difusi.

Untuk memantapkan pemahamanmu, lakukanlah kegiatan praktikum di bawah ini!



Praktikum

Pertumbuhan dan Perkembangan pada Tumbuhan

A. Tujuan

Mengenal pertumbuhan dan perkembangan berbagai jenis tumbuhan.

B. Alat dan Bahan

1. Kapas basah 4 potong seukuran cawan petri
2. Biji kacang hijau 4 butir
3. Biji kacang tanah 4 butir
4. Biji jeruk 4 butir
5. Biji saga 4 butir
6. Cawan petri 4 buah

C. Langkah Kerja

1. Ambillah kapas, basahi dengan air dan letakkan di sebuah cawan petri atau wadah yang mempunyai permukaan sebelah dalam yang datar!



2. Letakkan di atas kapas basah tersebut biji-bijian yang telah disiapkan, misalnya biji kacang hijau! Letakkanlah cawan tadi pada tempat yang diterangi oleh sinar matahari! Biarkan sampai keesokan harinya!
3. Amatilah terus perubahan yang terjadi pada biji kacang hijau tersebut dari hari ke hari! Apakah yang selanjutnya terjadi?
4. Catat dan buatlah kesimpulan dari kegiatan di atas!
5. Lakukan percobaan yang sama pada biji lainnya, misalnya biji kacang tanah, biji jeruk, dan biji saga. Perhatikan persamaan maupun perbedaannya! Selanjutnya, cobalah menanam di pekarangan atau dalam pot biji tanaman jenis apa saja yang mempunyai waktu tumbuh yang relatif tidak lama, misalnya bunga matahari. Catat dan amati pertumbuhan serta perkembangannya secara teratur! Buatlah kesimpulan dari percobaan yang kamu lakukan!

C. Metamorfosis dan Metagenesis

Proses pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup tertentu ada yang disertai dengan perubahan bentuk pada tubuhnya.

Metamorfosis

1. Metamorfosis

Metamorfosis adalah peristiwa perubahan bentuk pada tubuh hewan tertentu selama proses pertumbuhan dan perkembangannya. Proses metamorfosis melibatkan perubahan bentuk atau struktur melalui beberapa tahap pertumbuhan sel dan differensiasi sel.

Metamorfosis ini dibagi menjadi dua tipe, yaitu:

a. Metamorfosis sempurna (*holometabolisme*)

Metamorfosis disebut sempurna apabila hewan mengalami perubahan bentuk secara nyata dengan tahapan-tahapan yang jelas. Kupu-kupu mengalami tahapan yang panjang sebelum menjadi kupu-kupu dewasa. Pertama kali, kupu-kupu akan bertelur. Telur kupu-kupu biasanya diletakkan di dedaunan. Telur kemudian menjadi ulat. Tahap berikutnya ulat akan berubah menjadi kepompong (pupa) dan akhirnya menjadi kupu-kupu dewasa.

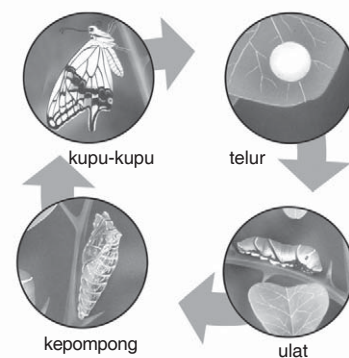
b. Metamorfosis tidak sempurna (*hemimetabolisme*).

Metamorfosis disebut tidak sempurna apabila perubahan tubuh yang terjadi tidak mencolok. Contoh metamorfosis tidak sempurna terjadi pada kepek, jangkrik, dan belalang. Pada hewan-hewan tersebut proses menjadi hewan dewasa melalui perubahan dari bentuk nimfa terlebih dahulu.

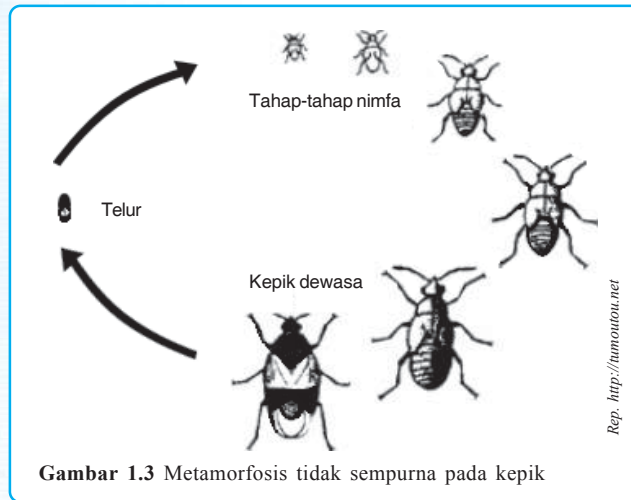


Sebaiknya Tahu

Ulat kecil berwarna putih yang sering kamu temukan pada buah-buahan, misalnya jambu air, sebenarnya adalah larva dari lalat buah. Larva tersebut akan keluar dari buah dan menjadi kepompong kemudian berubah menjadi lalat dewasa.



Gambar 1.2 Metamorfosis kupu-kupu



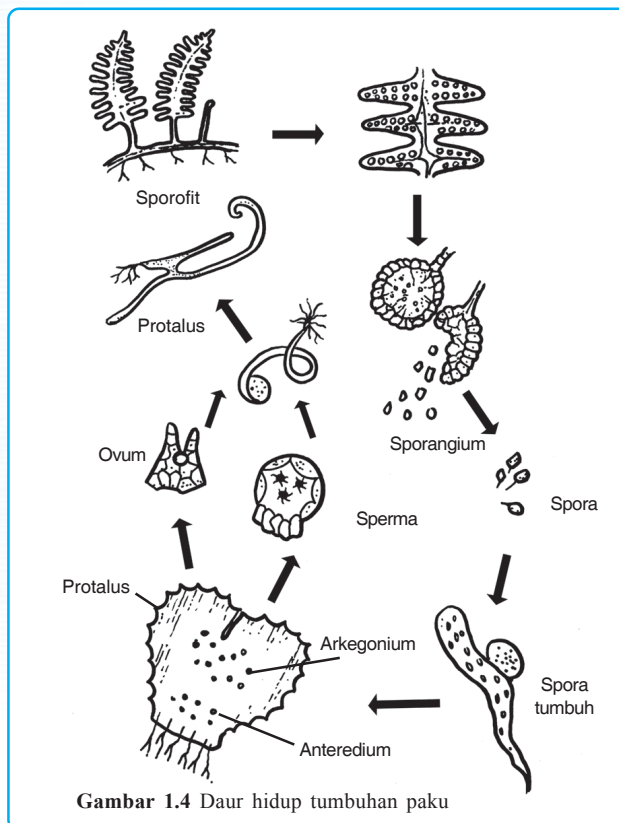
Gambar 1.3 Metamorfosis tidak sempurna pada kepik

2. Metagenesis

Seperti halnya metamorfosis pada hewan, tumbuhan tertentu juga dapat terjadi perbedaan bentuk tubuh selama pertumbuhannya. Peristiwa ini dinamakan metagenesis. Metagenesis adalah terjadinya pergiliran keturunan atau pergantian siklus, yaitu:

- a. Siklus seksual (generatif)
Pada siklus seksual dihasilkan *gametofit*.
- b. Siklus aseksual (vegetatif)
Pada siklus aseksual dihasilkan *sporofit*.

Coba perhatikan bagan metagenesis pada tumbuhan paku berikut ini!



Gambar 1.4 Daur hidup tumbuhan paku

Metagenesis

Tumbuhan paku dan tumbuhan lumut mengalami metagenesis. Adapun perbedaan antara tumbuhan lumut dan tumbuhan paku adalah sebagai berikut.

Kelompok Tanaman	Fase Utama (tampak sebagai tumbuhan)	Gametofit	Sporofit
Lumut	Gametofit	Protonema (tanaman)	Monozigot, menumpang pada gametofit, usia pendek.
Paku	Sporofit	Prothalus (sangat kecil, lembaran)	Heterozigot, berupa talus (tanaman), usia panjang.



Kerja Mandiri

Kerjakan dengan baik di buku tugasmu!

1. Tuliskan berbagai nama binatang (10 jenis), kemudian jelaskan bagaimana pertumbuhan dan perkembangannya!
2. Buatlah skema pertumbuhan binatang tersebut!
3. Sebutkan pentingnya pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup!



Rangkuman

1. Makhluk hidup dapat mengalami pertumbuhan dan perkembangan.
2. Pertumbuhan ditandai dengan bertambahnya ukuran pada makhluk hidup, antara lain bertambah tinggi dan bertambah panjang. Pertumbuhan tidak terus-menerus terjadi melainkan pada batas usia tertentu pertumbuhan akan terhenti.
3. Perkembangan selalu mengikuti pertumbuhan, pada perkembangan terjadi perubahan bentuk fisik, fungsi fisik, maupun psikis. Proses perkembangan terjadi sepanjang hidup.
4. Metamorfosis adalah perubahan bentuk hewan mulai dari telur sampai dewasa disertai perubahan bentuk yang sangat mencolok antara hewan kecil dengan hewan dewasa. Contoh: kupu-kupu, lalat, dan nyamuk.
5. Metagenesis adalah perubahan bentuk hewan mulai dari telur sampai dewasa, namun perbedaannya tidak terlalu mencolok hanya terjadi penambahan atau pengurangan organ dan fungsi organ. Contoh: katak.
6. Pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup berperan dalam:
 - a. menjaga viabilitas dan
 - b. menjaga agar tidak punah dengan daya reproduksinya.



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

- Di bawah ini yang **bukan** merupakan ciri makhluk hidup adalah . . .
 - bernapas
 - tumbuh dan berkembang
 - berkembang biak
 - mempunyai bentuk dan ukuran tetap dari waktu ke waktu
- Bertambahnya ukuran tubuh makhluk hidup disebut sebagai
 - pergerakan
 - pertumbuhan
 - perkembangan
 - penuaan
- Perubahan bentuk yang sangat ekstrim (nyata) pada proses perkembangan makhluk hidup disebut dengan
 - metagenesis
 - metamorfosa
 - metafora
 - fatamorgana
- Salah satu contoh hewan yang mengalami metamorfosis adalah
 - kucing
 - kupu-kupu
 - gajah
 - katak
- Katak mengalami peristiwa perkembangan yang disebut dengan
 - metamorfosis
 - metagenesis
 - morfologi
 - metafora
- Faktor internal (dalam tubuh) yang memengaruhi pertumbuhan adalah
 - tempat tinggal
 - nama dan jenis kelamin
 - hormon dan makanan
 - hormon dan sifat keturunan
- Perkembangan pada lalat buah mengalami peristiwa
 - metagenesis
 - metamorfosis
 - reproduksi
 - fatamorgana
- Kalau kamu menemukan seekor larva maka kamu akan berpikir bahwa
 - hewan tersebut adalah masa kecil dari seekor larva dewasa
 - hewan tersebut mengalami metagenesis
 - hewan tersebut merupakan hewan langka
 - hewan tersebut suatu saat akan berubah menjadi serangga dewasa dengan bentuk yang berbeda dengan bentuk sekarang
- Kucing mengalami peristiwa perkembangan di bawah ini, **kecuali**
 - beranak
 - kucing kecil berubah menjadi kucing dewasa, bentuk tidak mengalami perubahan yang ekstrim
 - terjadi perubahan kelakuan antara kucing kecil dengan kucing dewasa
 - mengalami metagenesis
- Pohon mangga kamu sedang berbunga, terkait dengan pelajaran pada bab ini maka yang seharusnya kamu pikirkan adalah berikut ini.
 - Pohon mangga akan berbunga sepanjang masa.
 - Tidak melihat sesuatu yang istimewa.
 - Bunga merupakan masa perkembangan pohon mangga karena bunga akan menghasilkan buah yang selanjutnya menghasilkan biji untuk reproduksi.
 - Bunga akan menghasilkan buah yang enak dimakan dan menyehatkan.

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

- Apakah yang kamu ketahui mengenai pertumbuhan dan perkembangan?
- Tuliskan perbedaan antara metamorfosis dan metagenesis!
- Sebutkan dan jelaskan faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan!
- Sebutkan beberapa hewan yang mengalami peristiwa metamorfosis (3 saja), selain kupu-kupu. Jelaskan!
- Bagaimanakah proses perkembangan dan pertumbuhan pada tumbuhan? Jelaskan!



**BAB
2**

**PERKEMBANGAN PADA
MANUSIA**

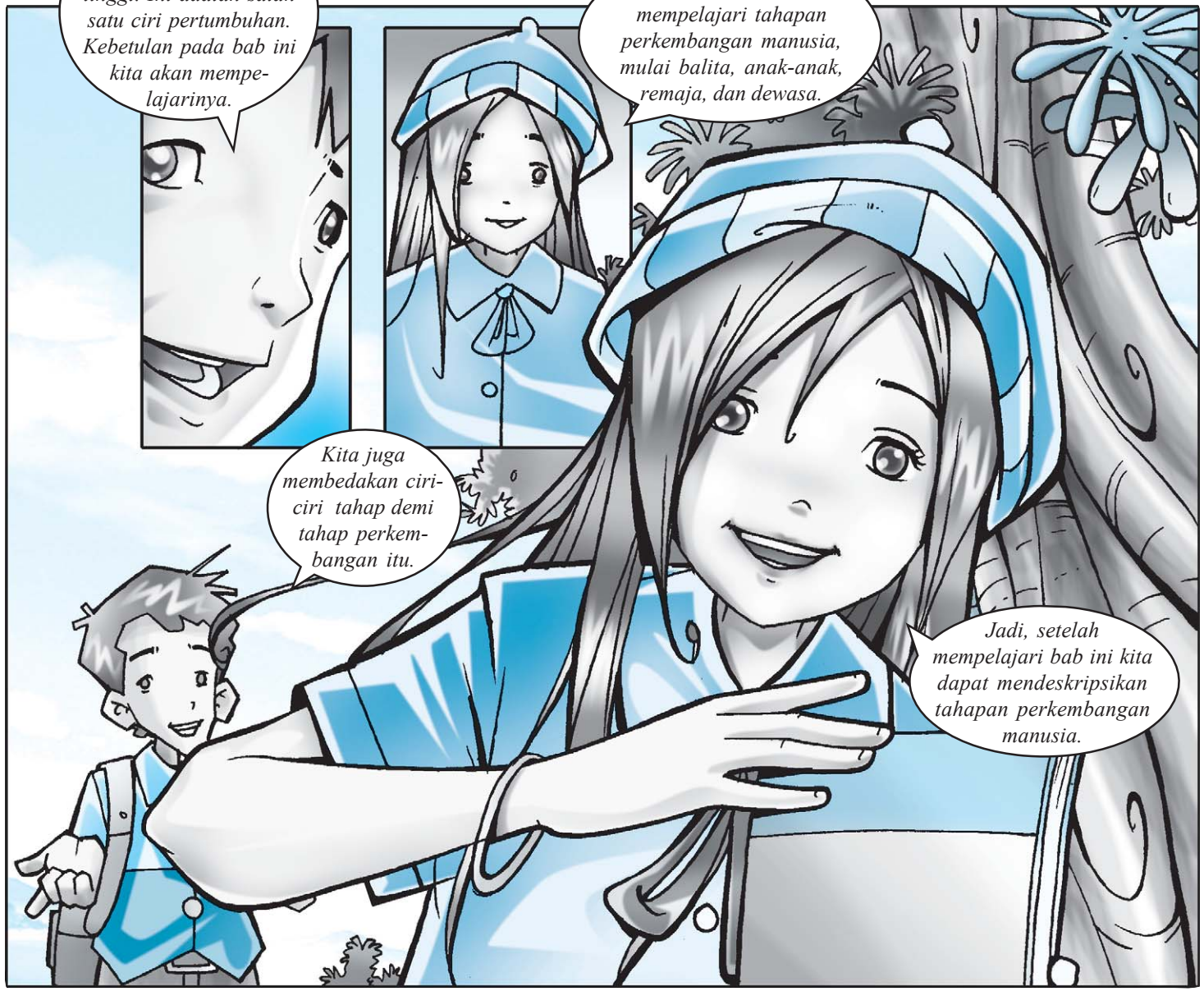


Aduh, bajuku kok menjadi sempit, apakah baju ini mengecil?

Bajumu tidak mengecil, badanmu yang bertambah besar.

Benar. Badan kita bertambah besar dan tinggi. Ini adalah salah satu ciri pertumbuhan. Kebetulan pada bab ini kita akan mempelajarinya.

Pada bab ini kita akan mempelajari tahapan perkembangan manusia, mulai balita, anak-anak, remaja, dan dewasa.



Kita juga membedakan ciri-ciri tahap demi tahap perkembangan itu.

Jadi, setelah mempelajari bab ini kita dapat mendeskripsikan tahapan perkembangan manusia.

Gerbang



Gambar 2.1 Berat badan bayi ditimbang secara berkala untuk memantau pertumbuhannya

Perhatikan gambar di atas! Penimbangan badan bayi dilakukan secara teratur untuk memantau pertumbuhannya. Berat dan ukuran badan bayi tersebut bertambah seiring berjalannya waktu.

Demikian pula pada dirimu. Pakaian semasa kamu SD mungkin sudah tidak muat lagi karena ukuran badanmu sekarang sudah lebih besar dan lebih tinggi. Dalam hal ini kamu dikatakan mengalami pertumbuhan. Pada masa pertumbuhan tersebut terjadi perubahan-perubahan pada tubuhmu.

Selain mengalami pertumbuhan, manusia juga mengalami perkembangan. Bagaimanakah perkembangan pada manusia? Apa sajakah tahapan perkembangan manusia? Mari kita pelajari melalui pembahasan berikut ini.

Kata kunci: perkembangan – tahap-tahap perkembangan – balita – anak-anak – pubertas – dewasa – manula

A. Masa Balita

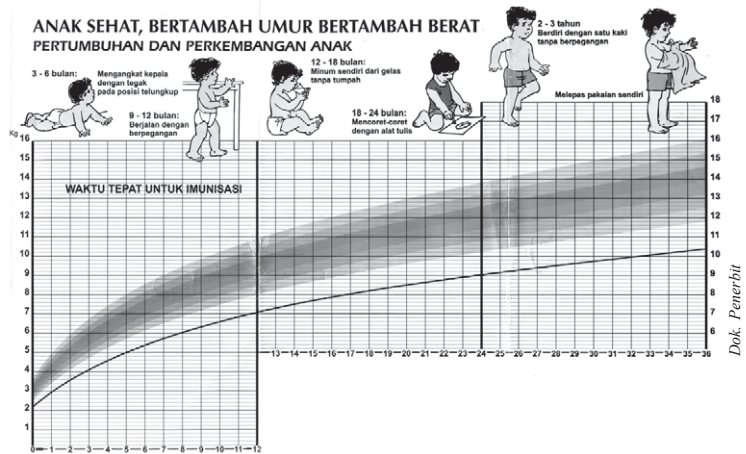
Pada bab sebelumnya kamu sudah mempelajari pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan dan hewan. Coba kamu sebutkan definisi dari perkembangan! Secara harfiah, perkembangan diartikan sebagai proses menuju kedewasaan. Pertumbuhan dan perkembangan manusia terjadi secara bertahap, yaitu balita, anak-anak, remaja, dewasa, dan manula.

Balita merupakan kependekan dari anak usia di **bawah lima tahun**. Masa balita merupakan tahap pertumbuhan anak mulai dari bayi sampai usia 5 tahun.



Gambar 2.2 Bayi mulai belajar menggunakan anggota tubuhnya untuk bergerak

Pernahkah kamu mengamati adikmu yang masih bayi? Bayi yang semula hanya bisa tidur kemudian dapat melakukan gerakan tengkurap, merangkak, merambat, dan berjalan hingga berlari. Hal tersebut seiring dengan pertumbuhan dan perkembangannya, yaitu semakin besar dan semakin kuatnya anggota-anggota tubuh. Perkembangan pada balita juga ditunjukkan dengan kemampuan berbicaranya, dari hanya mampu mengucapkan satu kata, dua kata, hingga lancar berbicara.



Gambar 2.3 Grafik untuk memantau pertumbuhan dan perkembangan balita

Ciri-ciri dan perkembangan balita ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Ciri-ciri perkembangan balita

Usia	Perkembangan					
	Fisik				Motorik	Kognitif
	Laki-laki		Perempuan			
	TB(cm)	BB(kg)	TB(cm)	BB(kg)		
0-3 bulan	45-65	3-5	45-60	3-5	Menggerakkan beberapa bagian tubuh seperti tangan, kepala, dan mulai belajar memiringkan tubuh.	Mulai mengenal suara, bentuk benda dan warna.
6-9 bulan	65-70	7-9	64 - 70	7-9	Dapat menegakkan kepala, belajar tengkurap sampai dengan duduk (pada usia 8 - 9 bulan), dan memainkan ibu jari kaki.	Mengoceh, sudah mengenal wajah seseorang, bisa membedakan suara, belajar makan dan mengunyah.
12-18 bulan	75-81	10-11	74-80	10-11	Belajar berjalan dan berlari, mulai bermain, dan koordinasi mata semakin baik.	Mulai belajar berbicara, mempunyai ketertarikan terhadap jenis-jenis benda, dan mulai muncul rasa ingin tahu.
2-3 tahun	87 - 96	12 - 15	86-95	12-15	Sudah pandai berlari, berolahraga, dan dapat meloncat.	Keterampilan tangan mulai membaik, pada usia 3 tahun belajar menggunting kertas, belajar menyanyi, dan membuat coretan sederhana.
4-5 tahun	100-120	16-21	100-120	16-22	Dapat berdiri pada satu kaki, mulai dapat menari, melakukan gerakan olah tubuh, keseimbangan tubuh mulai membaik.	Mulai belajar membaca, berhitung, menggambar, mewarnai, dan merangkai kalimat dengan baik.

Keterangan: TB = tinggi badan, BB = berat badan

B. Masa Anak-anak

Tahapan berikutnya setelah masa balita adalah masa anak-anak, yaitu usia 6 tahun hingga 10 tahun. Pada masa anak-anak, pertumbuhan fisik dan mental mulai meningkat. Pertumbuhan meliputi tinggi badan, berat badan disertai perkembangan koordinasi otot-otot, dan kemampuan mental.

Ciri-ciri masa anak-anak ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2.2 Ciri-ciri perkembangan anak

Usia (bulan)	Perkembangan							
	Fisik				Motorik	Kognitif		
	Laki-laki		Perempuan					
	TB(cm)	BB(kg)	TB(cm)	BB(kg)				
6–8	120–130	22–27	125–128	21–26	Mampu meloncati tali setinggi 25 cm, belajar naik sepeda.	Menggambar dengan bentuk proporsional, memakai dan mengancingkan baju, menulis, lancar membaca, tangkas dalam berhitung, belajar bahasa asing, belajar memainkan alat musik.		
9–10	135–145	30–33	130–140	28–32	Melakukan olah raga permainan seperti bulutangkis, sepak bola, tangkas bersepeda.	Pandai menyanyi, mampu membuat sebuah karangan, Menyerap pelajaran dengan optimal, mulai belajar berdiskusi dan mengemukakan pendapat.		
11–12	145–150	35–39	145–152	33–39	Melompat tali sampai di atas 50 cm, meloncat sejauh lebih dari 1 meter, terampil dalam menggunakan peralatan.	Konsentrasi belajar meningkat, mulai belajar bertanggung jawab, senang berpetualang dan mempunyai rasa ingin tahu yang besar.		

Keterangan: TB = tinggi badan, BB = berat badan

Kemampuan menulis, membaca, dan beralasan telah berkembang pada masa anak-anak. Anak pada masa ini telah dapat membedakan tindakan baik dan buruk.

C. Masa Remaja

Masa remaja atau masa puber, merupakan masa penghubung antara masa anak-anak dengan dewasa. Pertumbuhan dan perkembangan pada masa remaja sangat pesat, baik fisik maupun psikologis. Perkembangan yang pesat ini berlangsung pada usia 11–16 tahun pada laki-laki dan 10–15 tahun pada perempuan. Anak perempuan lebih cepat dewasa dibandingkan anak laki-laki. Pada masa pubertas mulai ada rasa tertarik terhadap lawan jenisnya.

Pesatnya perkembangan pada masa puber dipengaruhi oleh hormon seksual. Organ-organ reproduksi pada masa puber telah mulai berfungsi. Salah satu ciri masa pubertas adalah mulai terjadinya menstruasi pada perempuan. Adapun pada laki-laki mulai mampu menghasilkan sperma. Ciri-ciri perubahan tubuh pada masa remaja dapat dibedakan menjadi ciri kelamin primer dan ciri kelamin sekunder.



Gambar 2.4 Anak-anak memiliki rasa ingin tahu yang tinggi

1. Ciri-ciri kelamin primer

a. Mulai berfungsinya organ reproduksi

Organ reproduksi pada laki-laki (*testis*) mulai berfungsi menghasilkan hormon *testosteron*. Testosteron berfungsi merangsang testis untuk menghasilkan sperma.

Organ reproduksi pada perempuan (*ovarium*) mulai memproduksi hormon *estrogen* dan *progesteron*. Hormon ini memengaruhi perkembangan organ reproduksi perempuan. Selain itu, juga memengaruhi *ovulasi*, yaitu pematangan sel telur dan pelepasan sel telur dari ovarium.

b. Laki-laki mengalami mimpi basah dan perempuan mengalami menstruasi

Seiring dengan produksi sperma yang meningkat, pada anak laki-laki terjadi mimpi basah. Mimpi basah pertama dapat dijadikan tanda bahwa seorang laki-laki telah akil balig.

Organ reproduksi yang telah aktif pada anak perempuan ditandai dengan terjadinya menstruasi. Ketika memasuki masa pubertas, indung telur (*ovarium*) pada perempuan mulai aktif dan mampu menghasilkan sel telur (*ovum*).

2. Ciri-ciri kelamin sekunder

Ciri-ciri kelamin sekunder berupa perubahan fisik, terjadi pada laki-laki dan perempuan. Ciri-ciri kelamin sekunder pada perempuan, antara lain payudara tumbuh membesar, tumbuhnya rambut di ketiak dan di sekitar alat kelamin, serta membesarnya panggul. Ciri-ciri kelamin sekunder anak laki-laki adalah tumbuhnya kumis dan jambang, tumbuhnya rambut di ketiak dan di sekitar alat kelamin, serta dada menjadi lebih bidang.

Agar lebih mudah memahami perbedaan perkembangan ciri-ciri kelamin sekunder anak laki-laki dan perempuan, perhatikan tabel berikut ini!

Tabel 2.3 Ciri-ciri kelamin sekunder anak perempuan

Perempuan	Usia (Th)
Payudara mulai tumbuh membesar	8–13
Lonjakan tinggi badan	8–13
Tumbuhnya rambut kemaluan	8–14
Lonjakan kekuatan	9–14
Puncak lonjakan tinggi badan	10–13,5
Menstruasi pertama	10–15
Pertumbuhan buah dada tuntas	10–16
Tinggi badan dewasa tercapai	10–16

Tabel 2.3 Ciri-ciri kelamin sekunder anak laki-laki

Laki-laki	Usia (Th)
Buah zakar (<i>testis</i>)	9–13
Lonjakan tinggi badan	10–16
Tumbuhnya rambut kemaluan	10–15
Penis mulai tumbuh	10–14
Mimpi basah pertama	12–16
Tumbuh jakun	13–15
Suara membesar	14–15
Tumbuh rambut kumis/jambang	12–15
Pertumbuhan penis tuntas	12–16
Puncak lonjakan kekuatan	13–17
Tinggi badan dewasa tercapai	13–18

Perkembangan fisik pada masa remaja paling pesat di antara tahap-tahap perkembangan manusia. Selain perubahan-perubahan fisik, remaja juga mengalami perubahan secara psikologis. Perkembangan jiwa pada masa remaja juga semakin mantap. Pada akhir masa remaja, jiwanya sudah tidak mudah terpengaruh serta sudah mampu memilih dan menyeleksi. Remaja juga mulai belajar bertanggung jawab pada dirinya, keluarga, dan lingkungan. Remaja mulai sadar akan dirinya sendiri dan tidak mau diperlakukan seperti anak-anak lagi.



Kerja Mandiri

Kerjakan dengan baik di buku tugasmu!

1. Sebutkan perbedaan antara anak-anak dan remaja!
2. Sebutkan tanda-tanda telah berfungsinya organ reproduksi laki-laki dan perempuan pada masa remaja!

D. Masa Dewasa

Tubuh manusia mencapai puncak pertumbuhan dan perkembangan sempurna pada usia kurang lebih 20 tahun. Pada masa tersebut otot-otot dan otak telah mencapai kekuatan maksimal. Perkembangan cara berpikir telah matang. Demikian juga emosinya. Organ reproduksi pada masa dewasa telah berkembang dengan sempurna.



Studi Pustaka

1. Carilah artikel di majalah atau tabloid yang membahas mengenai perbedaan antara masa dewasa dengan masa remaja secara fisik dan psikologis!
2. Buatlah rangkuman pembahasan tersebut di buku catatanmu sebagai bahan referensi!

E. Masa Tua (Manula)

Ketika manusia memasuki usia 40 sampai 50 tahun mulai terjadi banyak perubahan pada tubuh. Pada masa tua organ-organ tubuh mengalami penurunan fungsi karena proses penuaan. Penurunan fungsi organ tubuh antara lain persendian menjadi kaku, tulang menjadi lemah, lensa mata mengeras, dan kulit kehilangan elastisitasnya. Selain itu, juga terjadi pengurangan kepekaan alat indera, baik pendengaran, penglihatan, maupun peraba. Orang yang sudah tua lebih cepat letih, reaksinya semakin lamban, dan daya tahan terhadap penyakit semakin lemah. Meskipun demikian, perubahan ini terjadi sangat lambat sehingga orang tidak menyadarinya selama bertahun-tahun.





Kerja Kelompok

Ayo, kerjakan bersama kelompokmu!

Buatlah sebuah deskripsi tentang perkembangan manusia dari masa bayi, anak-anak, pubertas, hingga masa tua!

Catatan: Deskripsi ini dapat dilakukan dengan mengadakan wawancara/pengamatan langsung pada anggota keluarga.



Rangkuman

1. Perkembangan manusia setelah lahir dimulai dari masa bayi dan anak-anak, masa remaja (puber), dewasa, dan masa tua (manula).
2. Pada masa pubertas terjadi perkembangan organ reproduksi. Pada perempuan mulai mengalami menstruasi. Sedangkan pada laki-laki mulai mampu menghasilkan sperma.
3. Pertumbuhan fisik yang paling pesat terjadi pada masa remaja (pubertas).
4. Pada masa tua (manula) terjadi penurunan fungsi organ-organ tubuh karena proses penuaan.
5. Perkembangan pada manusia melalui tahap-tahap sebagai berikut.
 - a. Masa balita. Dimulai dari semenjak dilahirkan hingga usia 5 tahun. Pada tahap ini anggota-anggota tubuh masih berukuran kecil. Bayi mulai belajar mengatur gerak tubuhnya dan belajar mengenali apa yang ditangkap dan dirasakan oleh inderanya.
 - b. Masa anak-anak. Usia 6–10 tahun pertumbuhan fisik dan mental mulai meningkat.
 - c. Masa remaja. Masa ini merupakan masa penghubung antara masa anak-anak dengan masa dewasa. Masa remaja juga dikenal sebagai masa pubertas, masa ketika mulai ada rasa tertarik terhadap lawan jenis.
 - d. Masa dewasa. Pada masa ini pertumbuhan dan perkembangan telah mencapai puncaknya. Perkembangan emosi dan cara berpikir telah matang. Organ reproduksi juga telah berkembang dengan sempurna.
 - e. Masa tua. Pada masa ini mulai banyak terjadi penurunan fungsi organ tubuh karena penuaan.



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

1. Tahap perkembangan manusia yang disebut masa pubertas terjadi pada usia antara
a. 0–12 tahun c. 12–14 tahun
b. 10–15 tahun d. 14–20 tahun
2. Salah satu ciri dari masa pubertas adalah
a. pertumbuhan sel otak
b. penuaan
c. *menopause*
d. menstruasi
3. Ciri kelamin sekunder yang tampak pada remaja laki-laki adalah sebagai berikut, **kecuali**
a. suara membesar
b. tumbuh jakun
c. kulit menjadi halus
d. tumbuh kumis dan jambang
4. Masa meniru, egois tinggi, dan selalu menarik perhatian, merupakan ciri-ciri dari masa
a. bayi c. tua
b. anak d. remaja
5. Keseimbangan tubuh menurun dan mulai mengalami penurunan fisik dialami pada masa
a. anak-anak c. remaja
b. dewasa d. manula
6. Siklus menstruasi pertama normal pada wanita rata-rata dialami pada usia
a. 8–10 tahun c. 9–16 tahun
b. 9–12 tahun d. 10–17 tahun
7. Tumbuhnya rambut pada kemaluan, membesarnya glandula mammae, dan halusanya kulit merupakan ciri-ciri perempuan pada masa
a. remaja c. *menopause*
b. pubertas d. tua

8. Perbedaan yang nyata antara masa anak-anak dengan masa remaja dipengaruhi oleh
a. kemampuan hidup mandiri
b. sudah atau belum berfungsinya hormon seksual
c. kemampuan menyelesaikan masalah
d. pematangan berpikir
9. Tumbuhnya kumis dan jakun dan mulai diproduksinya sperma merupakan tanda-tanda
a. kelainan pertumbuhan
b. pubertas
c. kekurangan hormon
d. *menopause*
10. Ciri-ciri perkembangan pada remaja laki-laki antara lain
a. perkembangan organ tubuh mencapai puncaknya
b. mulai dapat melihat, mendengar, dan merasa
c. jakun mulai tampak
d. reaksi tubuh lambat dan cepat letih

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

1. Sebutkan urutan tahapan pertumbuhan manusia setelah lahir, kemudian jelaskan masing-masing tahap!
2. Sebutkan ciri-ciri kelamin sekunder pada perempuan!
3. Jelaskan siklus menstruasi normal pada perempuan!
4. Jelaskan faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan sekunder laki-laki!
5. Jelaskan perkembangan emosional manusia pada masa pubertas!

**BAB
3**

**SISTEM GERAK PADA
MANUSIA**

Salah satu ciri makhluk hidup adalah bergerak, bukan? Tahukah kamu, alat gerak apa yang kita miliki?

Tentu saja, kita mempunyai alat gerak kaki dan tangan.

Lalu, bagaimana cara tubuh kita menggerakkan tangan dan kaki? Apakah bergerak dengan sendirinya? Seperti apa sih sebenarnya alat gerak tubuh kita?

Nah, itulah yang akan kita pelajari pada bab ini. Kita akan belajar tentang bagaimana sistem gerak tubuh kita.

Jadi, setelah mempelajari bab ini kita akan dapat mengetahui sistem gerak pada tubuh kita dan hubungannya dengan kesehatan.

Gerbang



Gambar 3.1 Aktivitas berjalan melibatkan pergerakan kaki, tangan, dan anggota badan lainnya

Kamu sering jalan-jalan, bukan? Ketika berjalan, kita menggerakkan kaki, tangan, dan anggota badan lainnya. Bergerak merupakan salah satu ciri makhluk hidup. Kita dapat bergerak, berjalan, dan menjalankan kegiatan sehari-hari karena dikaruniai alat gerak pada tubuh kita. Apa sajakah alat gerak pada tubuh kita? Bagaimanakah terjadinya gerak itu? Apa yang menyebabkan terjadinya gerak pada anggota badan kita? Jawaban atas pertanyaan-pertanyaan ini akan dibahas pada bab ini.

Kata kunci: gerak – rangka – sendi – otot

A. Rangka

Manusia dapat bergerak karena adanya rangka dan otot. Rangka tersebut tidak dapat bergerak sendiri, melainkan dibantu oleh otot. Dengan adanya kerja sama antara rangka dan otot, manusia dapat berjalan, berlari, melompat, dan sebagainya. Rangka manusia tersusun oleh tulang-tulang yang jumlahnya kurang lebih 200 buah. Tulang-tulang tersebut membentuk sistem yang disebut **rangka**.

Tulang-tulang yang menyusun rangka ada 2 jenis, yaitu tulang keras dan tulang rawan. Tulang keras atau tulang sejati memiliki sifat keras dan lebih banyak mengandung zat kapur. Tulang rawan merupakan tulang yang lunak, antara lain tulang yang menyusun tulang hidung, telinga, dan persendian. Tulang rawan tersusun atas *kolagen protein* yang liat dan kenyal serta *elastin protein* yang lentur. Tulang pada bayi banyak tersusun atas tulang rawan.

Guna rangka pada manusia adalah:

1. memberi bentuk pada tubuh,
2. melindungi alat-alat tubuh yang lunak seperti paru-paru, hati, otak, dan jantung,
3. tempat melekatnya otot dan urat (alat gerak aktif),

Rangka

4. untuk menguatkan atau mengokohkan tubuh, dan
5. tempat untuk membuat sel-sel darah merah (sumsum tulang belakang).

Rangka pada manusia terdiri atas 3 bagian, yaitu tengkorak, badan, dan anggota gerak.

1. Tengkorak

Tengkorak terdiri atas tengkorak wajah (muka) dan tengkorak pelindung otak.

a. Tengkorak wajah (muka)

Tengkorak wajah terdiri atas tulang-tulang sebagai berikut.

1) Tulang rahang atas

Tulang ini berjumlah 2 buah, merupakan tempat melekatnya gigi atas serta membatasi dinding rongga hidung.

2) Tulang rahang bawah

Tulang rahang bawah berbentuk huruf U dengan setiap ujungnya membentuk 2 cabang. Setiap ujung cabang tersebut mempunyai bentuk menyerupai benjolan yang merupakan tempat tertanamnya gigi bawah.

3) Tulang langit-langit

Tulang langit-langit terdiri atas 2 buah tulang yang memisahkan rongga mulut dengan rongga hidung.

4) Tulang pipi

Tulang pipi terdiri atas 2 buah tulang. Tulang pipi bergabung dengan tulang pelipis membentuk lengkung tulang pipi dan rongga mata dari bagian samping dan bawah.

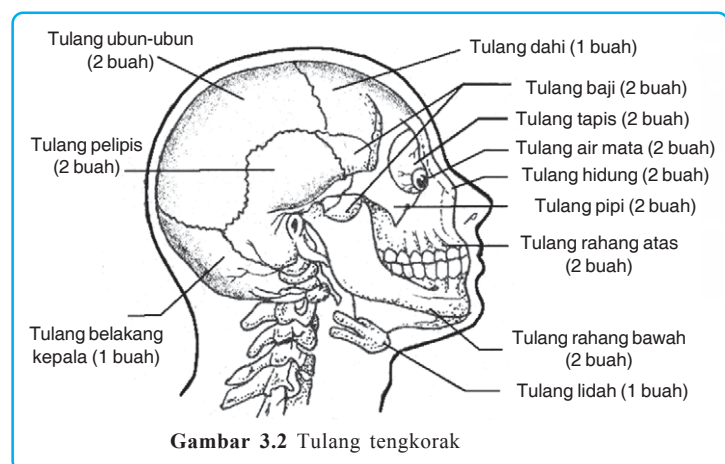
5) Tulang pisau luku

Tulang pisau luku terdiri atas 2 buah tulang. Tulang ini merupakan bagian bawah dari sekat rongga hidung juga merupakan bagian dari tulang muka. Rongga hidung juga ditutupi dengan dua buah tulang.

b. Tengkorak pelindung otak

Tengkorak pelindung otak terdiri atas tulang-tulang sebagai berikut.

- 1) Tulang pelipis
- 2) Tulang ubun-ubun
- 3) Tulang tapis
- 4) Tulang dahi
- 5) Tulang baji
- 6) Tulang belakang kepala



Gambar 3.2 Tulang tengkorak

2. Tulang Badan

Tulang badan terdiri atas lima macam tulang, yaitu tulang belakang, tulang rusuk, tulang dada, tulang bahu, dan tulang panggul.

a) Tulang belakang

Tulang belakang tersusun oleh lima jenis tulang, yaitu tulang leher, tulang punggung, tulang kelangkang, dan tulang ekor. Bentuk tulang belakang melengkung menyerupai huruf S berfungsi untuk menjaga keseimbangan badan.

Tulang leher terdiri atas 7 ruas. Ruas pertama tulang leher disebut **tulang atlas**, sedangkan ruas kedua dari tulang leher disebut **tulang pemutar**. Tulang punggung sebanyak 12 ruas, tulang pinggang 5 ruas, tulang kelangkang 5 ruas, dan tulang ekor 4 ruas. Semua ruas tulang tersebut menyusun rangka tulang belakang.

b) Tulang rusuk

Tulang rusuk terdiri atas:

1) Rusuk sejati

Rusuk sejati berjumlah 7 pasang. Bagian belakang dari rusuk sejati melekat pada ruas-ruas tulang punggung dan bagian depan melekat pada tulang dada.

2) Rusuk palsu

Rusuk palsu berjumlah 3 pasang, berhubungan langsung dengan tulang belakang. Bagian depan rusuk palsu melekat pada tulang rusuk di atasnya.

3) Rusuk melayang

Tulang rusuk melayang pada bagian belakangnya melekat pada tulang punggung, sedangkan bagian depan melayang.

c) Tulang dada

Terdiri atas 3 bagian, yaitu bagian hulu, badan (terdiri atas tulang sejati), dan taju pedang (tersusun oleh tulang rawan). Bagian hulu merupakan tempat melekatnya tulang selangka, sedangkan bagian badan merupakan tempat melekatnya tujuh pasang tulang rusuk sejati.

d) Tulang bahu

Tulang bahu terdiri atas:

- 1) Tulang belikat, membentuk segitiga yang tipis, memiliki 2 tonjolan yang berbentuk mangkok sendi. Tonjolan yang satu disebut taju paruh gagak.
- 2) Tulang selangka, berbentuk huruf S, ujung satu melekat pada tulang dada, ujung yang lain melekat pada ujung bahu.

e) Tulang panggul

Terdiri atas tulang usus, tulang duduk, dan tulang kemaluan.

3. Tulang Anggota Gerak

Tulang anggota gerak terdiri atas dua bagian, yaitu tulang lengan (tulang anggota gerak atas) dan tulang kaki (tulang anggota gerak bawah).

a) Tulang Lengan

Tulang lengan tersusun oleh:

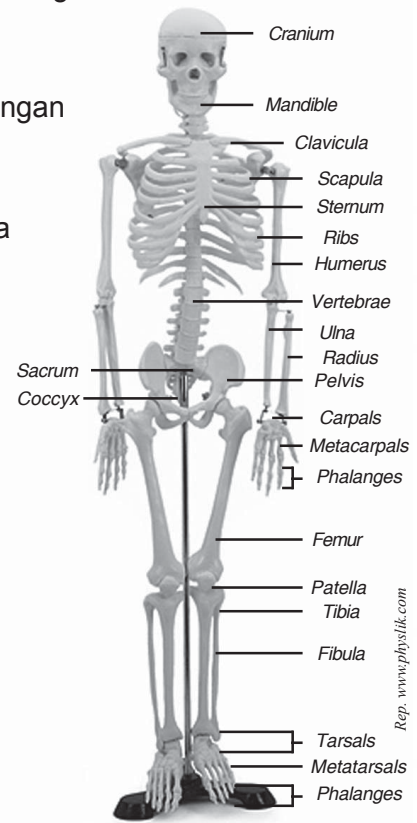
- 1) Bagian atas yang membentuk sendi peluru dengan tulang belikat.

- 2) Bagian bawah yang membentuk sendi engsel dengan tulang hasta dan tulang pengumpil.
- 3) Tulang hasta yang membentuk tulang lengan bawah.
- 4) Tulang pangkal tangan yang merupakan rangka pergelangan tangan. Tulang pangkal tangan ini berjumlah 8 buah.
- 5) Tulang tapak tangan berjumlah 5 buah.
- 6) Tulang ruas-ruas jari tangan sebanyak 14 buah. Antara ruas satu dengan yang lain dihubungkan dengan sendi engsel sehingga bisa ditebuk dan digerak-gerakkan.

b) Tulang kaki

Tulang kaki terdiri atas:

- 1) Tulang paha yang pada bagian atasnya membentuk seperti tombol dan membentuk sendi peluru dengan tulang panggul.
- 2) Tulang kering, ukurannya besar dan kuat membentuk sendi engsel dengan tulang paha serta mempunyai tonjolan pada ujung bagian bawahnya yang disebut dengan mata kaki dalam.
- 3) Tulang betis, terdapat di belakang tulang kering. Pada bagian bawah tulang terdapat mata kaki luar. Tulang betis berfungsi sebagai tempat melekatnya otot kaki.
- 4) Tempurung lutut (*patella*) merupakan bagian dari tungkai.
- 5) Tulang pangkal kaki, berjumlah 7 buah. Tulang pangkal kaki ini antara satu dengan lainnya dihubungkan oleh jaringan pengikat yang membentuk suatu susunan. Tulang yang terbesar berguna untuk tulang loncat dan tulang tumit.
- 6) Tulang tapak kaki, sebanyak 5 buah membentuk telapak kaki.
- 7) Ruas-ruas jari kaki, tersusun dari 14 ruas tulang.



Gambar 3.3 Kerangka tubuh manusia



Studi Pustaka

1. Carilah artikel yang membahas tentang rangka dan sistem gerak pada manusia! Buatlah ringkasannya di buku catatanmu!
2. Gambarlah bagan rangka manusia dan tuliskan nama-nama tulang penyusunnya!

B. Persendian

Sendi merupakan penghubung antara tulang yang satu dengan tulang lainnya. Tulang-tulang yang membentuk persendian tetap berada di tempatnya karena diikat oleh jaringan ikat sendi (ligamen). Ligamen memungkinkan terjadinya gerakan dan dapat membatasi gerakan.

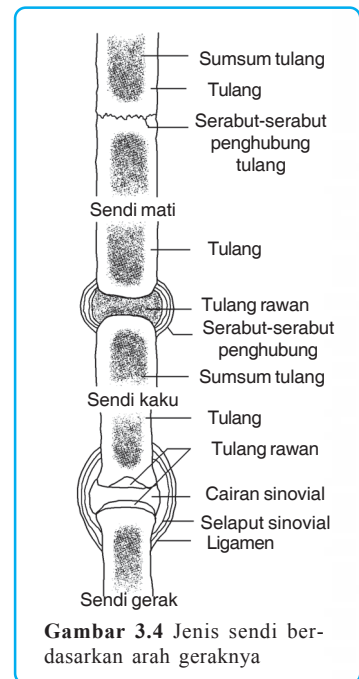
Sendi

Menurut sifat gerakannya, sendi dibedakan menjadi 3 macam, yaitu sendi mati, sendi kaku, dan sendi gerak.

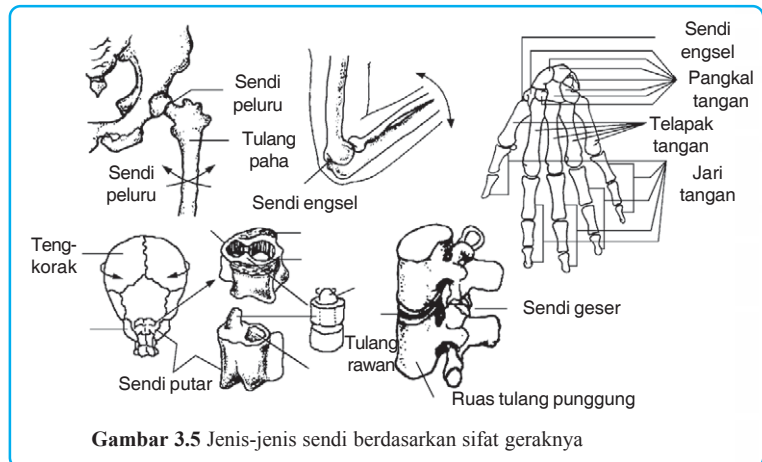
- Sendi mati (*sinartrosis*)**, yaitu persendian yang tidak dapat digerakkan karena terbentuk dari hubungan antartulang yang erat.
Contoh: Persendian pada tulang tengkorak dan gelang panggul.
- Sendi kaku (*amfiartrosis*)**, yaitu persendian yang memungkinkan terjadinya sedikit gerakan.
Contoh: Persendian pada tulang pergelangan tangan dan kaki, persendian antara tulang rusuk dan tulang dada.
- Sendi gerak (*diartrosis*)**, yaitu persendian yang memungkinkan terjadinya gerakan yang lebih bebas. Pada kedua ujung tulang yang saling berhubungan terbentuk rongga sendi yang berisi minyak sendi (*cairan sinovial*). Minyak sendi dihasilkan oleh membran sinovial yang melapisi persendian.

Berdasarkan arah gerakannya, sendi bergerak dapat dibedakan menjadi 5 macam, yaitu:

- Sendi peluru**, yaitu persendian yang memungkinkan gerakan ke segala arah.
Contoh: Persendian antara tulang paha dengan tulang gelang panggul.
- Sendi engsel**, yaitu persendian yang memungkinkan terjadinya gerakan satu arah.
Contoh: Persendian pada siku.
- Sendi putar**, yaitu persendian yang memungkinkan terjadinya gerakan memutar.
Contoh: Persendian pada tulang-tulang pergelangan tangan dan pada ruas-ruas tulang belakang.
- Sendi geser**, yaitu persendian yang memungkinkan terjadinya gerakan bergeser.
Contoh: Persendian pada tulang-tulang pergelangan tangan dan pada ruas-ruas tulang belakang.
- Sendi pelana**, yaitu persendian yang memungkinkan terjadinya gerak dua arah atau gerakan seperti orang naik kuda.
Contoh: Persendian antara tulang ibu jari dan tulang telapak tangan.



Gambar 3.4 Jenis sendi berdasarkan arah gerakannya



Gambar 3.5 Jenis-jenis sendi berdasarkan sifat gerakannya

C. Sistem Otot

Otot memegang peranan penting di dalam sistem gerak. Fungsi otot adalah untuk menggerakkan bagian-bagian tubuh. Oleh karena itu, otot disebut sebagai alat gerak aktif. Otot berupa jaringan yang bersifat elastis, terdiri atas sel-sel yang disebut serabut otot. Lebih dari 600 otot tubuh merupakan 40 % dari bobot tubuh kita.

Berdasarkan atas sel-sel penyusunnya, otot dibagi menjadi 3 macam, yaitu:

Sistem Otot

a. Otot polos

Otot polos berbentuk gelondong dengan kedua ujungnya meruncing dan bagian tengahnya membesar. Otot polos bekerja secara tidak sadar, terdapat pada organ-organ bagian dalam tubuh kita seperti paru-paru, usus, otot dinding pembuluh darah dan lain sebagainya. Otot polos bekerja lambat, teratur, dan tidak cepat lelah.

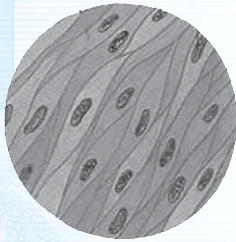
b. Otot lurik

Otot lurik apabila dilihat dengan mikroskop terlihat seperti gambaran lurik-lurik. Otot lurik melekat pada rangka sehingga ada yang menyebutnya otot rangka, misalnya otot lengan, otot paha, otot perut, dan sebagainya. Otot lurik bekerja secara sadar, menurut kehendak kita dan gerakannya tidak teratur sehingga disebut **otot sadar**.

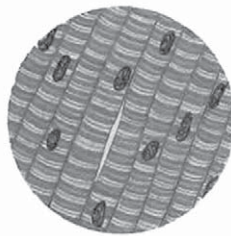
c. Otot Jantung

Otot jantung mempunyai kenampakan menyerupai otot lurik, namun gerakannya adalah secara tidak sadar. Otot jantung bekerja secara teratur, tidak cepat lelah, dan tidak mengikuti kehendak kita.

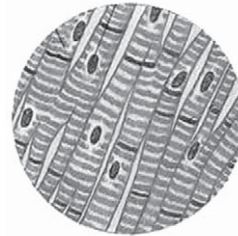
Bagaimanakah kerja otot-otot yang ada pada tubuh kita? Simaklah penjelasan berikut ini!



Gambar 3.6 Otot polos



Gambar 3.7 Otot lurik



Gambar 3.8 Otot jantung

- Otot bekerja dikendalikan oleh sistem saraf atau sistem koordinasi. Mengenai sistem saraf atau sistem koordinasi ini akan dibahas pada pelajaran kelas IX.
- Sistem saraf atau sistem koordinasi ini antara lain dikendalikan oleh otak dan sumsum tulang belakang. Otot yang sudah distimulasi oleh sistem koordinasi akan melakukan pergerakan secara aktif.
- Pada otot polos dan otot jantung, gerakan yang terjadi adalah konstan dan terus-menerus.
- Gerakan otot pada usus disebut sebagai gerak peristaltik, yaitu gerakan seperti memompa yang berfungsi untuk mencerna sekaligus mengeluarkan sisa makanan.
- Gerakan otot jantung adalah memompa darah yang bisa dirasakan sebagai detak jantung, dan lain sebagainya.
- Gerakan otot lurik atau gerakan sadar tidak secara terus-menerus dilakukan melainkan hanya akan bergerak pada saat-saat tertentu saja. Misalnya otot kaki hanya akan bergerak saat kita hendak berlari, melangkah, dan menendang. Gerakan otot leher hanya terjadi pada saat kita menengok, menunduk, dan lain sebagainya.

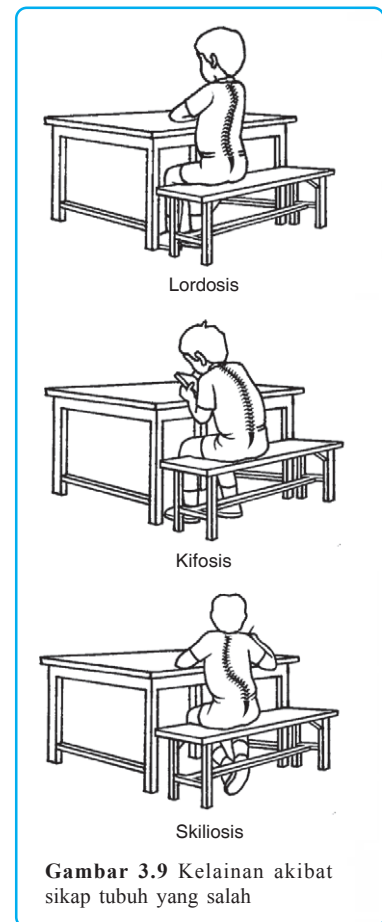
- g. Gerakan otot tidak dapat mendorong, melainkan hanya **menarik**. Oleh karena itu, untuk menghasilkan gerakan maju dan mundur diperlukan otot-otot yang bekerja berpasangan dengan efek yang berlawanan. Coba perhatikan otot lenganmu! Pada bagian atas lenganmu terdapat dua jenis otot, yaitu **trisep** dan **bisep**. Apabila otot bisep mengerut, otot trisep mengendur akibatnya lengan akan menekuk. Sedangkan jika trisep mengerut maka bisep mengendur dan lengan menjadi lurus.

D. Gangguan-gangguan pada Sistem Gerak

Sistem gerak dapat mengalami gangguan maupun kelainan. Gangguan atau kelainan sistem gerak dapat disebabkan oleh penyakit, kecelakaan, pengaruh zat makanan, maupun sikap tubuh yang buruk.

1. Gangguan dan kelainan pada tulang

- Kelainan akibat penyakit, misalnya akibat infeksi kuman penyakit kelamin yang menyerang sendi lutut.
- Kelainan pada tulang karena kecelakaan, misalnya patah tulang (*fraktura*), retak tulang (*fisura*), dan memar.
- Kelainan tulang karena kekurangan zat gizi, misalnya kekurangan vitamin D, zat kapur, dan fosfor. Kekurangan zat-zat tersebut dapat menyebabkan terjadinya gangguan pada proses pembentukan sel-sel tulang.
- Kelainan karena sikap tubuh yang salah, antara lain:
 - Lordosis*, yaitu tulang belakang bagian leher dan punggung terlalu membengkok ke depan. Jika dilihat dari samping, tulang belakang tampak tidak lurus.
 - Kifosis*, yaitu tulang belakang bagian punggung dan pinggang terlalu membengkok ke belakang.
 - Skiliosis*, yaitu tulang belakang terlalu membengkok ke samping kanan atau kiri.



Gambar 3.9 Kelainan akibat sikap tubuh yang salah

2. Gangguan pada otot

Otot adalah alat gerak aktif. Oleh karena itu, jika terjadi gangguan pada otot maka akan sangat mengganggu sistem gerak. Gangguan yang dapat terjadi pada otot antara lain sebagai berikut.

- Atrofi*, yaitu keadaan otot mengecil sehingga tidak mampu berkontraksi. *Atrofi* dapat terjadi karena kurangnya aktivitas otot.
- Stiff* atau kaku leher, yaitu leher terasa kaku dan terasa sakit jika digerakkan. *Stiff* dapat terjadi karena adanya peradangan pada otot trapesius leher.
- Hernia abdominalis*, yaitu sobeknya dinding perut yang lemah sehingga usus merosot ke bawah.
- Kram, yaitu kontraksi otot atau sekumpulan otot yang terjadi secara mendadak dan singkat. Kram dapat terjadi karena kurangnya aliran darah ke otot.



Praktikum

Mengamati Sediaan Otot Polos, Otot Lurik, dan Otot Jantung

A. Tujuan

Mengetahui bentuk mikroskopis jenis-jenis otot.

B. Alat dan Bahan

- | | |
|--|--------|
| 1. Mikroskop | 1 buah |
| 2. Preparat awetan jaringan otot polos | 1 buah |
| 3. Preparat awetan jaringan otot lurik | 1 buah |
| 4. Preparat awetan jaringan otot jantung | 1 buah |

C. Langkah Kerja

1. Siapkan mikroskop!
2. Siapkan sediaan awetan jaringan otot polos, jaringan otot lurik, dan jaringan otot jantung!
3. Amati masing-masing preparat di bawah mikroskop!
4. Mulailah dari perbesaran lemah (100 ×)!
5. Gambar dan beri keterangan!
6. Ubahlah perbesaran menjadi perbesaran kuat (400 ×)!
7. Gambar dan beri keterangan!



Rangkuman

1. Sistem gerak memungkinkan individu untuk melakukan aktivitas-aktivitas hidup.
2. Sistem gerak utama adalah rangka dan otot.
3. Rangka terdiri atas rangkaian tulang-tulang yang berfungsi antara lain untuk menyokong dan memberi bentuk pada tubuh serta melindungi bagian tubuh yang lemah.
4. Sendi berfungsi sebagai pembatas antartulang. Beberapa sendi dapat membuat tulang menjadi mudah bergerak.
5. Otot adalah alat gerak aktif. Otot menjadikan organ tubuh mampu melakukan gerakan.
6. Terdapat dua jenis otot, yaitu otot polos yang bekerja secara tidak sadar dan otot lurik yang bekerja secara sadar.
7. Otot jantung berbentuk menyerupai otot lurik, namun bekerja secara tidak sadar.
8. Gangguan pada sistem gerak antara lain sebagai berikut.
 - a. Gangguan pada tulang akibat penyakit, akibat kecelakaan, kekurangan zat gizi, akibat sikap tubuh yang salah.
 - b. Gangguan pada otot, antara lain *atrofi*, *stiff*, *hernia abdominalis*, dan kram.



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

1. Di bawah ini termasuk dalam sistem gerak, **kecuali**
 - a. tulang
 - b. otot rahang
 - c. lidah
 - d. sendi
2. Tulang yang termasuk anggota tulang tengkorak adalah tulang
 - a. lengan
 - b. belikat
 - c. paha
 - d. muka
3. Di bawah ini adalah kelompok tulang pada tungkai, **kecuali**
 - a. tempurung lutut
 - b. tulang tapak kaki
 - c. tulang rusuk
 - d. tulang kering
4. Apabila kamu berjalan, yang bekerja di dalam tubuhmu adalah
 - a. otot lurik
 - b. tulang kaki
 - c. otot polos
 - d. jawaban a dan b benar
5. Semua organ di bawah ini bekerja di bawah kendali otot polos, **kecuali**
 - a. usus
 - b. paru-paru
 - c. jantung
 - d. dinding pembuluh darah
6. Pernyataan yang menggambarkan otot yang bekerja pada rahang adalah . . .
 - a. Rahang digerakkan oleh otot polos.
 - b. Otot rahang bekerja secara sadar.
 - c. Otot rahang berupa otot lurik yang bekerja secara tidak sadar.
 - d. Rahang mempunyai gerakan peristaltik.

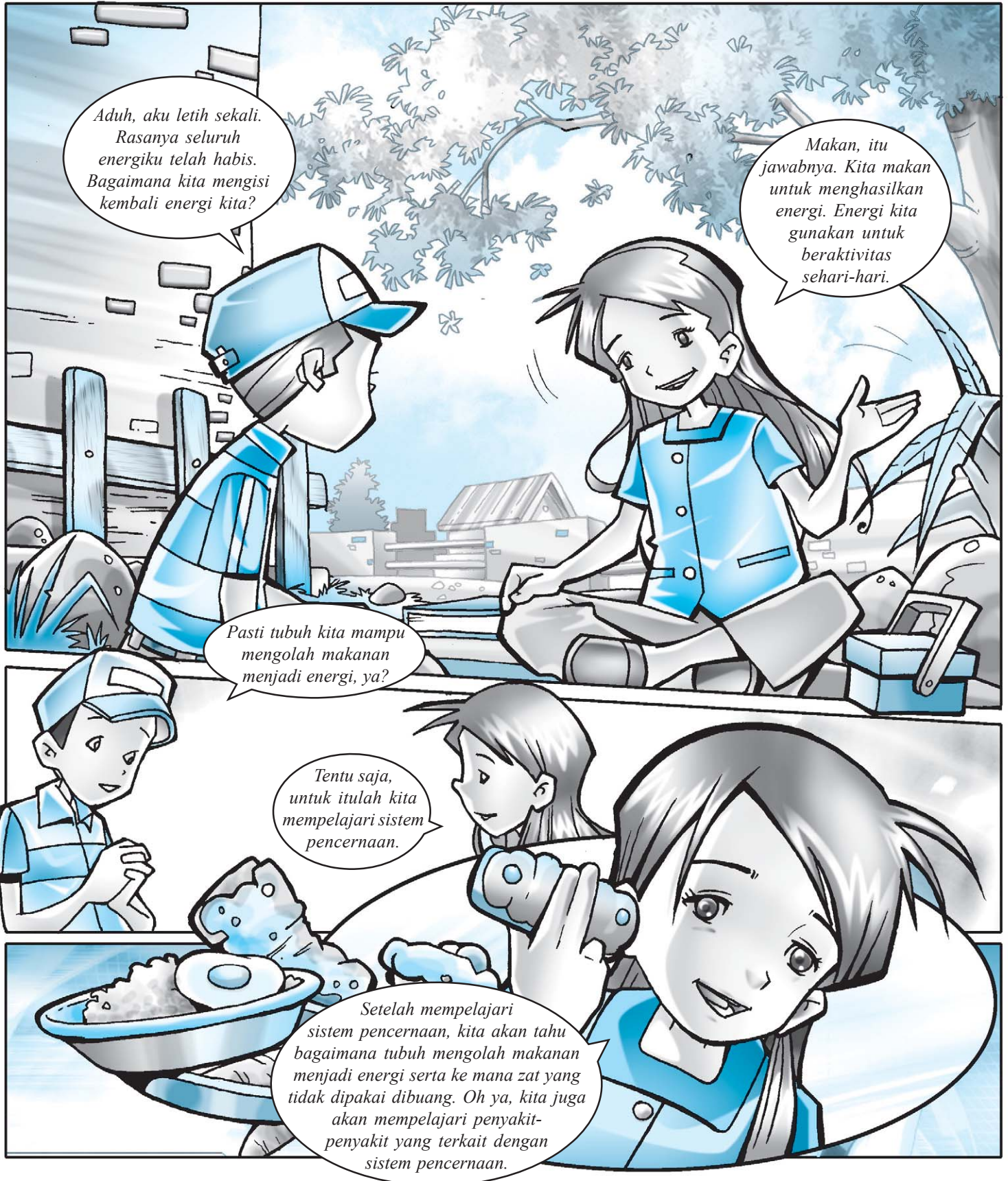
7. Pada saat bisep lengan mengendur maka
 - a. trisep lengan mengendur
 - b. trisep lengan tidak bergerak
 - c. tangan menjadi lurus
 - d. lengan menekuk
8. Gerakan menekuk disebabkan oleh
 - a. bisep mengendur
 - b. trisep mengerut
 - c. trisep mengerut dan bisep mengendur
 - d. bisep mengerut
9. Salah satu contoh bagian organ yang sendinya tidak bergerak adalah
 - a. sendi pada perbatasan antara tulang tengkorak dengan tulang belakang
 - b. sendi pada siku
 - c. sendi pada lutut
 - d. sendi antartulang pada tengkorak
10. Di bawah ini yang tersusun dari tulang rawan adalah
 - a. tungkai
 - b. tulang paha
 - c. tulang belikat
 - d. tulang daun telinga

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

1. Sebutkan bagian-bagian dari tulang tengkorak dan tulang kotak otak!
2. Sebutkan jenis-jenis gerakan sendi, jelaskan dan beri contoh!
3. Jelaskan apa yang terjadi apabila otot pada organ dalam tubuh dikendalikan oleh otot sadar!
4. Jelaskan mekanisme kerja otot lengan pada saat kamu melakukan gerakan *push up*!
5. Tuliskan 5 jenis organ tubuh yang dikendalikan oleh otot polos dan 5 organ tubuh yang dikendalikan oleh otot lurik! Jelaskan mengapa demikian jawaban kamu!

**BAB
4**

SISTEM PENCERNAAN



Gerbang



Gambar 4.1 Energi yang kita gunakan untuk aktivitas sehari-hari berasal dari makanan yang kita konsumsi

Pernahkah kamu bertanya-tanya dari mana energi yang kita gunakan untuk beraktivitas berasal? Atau kenapa setelah kamu melakukan suatu aktivitas, kamu merasa lapar? Ya, hal itu terjadi karena sumber energi kita berasal dari makanan. Makanan yang kita makan akan dicerna oleh tubuh kita menjadi cadangan energi yang siap kita gunakan. Banyak sedikitnya energi yang diperoleh tergantung pada jenis makanan yang kita makan. Makanan seperti gambar di atas akan memberikan cukup energi untuk beraktivitas. Ingin tahu lebih lanjut tentang sistem pencernaan dan makanan? Mari kita pelajari materi berikut!

Kata kunci: pencernaan – sari makanan – kalori – kelenjar pencernaan – penyakit pencernaan

A. Sistem Pencernaan pada Manusia

Kita memerlukan energi untuk melakukan aktivitas. Energi tersebut berasal dari bahan makanan yang dicerna oleh tubuh. Bagian tubuh yang berfungsi mencerna bahan makanan disebut **sistem pencernaan**. Sistem pencernaan terdiri atas beberapa organ dan saluran pencernaan.

Secara umum proses pencernaan adalah terdiri atas dua jenis, yaitu proses mekanis dan proses kimiawi.

1. Proses Mekanis

Pencernaan secara mekanis dilakukan melalui gerakan-gerakan seperti mengunyah, menelan, memompa, menghancurkan, dan meremas makanan. Fungsi pencernaan mekanis adalah mengubah ukuran makanan menjadi lebih kecil sehingga mudah dicerna. Fungsi proses mekanis lainnya seperti memompa dan mendorong makanan adalah untuk memindahkan makanan dari saluran cerna satu ke saluran cerna berikutnya. Gerakan makanan pada

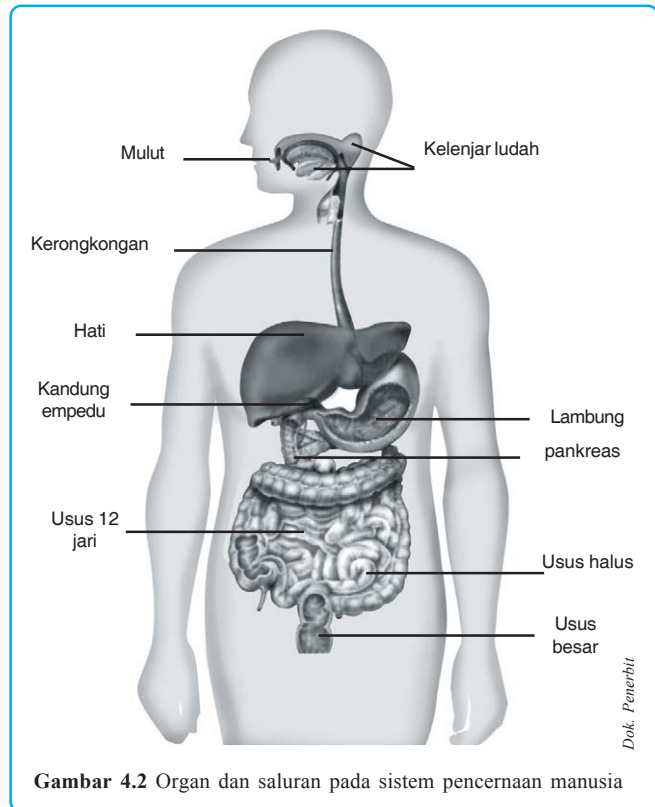
**Sistem
Pencernaan**

organ pencernaan mulai dari kerongkongan, lambung sampai usus adalah gerak *peristaltik*. Gerak peristaltik berupa gerak mengkerut untuk mendorong atau memompa makanan dan gerakan mengembang untuk menerima makanan dari posisi saluran sebelumnya.

2. Proses Kimiawi

Makanan diproses secara kimiawi di dalam sistem pencernaan menggunakan bahan kimia yang dihasilkan oleh saluran cerna yang disebut *enzim*. Enzim adalah suatu protein yang mempunyai kerja mempercepat terjadinya reaksi kimia. Dengan bantuan enzim, bahan makanan dicerna menjadi bahan lain yang lebih sederhana dan mudah diserap oleh tubuh untuk selanjutnya menjadi sari makanan yang akan diedarkan oleh darah ke seluruh tubuh.

Perhatikan gambar 4.2 samping! Urutan organ dan saluran yang dilewati oleh makanan di dalam sistem pencernaan adalah sebagai berikut.



Gambar 4.2 Organ dan saluran pada sistem pencernaan manusia

1. Mulut

Mulut merupakan salah satu organ pencernaan yang pertama kali bekerja melakukan pencernaan makanan. Di dalam mulut, makanan akan dicerna secara sadar menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Bagian-bagian yang terdapat di dalam organ mulut adalah gigi, lidah, kelenjar ludah, dan lain sebagainya.

Di dalam mulut terjadi proses pencernaan mekanis dan kimiawi sebagai berikut.

a. Proses mekanis

Proses pencernaan secara mekanis di dalam mulut dilakukan melalui gerakan-gerakan mengunyah, menghancurkan, dan menelan makanan. Fungsi mengunyah tersebut bertujuan mengubah makanan menjadi berukuran lebih kecil sehingga mudah dicerna. Sedangkan fungsi menelan adalah mendorong makanan supaya masuk ke dalam saluran selanjutnya, yaitu kerongkongan.

b. Proses kimiawi

Proses pencernaan kimiawi di dalam mulut dilakukan oleh enzim ludah. Ludah dikeluarkan oleh kelenjar ludah yang berfungsi untuk membantu pencernaan makanan.

Pada ludah terkandung beberapa komponen, antara lain sebagai berikut.

Mulut

1) *Enzim maltase* atau *ptialin*

Enzim ini berfungsi untuk mencerna makanan yang mengandung karbohidrat yang disebut pati (amilum) menjadi gula sederhana yang disebut maltosa.

2) Air

Air berfungsi untuk membasahi makanan supaya mudah dicerna.

3) *Enzim lisosom*

Enzim ini berfungsi sebagai antibakteri karena bersifat asam.

4) Lendir

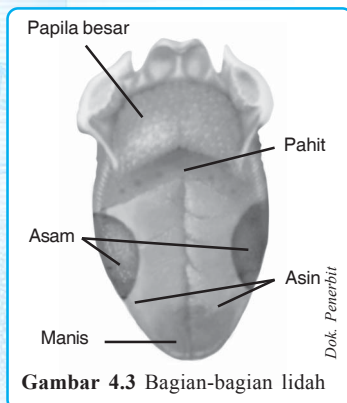
Lendir pada ludah berfungsi untuk menggumpalkan makanan supaya lebih mudah ditelan.

5) *Aminoglobulin*

Merupakan zat semacam putih telur. Aminoglobulin berfungsi untuk menetralkan makanan yang bersifat asam.

6) Garam-garam

2. Lidah



Gambar 4.3 Bagian-bagian lidah

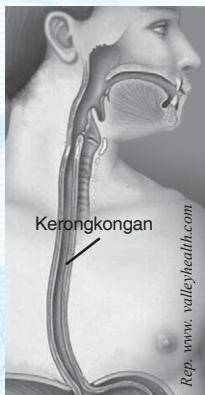
Lidah merupakan organ yang terdapat di dalam mulut. Salah satu fungsi lidah adalah untuk merasakan makanan. Pada lidah terdapat ujung saraf pengecap yang disebut sebagai *papila* lidah. Papila dapat menerima rangsang rasa manis, asin, pahit, dan asam. Salah satu manfaat papila pengecap adalah supaya kegiatan makan menjadi menyenangkan karena ada rasa nikmat dalam mengecap makanan. Coba perhatikan lidah kamu! Bintil-bintil kecil pada lidah itulah yang disebut sebagai papila lidah.

Lidah

Wilayah pengecapan rasa pada lidah berbeda-beda. Coba perhatikan gambar 4.3 di atas!

- Papila lidah perasa manis terdapat pada ujung lidah sampai ke tepi lidah bagian ujung (depan).
- Pada bagian agak tengah terdapat sekumpulan papila lidah untuk merasakan asin.
- Bagian tepi lidah tengah digunakan untuk merasakan asam.
- Pada bagian pangkal lidah yang berbatasan dengan kerongkongan terdapat papila lidah yang merasakan pahit. Oleh karena itu, apabila kamu menelan makanan yang pahit akan sangat terasa di bagian ini (depan kerongkongan).
- Papila-papila lidah terutama bagian tengah sampai depan sangat peka terhadap rasa pedas.

3. Kerongkongan



Gambar 4.4 Kerongkongan

Makanan yang telah dicerna dengan baik pada rongga mulut, selanjutnya akan ditelan dan masuk ke dalam *oesophagus* atau **kerongkongan**. Pada batas antara rongga mulut dengan kerongkongan ini terdapat cabang antara saluran yang menuju kerongkongan dengan saluran pernapasan (tenggorokan). Apabila kamu makan secara tidak hati-hati maka makanan dapat masuk ke dalam rongga napas yang mengakibatkan tersedak. Kerongkongan sering disebut sebagai jembatan antara rongga luar pencernaan (mulut) dengan saluran pencernaan dalam.

Kerongkongan

4. Lambung

Lambung merupakan saluran cerna berikutnya setelah makanan melewati kerongkongan. Lambung berbentuk menyerupai kantong yang memiliki dinding tebal. Sebelah dalam lambung dilapisi oleh *epithelium*. *Epithelium* mengandung kelenjar-kelenjar pencernaan.

Kelenjar pencernaan pada lambung menghasilkan suatu senyawa asam yang sering disebut sebagai getah lambung. Getah lambung sebagaimana ludah, berfungsi untuk mencerna makanan. Pencernaan makanan mulai dari lambung ini dilakukan secara tidak sadar oleh tubuh. Getah lambung mempunyai kandungan senyawa-senyawa berikut.

a. HCl

HCl atau asam klorida adalah senyawa yang bersifat asam. Kadar HCl dalam getah lambung adalah 0,5 % dari total getah lambung. HCl berfungsi sebagai disinfektan atau pembunuh kuman dan mengubah pepsinogen menjadi *pepsin*. HCl juga merangsang usus, hati, dan pankreas untuk mencerna makanan. Pepsin yang dihasilkan dari pemecahan pepsinogen akan mencerna protein menjadi protein yang lebih sederhana (*albuminosa* dan *pepton*).

b. Enzim lipase

Enzim lipase berfungsi untuk mencerna lemak.

c. Hormon gastrin

Hormon gastrin berfungsi mengaktifkan kelenjar-kelenjar pada lambung untuk mengeluarkan getah lambung.

Pencernaan pada lambung terjadi melalui proses mekanis dan kimiawi sebagai berikut.

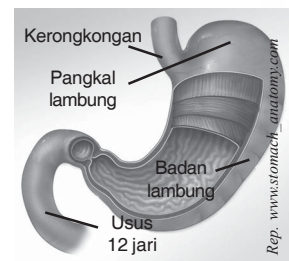
a. Proses mekanik

Ketika lambung mencerna makanan secara mekanis, otot lambung akan mengerut dan mengembang dengan gerakan seperti meremas untuk mencampur makanan dengan getah lambung.

b. Proses kimiawi

Proses kimiawi yang terjadi di dalam lambung dilakukan oleh getah lambung.

Lambung



Gambar 4.5 Lambung

Selanjutnya makanan yang sudah dicerna oleh lambung berupa bubur halus yang disebut kimus akan meninggalkan lambung menuju usus halus.

5. Usus Halus

Usus halus (*intestinum*) terdiri atas 3 bagian, yaitu usus 12 jari (duodenum), *jejunum*, dan *ileum*.

Usus Halus

a. Usus 12 jari (duodenum)

Usus 12 jari terletak paling dekat dengan lambung. Disebut dengan istilah 12 jari karena panjangnya kurang lebih 12 kali ruas jari. Sebelum memasuki usus 12 jari, setelah makanan dicerna oleh lambung, makanan akan melalui jalan keluar lambung menuju usus 12 jari yang berbentuk kleb yang disebut pylorik. Pylorik ini berfungsi untuk mengatur jalan masuknya makanan menuju usus 12 jari.

b. Jejunum

Setelah makanan melewati usus 12 jari, makanan akan masuk ke dalam saluran *intestinum* berikutnya, yaitu jejunum atau disebut juga *intestinum* bagian tengah.

c. Ileum

Ileum merupakan bagian paling akhir dari *intestinum*.

Dinding dalam usus halus dilapisi oleh bermiliar-miliar tonjolan mikroskopis menyerupai jari. Tonjolan ini disebut *villi*. Kelenjar pada usus halus menghasilkan getah cerna yang akan mencerna makanan yang masuk ke dalam usus halus dan menyaring bagian yang dapat melewati *villi* dan mengandung air. Bagian yang diserap usus melalui *villi* berupa sari makanan yang masuk ke dalam pembuluh darah untuk selanjutnya diedarkan ke seluruh tubuh. Zat sisa pencernaan makanan akan dikeluarkan oleh tubuh melalui rektum atau usus besar kemudian keluar ke anus menjadi feses atau tinja.

Proses pencernaan pada usus halus hampir sebagian besar dilakukan secara kimiawi. Adapun getah usus halus tersebut antara lain sebagai berikut.

a. Enterokinase

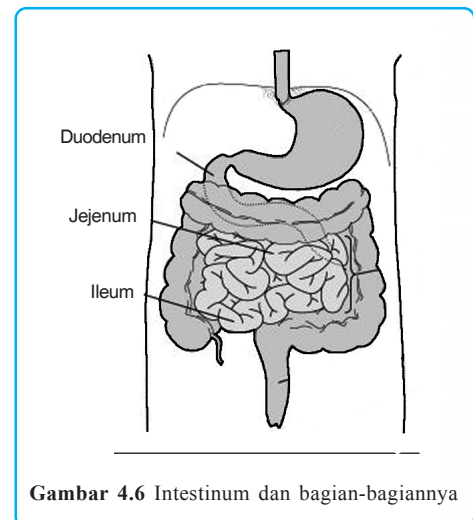
Enterokinase merupakan enzim yang mengubah tripsinogen menjadi tripsin.

b. Erepsin

Enzim erepsin mengubah pepton menjadi asam amino.

c. Maltase

Maltase pada usus halus berperan mengubah maltosa menjadi glukosa.



Gambar 4.6 Intestinum dan bagian-bagiannya

d. Lipase

Enzim lipase pada usus halus akan mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol.

e. Sekretin

Sekretin merupakan hormon pada usus halus yang akan merangsang sekresi enzim-enzim pada usus halus.

6. Usus Besar (Rektum)

Usus besar (*rektum*) merupakan saluran pembuangan sisa makanan menuju lubang pengeluaran (*anus*). Usus besar memiliki bagian yang disebut usus buntu. Usus buntu fungsinya belum begitu jelas. Adapun usus besar merupakan tempat menampung sisa makanan yang sudah tidak dapat dicerna lagi. Di dalam usus besar tidak terdapat enzim-enzim. Pada bagian ini proses pencernaan sudah tidak terjadi lagi. Usus besar hanyalah sebagai jalan keluar serta tempat menampung tinja. Selanjutnya tinja dikeluarkan melalui anus.

Usus Besar

7. Organ-organ Lain pada Pencernaan

a. Hepar (hati)

Hepar merupakan kelenjar terbesar dan terpenting dalam tubuh. *Hepar* terletak di dalam rongga perut sebelah kanan, terdiri atas 2 bagian (*lobus*) yang besar. Fungsi hepar antara lain sebagai berikut.

Hepar

- 1) Menyimpan zat-zat makanan seperti *vitamin*, *lemak*, dan *glukogen*.
- 2) Mengatur suhu tubuh.
- 3) Mengatur distribusi makanan.
- 4) Menyimpan darah.
- 5) Menghasilkan empedu. Empedu ini berfungsi mengemulsikan zat lemak dan memengaruhi penyerapan vitamin K oleh usus.
- 6) Menyaring zat-zat racun, termasuk membantu metabolisme obat. Oleh karena itu, makanan yang mengandung racun, seperti alkohol, akan dapat merusak fungsi hati atau hepar karena semua racun dan obat-obatan pasti melewati hepar.

b. Pankreas

Pankreas terletak di dalam rongga perut bagian belakang, bentuknya memanjang dan menghasilkan getah-getah *pankreas*. Pankreas juga mempunyai salah satu fungsi utama mengatur kadar gula dalam darah. Di dalam pankreas terdapat kelenjar insulin yang menghasilkan *hormon insulin*. Fungsi hormon insulin adalah mengubah gula darah yang disebut glukosa menjadi gula lain bernama *glikogen*. Glikogen ini disebut juga sebagai gula otot. Pengubahan glukosa menjadi glikogen mengakibatkan kadar glukosa darah menjadi stabil. Pada penyakit diabetes atau kencing manis, kadar gula darah menjadi berlebih dan akibatnya tubuh kurang sehat.

Pankreas

Getah yang terdapat di dalam pankreas adalah sebagai berikut.

- 1) *Tripsinogen*
- 2) *Enterokinase*

Enterokinase akan mengubah tripsinogen menjadi tripsin. *Tripsin* selanjutnya akan mengubah amilum menjadi maltosa.

- 3) Lipase

Lipase berperan mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol.

- 4) NaHCO_3

Asam natrium karbonat yang terkandung di dalam getah pankreas memberi sifat asam pada lemak dan berperan membantu enzim lipase mencerna lemak menjadi asam lemak dan gliserol.

Berdasarkan uraian di atas, kita ketahui bahwa untuk mencerna makanan diperlukan enzim-enzim tertentu. Tabel berikut menyajikan daftar enzim yang berperan dalam proses pencernaan.

Tabel 4.1 Enzim yang Berperan dalam proses Pencernaan

No.	Lokasi	Enzim	Substrat	Hasil
1.	Kelenjar ludah	Amilase/ptialin	Amilum, glikogen	Disakarida (termasuk maltosa)
2.	Lambung	Pepsin	Protein	Polipeptida rantai pendek
3.	Usus halus	Peptidase Nuklease Laktase, maltase, sukrase	Polipeptida rantai pendek DNA, RNA Disakarida	Asam amino Gula, basa asam nukleat Monosakarida
4.	Pankreas	Lipase Tripsin, kimotripsin DNAase RNAase	Trigliserida Protein DNA RNA	Asam lemak, gliserol Polipeptida rantai pendek Nukleotida Nukleotida

B. Gizi dan Kalori

Berbicara mengenai makanan tidak pernah lepas dari kandungan dan nilai gizi serta kalori yang terdapat dalam makanan. Fungsi utama makanan yang kita makan adalah untuk pertumbuhan, menghasilkan tenaga dan kalori, menjaga kestabilan suhu tubuh, serta untuk proses metabolisme dan menghasilkan sel-sel baru.

Makanan dibagi menjadi 2 jenis, yaitu zat organik dan zat anorganik. Zat organik adalah zat makanan yang berupa karbohidrat, lemak, protein, dan vitamin. Adapun zat anorganik berupa garam-garam mineral dan air.



Gambar 4.7 Makanan memiliki nilai gizi dan kalori tertentu tergantung jenis bahan makanan yang terkandung di dalamnya

1. Karbohidrat

Karbohidrat atau sering disebut hidrat arang merupakan zat penghasil kalori dengan angka kalori 4. Semua jenis sereal, tepung, dan gula merupakan karbohidrat. Karbohidrat ada 3 jenis, yaitu:

a. Monosakarida

Termasuk ke dalam *monosakarida* adalah berbagai jenis gula, yaitu glukosa, *fruktosa*, dan *galaktosa*.

b. Disakarida

Disakarida disebut juga sebagai gula kompleks. Jenis gula yang termasuk disakarida adalah *sukrosa*, *laktosa*, dan maltosa. Gula sukrosa banyak terkandung pada batang tebu.

c. Polisakarida

Polisakarida merupakan jenis karbohidrat yang berupa tepung-tepungan. Beberapa jenis polisakarida antara lain adalah amilum, *selulosa*, dan glikogen. Segala jenis padi-padian seperti beras, jagung, dan gandum mengandung karbohidrat berupa amilum. Kentang dan berbagai jenis umbi juga mengandung amilum. Sedangkan kayu, kertas, dan daun mengandung selulosa.

Berikut ini beberapa pernyataan yang menerangkan mengenai pencernaan karbohidrat.

- Polisakarida seperti amilum dapat dicerna oleh sistem pencernaan menjadi disakarida.
- Disakarida akan dicerna lebih lanjut menjadi monosakarida.
- Tenaga dihasilkan oleh proses metabolisme monosakarida di dalam sel.
- Glukosa berperan sangat penting di dalam proses pembentukan tenaga ini.
- Karbohidrat sangat penting untuk peningkatan daya tahan tubuh.
- Karbohidrat juga mengandung serat yang cukup besar sehingga konsumsi karbohidrat sangat baik bagi pencernaan.
- Konsumsi karbohidrat yang berlebih dapat meningkatkan risiko terjadinya kencing manis dan juga kegemukan.

2. Lemak

Lemak merupakan penghasil kalori terbesar. Angka kalori yang dihasilkan lemak adalah 9. Zat lemak terdiri atas asam lemak dan gliserol.

a. Asam lemak

Asam lemak terdiri atas *stearin*, *palmitin*, dan minyak.

b. Gliserol

Pada proses pencernaan, segala jenis lemak yang dikonsumsi oleh tubuh akan dicerna menjadi asam lemak dan gliserol oleh enzim lipase.

Lemak terdapat pada kacang-kacangan, keju, susu, margarin, mentega, dan semua makanan yang digoreng.

Karbohidrat



Gambar 4.8 Sereal, tepung, dan gula merupakan sumber karbohidrat

Lemak



Gambar 4.9 Keju, susu, dan mentega mengandung lemak yang menghasilkan banyak kalori

Lemak mempunyai peran utama sebagai penyusun jaringan lemak serta sebagai penghasil energi terbesar. Kelebihan lemak akan disimpan pada jaringan di bawah kulit sehingga kelebihan lemak akan menimbulkan kegemukan.

3. Protein

Protein sangat dibutuhkan oleh tubuh. Protein mengandung angka kalori

4. Fungsi protein bagi tubuh antara lain sebagai berikut.

- a. Menyusun sel dan jaringan tubuh.
- b. Menyusun enzim, hormon, dan pigmen.
- c. Penghasil tenaga.
- d. Memperbaiki dan mengganti sel-sel tubuh yang telah rusak.
- e. Berperan utama dalam proses pertumbuhan.
- f. Membantu meningkatkan daya tahan tubuh.

Penyusun utama protein adalah asam amino. *Asam amino* penyusun protein ada yang dapat disintesa oleh tubuh dan ada yang tidak dapat disintesa oleh tubuh. Asam amino penyusun protein terdiri atas 26 jenis, dibedakan menjadi berikut.

a. *Asam amino esensial*

Merupakan asam amino yang tidak dapat disintesa oleh tubuh. Jumlahnya 10 macam. Kesepuluh asam amino tersebut adalah *lisin, leusin, valin, arginin, triptofan, isoleusin, histidin, treonin, fenilalanin, dan meteonin*. Asam amino esensial hanya dapat diperoleh tubuh melalui makanan. Beberapa jenis makanan yang mengandung asam amino adalah segala produk daging, ikan, susu, telur, kacang-kacangan, tempe, tahu, dan kedelai. Protein yang dihasilkan oleh hewan disebut protein hewani, sedangkan protein yang dihasilkan oleh produk tumbuhan disebut protein nabati.

b. *Asam amino non esensial*

Merupakan asam amino yang sudah terdapat di dalam tubuh.

4. Garam Mineral

Garam-garam mineral merupakan bahan makanan anorganik yang berfungsi antara lain untuk menjaga keseimbangan tubuh serta bahan penyusun tubuh. Beberapa mineral berfungsi untuk bermacam-macam kegiatan tubuh, termasuk dalam sistem otot dan pembentukan sel. Macam-macam mineral antara lain Na, K, Ca, Mg, P, Cl, Fe, Cu, Mn, F, dan I. Fe (zat besi) mempunyai peran sangat penting dalam pembentukan sel darah merah (hemoglobin). Na (natrium) dan K (kalium) sangat penting untuk sistem saraf. Kalsium (Ca) sangat penting untuk pembentukan tulang dan gigi. Ca dan K juga sangat penting dalam proses pembekuan darah untuk menghentikan pendarahan. Selain itu, masih ada banyak lagi fungsi mineral di dalam tubuh.

Kekurangan salah satu dari mineral juga dapat menimbulkan penyakit. Contohnya, kekurangan I (iodium) dapat menimbulkan penyakit gondok dan kekerdilan. Kekurangan Fe dapat menimbulkan kurang darah (*anemia*). Kekurangan fluor (F) dapat menimbulkan kekeroposan gigi. Kekurangan Ca dapat menimbulkan penyakit keropos tulang dan gigi. Sedangkan kekurangan K dapat menimbulkan tekanan darah rendah.

Protein



Gambar 4.10 Tahu dan tempe mengandung protein yang diperlukan tubuh

Garam Mineral



Gambar 4.11 Garam mineral berfungsi menjaga keseimbangan tubuh

5. Vitamin

Vitamin merupakan senyawa organik yang tidak dapat disusun oleh tubuh (kecuali vitamin A). Vitamin diperoleh tubuh melalui makanan. Vitamin ada yang larut di dalam air dan ada yang larut di dalam lemak. Vitamin yang larut dalam air adalah vitamin B dan C. Sedangkan vitamin yang larut dalam lemak adalah vitamin A, D, E, dan K.

Macam-macam vitamin beserta kegunaannya adalah sebagai berikut.

a. Vitamin A

Vitamin A berguna untuk kesehatan kulit, selaput lendir, penglihatan, serta peningkatan daya tahan tubuh. Vitamin A terdapat pada semua sayuran berwarna hijau dan buah yang berwarna kuning atau kemerahan. Juga terdapat pada produk-produk hewani seperti ikan, telur, hati, dan minyak ikan.

b. Vitamin B

Vitamin B ada beberapa jenis. Berikut ini adalah jenis-jenis vitamin B dan kegunaannya.

- 1) Vitamin B1 disebut *thiamin*, berguna untuk metabolisme karbohidrat dan penyerapan lemak. Kekurangan vitamin B1 dapat menimbulkan penyakit beri-beri dan *neuritis*. Vitamin B1 terdapat pada hati, jantung, ginjal, otak, susu, kuning telur, bekatul, dan beras.
- 2) Vitamin B2 disebut *riboflavin*, berguna untuk penglihatan serta mempunyai peran utama pada proses oksidasi tubuh. Kekurangan vitamin B2 dapat menimbulkan rabun dan luka-luka di sekitar mulut. Vitamin B2 terdapat pada buah-buahan, sayur-sayuran, mentega, dan kacang-kacangan.
- 3) Vitamin B6 disebut juga *peridoksin*, berguna untuk pertumbuhan, melancarkan kerja urat saraf, dan pembuatan sel darah merah. Kekurangan vitamin B6 menimbulkan gejala *pellagra*, anemia, dan susah buang air besar. Vitamin B6 terdapat pada hati, ikan, daging, dan sayuran.
- 4) *Niasin* merupakan salah satu golongan vitamin B. Niasin berguna untuk proses pertumbuhan dan perbanyakan sel, perombakan karbohidrat, serta mencegah penyakit *pellagra*. Kekurangan niasin dapat menimbulkan penyakit *pellagra*. Niasin terdapat pada hati, kol, susu, tomat, ragi, kedelai, dan bayam.
- 5) *Asam pentanoat* merupakan anggota vitamin B yang berguna untuk kesehatan kulit. Kekurangan asam pentanoat menimbulkan penyakit dermatitis. Asam pentanoat terdapat pada hati, daging, ragi, dan beras.
- 6) *Para amino asam benzoat* merupakan anggota vitamin B yang berguna untuk mencegah timbulnya uban pada rambut. Para amino asam benzoat terdapat pada ragi dan hati.
- 7) *Kolin*, kekurangan jenis vitamin B ini akan menimbulkan penimbunan lemak di sekitar hati dan menimbulkan gangguan pada sistem pengeluaran (ekskresi) pada kulit dan ginjal. Kolin terdapat pada beras dan hati.



Gambar 4.12 Hati ayam, daging ikan, dan daging sapi, selain mengandung protein, juga mengandung vitamin B

- 8) *Biotin*, kekurangan biotin mengakibatkan gejala menyerupai pellagra dan menimbulkan penyakit kulit. Biotin terdapat pada ragi, kentang, hati, ginjal, sayuran, dan buah-buahan.
- 9) *Asam folat* atau vitamin B11, berguna untuk pembuatan sel darah merah. Kekurangan vitamin B11 dapat menimbulkan gejala anemia atau kurang darah. Vitamin B11 terdapat pada sayuran, hati, dan ginjal.
- 10) Vitamin B12 terdapat pada hati atau jeroan lainnya.

Vitamin B secara keseluruhan disebut pula dengan istilah vitamin B kompleks.

c. Vitamin C

Vitamin C mempunyai fungsi meningkatkan metabolisme tubuh, memperbaiki jaringan yang rusak, menghaluskan dan memperbaiki struktur kulit, antipenuaan, serta meningkatkan daya tahan tubuh. Kekurangan vitamin C dapat menimbulkan perdarahan pada gusi dan usus, sariawan, serta mudah terserang infeksi. Vitamin C terdapat pada buah-buahan.

d. Vitamin D

Vitamin D berguna untuk mengatur kadar kapur dan fosfor pada tulang dan darah, membantu proses oksidasi, serta memengaruhi kerja kelenjar endokrin. Kekurangan vitamin D dapat menimbulkan kelainan pada tulang, antara lain rakhitis. Vitamin D terdapat pada hati, telur, ikan, dan kacang-kacangan.

e. Vitamin E

Vitamin E disebut juga *tokoferol*, berguna mencegah perdarahan pada ibu hamil, meningkatkan kesuburan, mencegah penuaan, serta memperbaiki struktur kulit dan rambut. Kekurangan vitamin E dapat menimbulkan kemandulan, keguguran, otot-otot lemas, kelumpuhan, serta terjadinya kemunduran pada hipofisis dan kelenjar anak gondok. Vitamin E terdapat pada kacang-kacangan, kecambah, susu, kedelai, kuning telur, hati, dan ginjal.



Gambar 4.13 Kecambah merupakan sumber vitamin E

f. Vitamin K

Vitamin K berguna untuk proses pembekuan darah. Vitamin K terdapat pada hati dan sayuran berwarna hijau.

g. Air

Air merupakan komponen terbesar penyusun tubuh manusia. Pemenuhan kebutuhan air dapat berasal dari minuman, makanan, dan sayuran. Fungsi air dalam tubuh adalah sebagai berikut.

- 1) Sebagai pelarut zat makanan untuk memudahkan proses pencernaan makanan.
- 2) Mengaktifkan enzim-enzim yang terlibat dalam metabolisme dan mengatur keseimbangan cairan dalam tubuh.
- 3) Sebagai alat angkut berbagai senyawa dan enzim.
- 4) Mengatur suhu tubuh.



Praktikum

Kandungan Karbohidrat dan Protein dalam Susu

A. Tujuan

Menguji adanya karbohidrat (gula) dan protein dalam susu.

B. Alat dan Bahan

- | | |
|-------------------------------------|---------|
| 1. Susu cair | 10 mL |
| 2. Larutan benedict | 2 mL |
| 3. Tabung reaksi | 2 buah |
| 4. Lampu spiritus atau penangas air | 1 buah |
| 5. Penjepit tabung untuk memanaskan | 1 buah |
| 6. Larutan NaOH 40 % | 1 mL |
| 7. Larutan CuSO_4 0,5 % | 1 tetes |

C. Langkah Kerja

1. Ambil tabung reaksi, kemudian masukkan 2 mL larutan benedict ke dalam tabung reaksi! Tambahkan 0,5 mL susu ke dalam tabung tersebut!
2. Panaskan tabung spiritus selama 1 menit! Hati-hati jangan sampai airnya keluar! Jika menggunakan penangas air, letakkan tabung dalam penangas selama 5 menit!
3. Amati reaksi yang terjadi pada tabung! Warna apa yang muncul? Jika larutan berubah warna menjadi hijau, merah, oranye, atau merah bata maka larutan dinyatakan mengandung karbohidrat (gula). Catatlah hasil tersebut!
4. Ambil tabung reaksi lain! Masukkan 3 mL susu dan 1 mL larutan NaOH 40 %! Tambahkan 1 tetes larutan CuSO_4 0,5 %!
5. Amati perubahan warna yang terjadi! Jika larutan berubah warna menjadi ungu atau merah bata maka larutan dinyatakan mengandung protein. Catat hasil pengamatanmu!
6. Buatlah laporan hasil kegiatanmu di atas! Kumpulkan kepada gurumu untuk dinilai!
7. Bersihkan semua peralatan yang telah kamu gunakan! Jangan lupa untuk mengembalikan ke tempat semula! Jagalah kebersihan lingkunganmu!



Kerja Mandiri

Kerjakan dengan baik di luar jam sekolah!

1. Jelaskan secara rinci mengenai apa yang terjadi di dalam tubuh kamu pada saat kamu makan nasi!
2. Buatlah rancangan sebuah menu sarapan kemudian tuliskan kandungan nilai gizinya!

C. Penyakit dan Kelainan pada Sistem Pencernaan

Penyakit dan kelainan yang terkait dengan makanan dan sistem pencernaan cukup beragam. Penyakit yang terkait dengan sistem pencernaan antara lain sebagai berikut.

1. Maag

Maag merupakan penyakit yang menyerang organ pencernaan, yaitu lambung. Produksi asam lambung berlebih disertai keluarnya gas pada reaksi pencernaan menyebabkan rasa mual, perih, dan kembung. Maag dipicu oleh pola makan yang kurang teratur, faktor keturunan, dan faktor psikologis.

2. Diare

Diare disebabkan oleh bakteri yang menyerang saluran cerna. Bakteri tersebut menyebabkan perdarahan pada saluran cerna disertai feses yang cair.

3. Muntaber

Muntaber disebabkan oleh kuman patogen, misalnya *Vibrio Cholerae*. Kuman tersebut menimbulkan muntah serta berak yang berlebih dan tidak teratur. Feses yang cair disebabkan oleh sistem penyerapan usus yang kurang sempurna akibat infeksi sehingga air ikut keluar bersama feses.

4. Kolik Usus

Pada kondisi tertentu usus dapat mengalami kejang, akibatnya perut terasa mulas sekali dan kejang. Sering pula terjadi pada bayi. Penyebabnya beragam, ada yang disebabkan karena menangis tiada henti, faktor keturunan, dan hawa dingin yang menyengat.

5. Konstipasi

Konstipasi (susah buang air besar) dapat terjadi karena makanan kurang mengandung serat sehingga proses pencernaan kurang sempurna atau karena stres.

Adapun penyakit yang terkait dengan pola makan antara lain sebagai berikut.

1. Diabetes

Diabetes ada 2 macam, yaitu *diabetes mellitus* dan *diabetes insipidus*.

a. Diabetes Mellitus Tak Tergantung Insulin (DMTTI)

Diabetes mellitus lebih banyak disebabkan oleh faktor keturunan. Penyebabnya antara lain adalah produksi insulin dari pankreas yang kurang sehingga banyak glukosa yang tidak mampu diubah menjadi glikogen. Akibatnya, kadar glukosa darah meningkat. Glukosa berlebih di dalam darah akan mengganggu pola metabolisme tubuh dan memperlambat aliran darah. Pemicu lain adalah konsumsi gula atau karbohidrat yang berlebih dan dapat pula dipicu oleh faktor obesitas atau kegemukan. Diabetes mellitus ini dapat diatasi dengan pengobatan sekaligus diet karbohidrat yang ketat.

b Diabetes Mellitus Tergantung Insulin (DMTI)

Produksi insulin sangat rendah atau bahkan tidak diproduksi menyebabkan penyakit diabetes insipidus. Dapat pula disebabkan oleh kerusakan pada pulau-pulau *langerhans* pankreas sehingga kelenjar pankreas tidak bisa menghasilkan insulin. Pengobatannya adalah dengan suntikan insulin.

2. Asam Urat

Asam urat disebabkan faktor keturunan di mana individu yang bersangkutan tidak mempunyai hormon yang mengubah asam urat yang tidak larut dalam plasma darah menjadi produk *allantoin* yang larut dan dapat dikeluarkan melalui urin. Asam urat merupakan hasil metabolisme makanan yang mengandung *purin*, contohnya emping, kacang-kacangan, jeroan, ikan, kopi, dan coklat. Pencegahannya adalah dengan diet rendah purin.

3. Hiperkolesterolemia

Hiperkolesterolemia berarti kadar kolesterol terlalu tinggi dalam darah. Hiperkolesterolemia dapat diatasi dengan diet rendah kolesterol. Kolesterol banyak terdapat pada daging, ikan, telur, dan jeroan.



Kerja Kelompok

Kerjakan bersama kelompokmu!

Carilah penyakit yang terkait dengan pencernaan dan atau pola makan selain yang sudah disebutkan di buku! Sebutkan penyebab dan pola penanganannya!



Rangkuman

1. Dalam sistem pencernaan makanan terdapat 2 mekanisme pencernaan, yaitu secara mekanis dan secara kimiawi.
2. Mulut merupakan saluran pencernaan makanan yang pertama. Pada mulut terdapat gigi yang mencerna secara mekanis dan ludah yang mencerna makanan secara kimiawi.
3. Permukaan lidah bagian atas berfungsi untuk merasakan makanan.
4. Kerongkongan adalah saluran antara rongga mulut dengan lambung.
5. Lambung mencerna makanan menjadi bubur makanan atau kimus kemudian dari lambung makanan masuk ke dalam usus halus. Usus halus terdiri atas 3 bagian, yaitu duodenum, jejunum, dan ileum. Dari usus halus, sari makanan diserap oleh dinding usus halus masuk ke dalam darah. Sisa makanan yang sudah tidak dapat dicerna masuk ke dalam usus besar dan dikeluarkan melalui anus dalam bentuk tinja.
6. Makanan yang baik adalah makanan yang mempunyai nilai gizi seimbang.
7. Beberapa penyakit pada saluran pencernaan antara lain adalah maag, diare, muntaber, konstipasi, diabetes, kolesterol, dan asam urat.



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

- Berikut ini yang merupakan saluran pencernaan dari dalam ke luar secara urut adalah . . .
 - usus halus–lambung–usus besar–kerongkongan
 - kerongkongan–mulut–pankreas–usus 12 jari
 - usus 12 jari–lambung–kerongkongan–mulut
 - anus–usus besar–lambung–usus halus
- Organ pencernaan yang mengalami pencernaan secara kimiawi sekaligus mekanis adalah . . .
 - mulut
 - kerongkongan
 - usus besar
 - pankreas
- Setelah melalui lambung, makanan akan masuk ke dalam . . .
 - kerongkongan
 - jejenum
 - duodenum
 - hepar
- Saluran pencernaan yang mengeluarkan enzim lipase adalah . . .
 - usus halus
 - usus besar
 - kerongkongan
 - anus
- Apabila kamu mengunyah makanan tidak sempurna maka . . .
 - makanan akan makin cepat dicerna
 - makanan dapat ditelan dengan cepat
 - pencernaan menjadi kurang sempurna
 - makanan akan terasa lezat
- Bahan makanan berikut yang akan menghasilkan gula pada pencernaan selanjutnya adalah . . .
 - garam dapur
 - vitamin
 - protein
 - pati
- Bahan makanan berikut yang semuanya mengandung protein adalah . . .
 - telur, bayam, ketela pohon, kol
 - ikan, hati ayam, kacang panjang, tempe
 - pisang, bayam, kol, agar-agar
 - ketan hitam, mentimun, kacang polong, kedelai
- Di antara penyakit berikut yang berhubungan dengan pola makan adalah . . .
 - migren
 - masuk angin
 - amandel
 - asam urat
- Langkah yang paling tepat untuk mengatasi asam urat adalah . . .
 - tidak makan makanan yang mengandung purin sama sekali
 - tidak mempermasalahkan jenis makanan yang dikonsumsi
 - mengurangi konsumsi makanan yang mengandung purin tinggi tetapi bukan berarti tidak memakannya sama sekali
 - mengurangi makanan yang mengandung hidrat arang
- Sikap berikut yang menurutmu paling bijak terkait dengan pola makan adalah . . .
 - hanya makan sayur saja
 - makan makanan yang berlemak tanpa terkendali
 - sama sekali tidak makan semua makanan yang mengandung kolesterol
 - menjaga pola makan yang seimbang

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

- Jelaskan perbedaan pencernaan secara mekanis dan kimiawi!
- Sebut dan jelaskan organ pencernaan yang melakukan pencernaan mekanis sekaligus kimiawi!
- Jelaskan apa yang terjadi apabila kamu makan atau minum dalam kondisi yang sangat panas!
- Bagaimanakah cara mengetahui bahwa makanan yang kita makan mengandung protein?
- Tuliskan salah satu jenis menu lengkap bergizi seimbang!



**BAB
5**

SISTEM PERNAPASAN

Aduh..., capek nih. Aku tadi naik sepeda ngebut karena takut terlambat.

Pantas napasmu terengah-engah. Oh, ya, pada bab ini kita akan mempelajari pernapasan lho.

Ya, kita akan mempelajari organ-organ penyusun sistem pernapasan pada tubuh kita.

Setelah itu kita akan mempelajari gangguan yang dapat terjadi pada saluran pernapasan serta upaya mengatasinya.

Jadi, setelah mempelajari bab ini kita akan memahami sistem pernapasan pada tubuh kita dan hubungannya dengan kesehatan.

Gerbang



Gambar 5.1 Pernapasan sangat vital buat kehidupan, apabila tidak bisa bernapas maka manusia akan meninggal

Perhatikan penyelam pada gambar di atas! Selama di dalam air, penyelam tersebut menggunakan oksigen yang disimpan di dalam tabung yang ada di punggungnya untuk bernapas. Apabila tidak menggunakan tabung oksigen, dapatkah penyelam itu bertahan lama di dalam air? Jika tidak menggunakan tabung oksigen, penyelam harus sering muncul ke permukaan untuk mengambil napas. Mengapa kita perlu bernapas? Bagaimana proses pernapasan? Organ tubuh apa saja yang termasuk dalam sistem pernapasan?

Pertanyaan-pertanyaan tersebut terkait dengan materi tentang pernapasan yang akan kita pelajari berikut ini.

Kata kunci: pernapasan – oksigen – karbon dioksida – paru-paru – inspirasi – ekspirasi

A. Organ Penyusun Sistem Pernapasan

Sistem pernapasan bekerja untuk memasukkan dan mengeluarkan udara ke dalam dan keluar tubuh. Udara yang dimasukkan ke dalam tubuh adalah oksigen, sedangkan yang dikeluarkan adalah karbon dioksida. Sistem pernapasan berfungsi untuk memasok oksigen ke sel-sel tubuh. Oksigen digunakan oleh sel tubuh untuk membakar sari-sari makanan supaya dihasilkan tenaga. Tenaga berguna untuk melakukan segala aktivitas hidup. Udara yang dihasilkan dari proses pembentukan energi ini adalah karbon dioksida. Nah, karbon dioksida ini kemudian dikeluarkan oleh tubuh melalui organ pernapasan juga. Oleh karena itu, di dalam bernapas, terdapat kegiatan menarik dan membuang napas.

Aktivitas pernapasan melibatkan beberapa organ. Adapun organ pernapasan dari luar ke dalam adalah sebagai berikut.

**Organ
Pernapasan**

1. Hidung

Terkadang manusia dapat bernapas melalui mulut karena pada pangkal rongga mulut selain terdapat saluran cerna juga ada cabang menuju saluran napas yang disebut tenggorokan. Meskipun sebenarnya mulut hanyalah alat pernapasan darurat pada saat hidung tidak bisa melakukan pernapasan dengan baik, misalnya pada saat hidung tersumbat. Di dalam hidung terdapat rambut-rambut yang berguna untuk menyaring kotoran yang masuk bersama udara pernapasan sehingga udara yang masuk ke dalam paru-paru relatif bersih. Berbeda apabila kamu bernapas menggunakan mulut, udara pernapasan yang masuk tidak akan tersaring dengan baik. Lagipula saluran pernapasan yang efektif adalah melalui rongga hidung.

2. Faring

Faring terletak di belakang mulut, tempat yang dilewati oleh udara, makanan, dan air.

3. Laring

Laring merupakan kotak suara tempat diproduksi suara.

4. Trakhea

Trakhea sering disebut juga sebagai tenggorokan, merupakan sebuah pipa udara yang mempunyai ruas-ruas menyerupai tumpukan cincin. Saluran ini menuju ke arah *bronkus*.

5. Bronkus

Merupakan saluran yang membawa udara dari trakhea menuju ke paru-paru.

6. Paru-paru

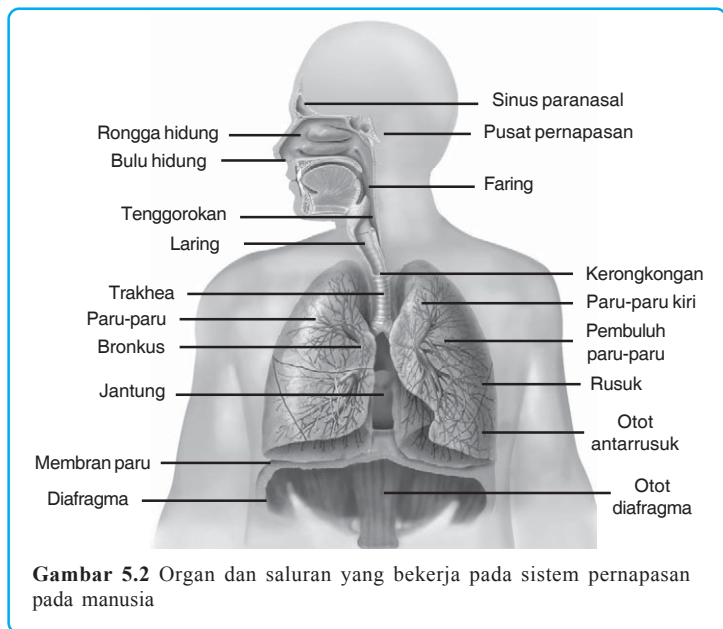
Di dalam paru-paru, bronkus bercabang menjadi pipa-pipa yang lebih kecil disebut *bronkioli*.

7. Bronkioli

Merupakan cabang dari bronkus yang berada di dalam paru-paru.

8. Alveoli

Alveoli merupakan sejumlah kantung udara yang terdapat di dalam paru-paru. Dinding alveoli ini tipis dan menopang jaringan-jaringan kapiler, yaitu saluran halus yang berisi darah. Udara menembus dinding alveoli pada batas antara paru-paru dan kapiler darah.



Gambar 5.2 Organ dan saluran yang bekerja pada sistem pernapasan pada manusia

B. Bernapas

Perhatikanlah gambar di samping! Kamu pasti sering melakukan aktivitas tersebut sesuai senam atau berolahraga. Aktivitas pernapasan tidak hanya dikerjakan setelah olahraga saja. Bernapas merupakan aktivitas yang sangat vital bagi kehidupan. Kalau tidak bernapas makhluk hidup pasti akan mati. Sebenarnya bagaimana *sih* proses pernapasan berlangsung? Ayo, kita pelajari keterangan berikut ini.

Mekanisme pernapasan dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu pernapasan dada dan pernapasan perut.

1. Pernapasan Dada

Pernapasan dada adalah pernapasan yang melibatkan otot antartulang rusuk. Otot antartulang rusuk luar berperan mengangkat tulang rusuk, sedangkan otot antartulang rusuk dalam berperan menurunkan tulang rusuk ke posisi semula.

Mekanisme pernapasan dada dapat dibedakan sebagai berikut.

a. Fase inspirasi

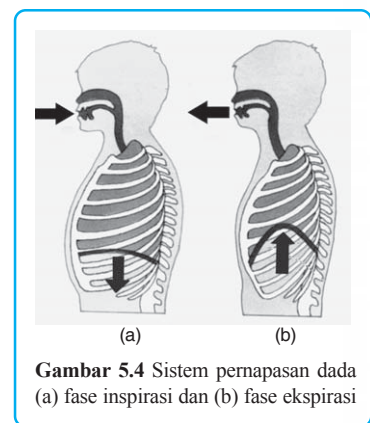
Fase ini berupa berkontraksinya otot antartulang rusuk sehingga rongga dada membesar. Akibatnya, tekanan dalam rongga dada menjadi lebih kecil daripada tekanan di luar sehingga udara luar yang kaya oksigen masuk.

b. Fase ekspirasi

Fase ini merupakan fase relaksasi atau kembalinya otot antartulang rusuk ke posisi semula yang diikuti oleh turunnya tulang rusuk sehingga rongga dada menjadi kecil. Sebagai akibatnya, tekanan di dalam rongga dada menjadi lebih besar daripada tekanan luar sehingga udara dalam rongga dada yang kaya karbon dioksida keluar.



Gambar 5.3 Bernapas adalah kegiatan memasukkan udara pernapasan ke dalam organ pernapasan dan mengeluarkan udara hasil pernapasan ke luar tubuh



Gambar 5.4 Sistem pernapasan dada (a) fase inspirasi dan (b) fase ekspirasi

2. Pernapasan Perut

Pernapasan perut merupakan pernapasan yang mekanismenya melibatkan aktivitas otot-otot diafragma yang membatasi rongga perut dan rongga dada.

Mekanisme pernapasan perut dapat dibedakan menjadi dua tahap sebagai berikut.

1. Fase inspirasi

Pada fase ini otot diafragma berkontraksi sehingga diafragma mendatar. Akibatnya, rongga dada membesar dan tekanan menjadi kecil sehingga udara luar masuk.

2. Fase ekspirasi

Fase ekspirasi merupakan fase berelaksasinya otot diafragma (kembali ke posisi semula, mengembang) sehingga rongga dada mengecil dan tekanan menjadi lebih besar. Akibatnya, udara keluar dari paru-paru.

Jumlah oksigen yang diambil melalui udara pernapasan tergantung pada kebutuhan tubuh. Kebutuhan oksigen dipengaruhi oleh jenis pekerjaan, ukuran tubuh, serta jumlah maupun jenis bahan makanan yang dimakan.

Umumnya, manusia membutuhkan kurang lebih 300 cc oksigen dalam sehari (24 jam) atau sekitar 0,5 cc tiap menit. Kebutuhan tersebut berbanding lurus dengan volume udara inspirasi dan ekspirasi biasa kecuali dalam keadaan tertentu. Misalnya, konsentrasi oksigen udara inspirasi berkurang atau karena konsentrasi *hemoglobin* darah berkurang.

Proses pernapasan dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Oksigen yang dihirup pada saat menarik napas akan berdifusi masuk ke darah dalam kapiler darah yang menyelubungi alveolus.
2. Selanjutnya, sebagian besar oksigen diikat oleh zat warna darah atau pigmen darah (hemoglobin) untuk diangkut ke sel-sel jaringan tubuh. Hemoglobin yang terdapat dalam butir darah merah atau *eritrosit* ini tersusun oleh senyawa *hemin* atau *hematin* yang mengandung unsur besi dan *globin* yang berupa protein.
3. Hasil pernapasan yang dikeluarkan adalah berupa CO_2 . Sebenarnya reaksi pernapasan berupa pengolahan O_2 menjadi energi dan pelepasan CO_2 tersebut dilakukan di dalam sel dan terjadi pada bagian yang disebut *mitokondria*.
4. Peristiwa respirasi di dalam sel ini disebut pula sebagai oksidasi. Jadi, organ pernapasan berfungsi untuk mengambil udara pernapasan, menampung, kemudian mendistribusikannya ke seluruh jaringan, serta selanjutnya mengeluarkannya dalam bentuk udara hasil pernapasan.
5. Udara hasil pernapasan selain CO_2 adalah H_2O (uap air). Oleh karena itulah, apabila kamu mengembuskan napas di kaca akan terbentuk titik-titik air. Titik-titik air itu terjadi karena peristiwa pengembunan uap air hasil pernapasan.

C. Kapasitas Udara Pernapasan

Besarnya volume udara pernapasan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain ukuran alat pernapasan, kemampuan dan kebiasaan bernapas, serta kondisi kesehatan. Terdapat empat asas mengukur kapasitas (volume) pernapasan, yaitu:

1. Volume tidal (TV = *tidal volume*), merupakan volume udara pernapasan pada saat melakukan pernapasan biasa.
2. Volume pernapasan simpanan (IRV = *inspiratory reserve volume*), merupakan volume maksimum udara pernapasan yang dapat diambil pada saat menarik napas. Volume ini lebih banyak daripada volume udara pada saat menarik napas biasa.
3. Volume udara keluar simpanan (ERV = *expiratory reserve volume*), merupakan volume maksimum udara yang dapat dikeluarkan. Udara yang dikeluarkan ini volumenya melebihi udara pernapasan biasa.
4. Volume sisa pernapasan (RV = *residual volume*), merupakan jumlah udara yang masih tersisa di dalam paru-paru dan tidak dapat dikeluarkan, merupakan volume udara tetap yang ada di dalam paru-paru setelah dilakukan pengeluaran napas maksimum.

Dari keempat volume pernapasan di atas dapat dihitung kapasitas udara pernapasan menggunakan rumus berikut.

1. Kapasitas paru-paru total (TLC = *total lung capacity*), merupakan kapasitas paru-paru secara keseluruhan (volume udara di dalam paru-paru setelah tarikan napas maksimum).

$$TLC = IRV + TV + ERV + RV$$

2. Kapasitas sisa pernapasan (FRC = *functional residual capacity*), merupakan jumlah udara yang masih terdapat di dalam paru-paru setelah udara pernapasan normal diembuskan keluar.

$$FRC = ERV + RV$$



Kerja Mandiri

Lakukan dengan baik di luar jam sekolah!

1. Jelaskan bagaimana mekanisme yang terjadi pada pernapasan dada!
2. Tuliskan secara rinci alur proses pernapasan pada manusia, gambarkan berikut organ yang terlibat!

D. Masalah yang Timbul pada Pernapasan

Semua organ tubuh dapat mengalami masalah atau kelainan dan penyakit. Apalagi pernapasan sangat berhubungan dengan udara luar yang acapkali mengandung kuman penyakit atau cemaran. Selain itu, kelainan organ juga dapat menimbulkan masalah dan penyakit. Berikut beberapa **kelainan dan penyakit yang dapat terjadi di seputar organ pernapasan**.

Masalah pada Pernapasan

1. Pada Jalan Udara Nasal (Hidung)

a. Alergi

Alergi yang terjadi dapat bermacam-macam. Alergi karena debu dapat menimbulkan bersin-bersin, lalu rongga hidung membengkak dan gatal sehingga terjadi batuk-batuk baik ringan maupun berat. Kemudian ada pula individu yang rentan terhadap serbuk sari. Selaput lendir hidung dan mata menjadi bengkak dengan disertai keluarnya ingus dan bersin-bersin. Reaksi alergi dapat dikurangi dengan memberikan senyawa *antihistamin* atau pereda alergi.

b. Selesma (pilek yang mengiringi influenza)

Selesma merupakan kondisi hidung berair atau mungkin tersumbat lendir diikuti dengan hilangnya sensitivitas indera penciuman. Selesma disebabkan oleh infeksi virus. Pada umumnya dapat sembuh sendiri setelah beberapa hari.



c. Mimisan

Mimisan terjadi akibat pecahnya pembuluh darah yang ada di dalam hidung. Mimisan sering terjadi pada anak-anak. Namun, dapat pula terjadi pada orang dewasa yang memiliki hipertensi dan gejala stroke.

d. Polip

Polip ini merupakan jenis tumor jinak yang menyumbat sebagian jalan udara pada hidung. Sering menimbulkan suara yang sengau dan dapat mengakibatkan kesulitan bernapas. Polip dapat dibuang melalui operasi.

e. Rhinitis

Rhinitis merupakan radang selaput hidung yang disebabkan oleh bakteri. Dapat pula disebabkan oleh selesma maupun alergi.

2. Pada Sinus

Sinusitis berupa peradangan yang bisa menyebabkan sakit kepala dan nyeri pada tulang pipi.

a. Laringitis

Laringitis merupakan peradangan pada kotak suara yang menimbulkan suara menjadi lirih bahkan mungkin dapat tidak terdengar sama sekali. Dapat disembuhkan dengan jalan mengistirahatkan pita suara.

b. Trakheitis

Trakheitis berupa peradangan pada trakhea yang pada umumnya disebabkan oleh infeksi virus.

c. Bronkhitis

Bronkhitis merupakan peradangan pada *bronkhus* yang disebabkan oleh infeksi dan dapat diperparah oleh asap, misalnya asap rokok dan asap polusi.

d. Pneumonia

Pneumonia diawali dengan adanya gejala radang pada paru-paru dan paru-paru terisi dengan cairan radang. *Pneumonia* disebabkan oleh infeksi bakteri atau virus. Dapat pula disebabkan oleh asap rokok dan asap polusi.

e. Pleuritis

Pleuritis berupa radang selaput yang menyelubungi paru yang disebut sebagai selaput *pleura*. Radang ini sering diikuti rasa nyeri.

f. Tuberkulosis paru

Tuberkulosis paru merupakan penyakit yang disebabkan oleh parasit.

Infeksi yang terjadi pada saluran pernapasan atas disebut pula sebagai infeksi saluran pernapasan atas (ISPA), sering terdapat pada anak-anak atau penduduk di wilayah yang kurang sehat. Beberapa penyakit pernapasan seperti asma (sesak napas) disebabkan oleh faktor genetik, dapat berupa penyempitan saluran napas dan paru-paru.



Sebaiknya Tahu

Pernapasan otak sebenarnya merupakan pemusatan suplai oksigen ke wilayah otak. Ada teknik khusus untuk melakukan aktivitas ini. Fungsi pernapasan otak adalah untuk mengoptimalkan kerja otak antara lain adalah pemusatan konsentrasi dan peningkatan daya ingat. Olah napas otak sudah banyak dikembangkan di negara maju.



Kerja Kelompok

Kerjakan bersama kelompokmu!

1. Carilah artikel di koran atau majalah yang membahas tentang penyakit atau kelainan pada sistem pernapasan!
2. Tuliskan cara penanggulangan terhadap penyakit atau kelainan tersebut!
3. Kumpulkan hasil pekerjaan kelompokmu untuk didiskusikan!



Praktikum

Mengukur Volume Pernapasan

A. Tujuan

Mengukur volume pernapasan.

B. Alat dan Bahan

Respirator 1 set

C. Langkah Kerja

1. Siapkan respirator! Setelah rangkaian siap, siapkan kertas grafik pada penanda respirator! Kemudian tiup pipa karet pada respirator! Pertama tiup dengan napas biasa sebagaimana kamu bernapas! Selanjutnya tiupkan sekuat-kuatnya!
2. Pada grafik akan muncul gambar kekuatan napas kamu. Catatlah volume respirasi kamu!
3. Bandingkan volume respirasi kamu dengan volume respirasi temanmu!



Rangkuman

1. Pernapasan merupakan aktivitas memasukkan oksigen ke dalam tubuh dan mengeluarkan CO_2 dan H_2O ke luar tubuh. Pernapasan ada dua macam, yaitu pernapasan perut dan pernapasan diafragma (dada).
2. Diafragma merupakan lembaran otot yang membantu dalam gerak mengambil dan mengeluarkan napas.
3. Fungsi pernapasan adalah untuk mengambil oksigen di udara dan mengeluarkan karbon dioksida ke udara.
4. Organ pernapasan terdiri atas:
 - a. Hidung
 - b. Faring
 - c. Laring
 - d. Trakhea
 - e. Bronkus
 - f. Bronkiolus
 - g. Alveolus
5. Suara merupakan hasil aktivitas yang terkait dengan pernapasan.
6. Beberapa penyakit pada pernapasan antara lain selesma, ISPA, dan tuberkulosis.





Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

1. Bagian di bawah ini yang merupakan saluran pernapasan dari dalam ke luar secara urut adalah
 - a. hidung–paru-paru–tenggorokan–diafragma
 - b. paru-paru–trakhea–laring–hidung
 - c. hidung–trakhea–diafragma–alveoli
 - d. alveoli–rongga hidung–laring–trakhea
2. Organ pernapasan yang membantu paru-paru melakukan gerakan menampung dan mengeluarkan udara napas adalah
 - a. hidung
 - b. farink
 - c. diafragma
 - d. trakhea
3. Pigmen darah yang menyikat O_2 maupun CO_2 di dalam darah adalah
 - a. sel darah putih
 - b. hemoglobin
 - c. serum
 - d. trombosit
4. Udara napas yang dimasukkan ke dalam tubuh adalah
 - a. oksigen
 - b. nitrogen
 - c. karbon dioksida
 - d. halogen
5. Pernapasan diafragma terjadi saat
 - a. rusuk bergerak ke atas dan keluar, diafragma bergerak ke atas, rongga dada mengerut, udara masuk
 - b. rusuk bergerak ke atas dan keluar, diafragma bergerak ke bawah, rongga dada mengerut, udara masuk
 - c. rusuk bergerak ke bawah dan keluar, diafragma bergerak ke atas, rongga dada mengembang, udara masuk
 - d. rusuk bergerak ke atas dan keluar, diafragma bergerak ke bawah, rongga dada mengembang, udara masuk
6. Berkontraksinya otot antartulang rusuk sehingga rongga dada membesar terjadi pada fase
 - a. ekspirasi pernapasan perut
 - b. inspirasi pernapasan perut
 - c. ekspirasi pernapasan dada
 - d. inspirasi pernapasan dada
7. Volume maksimum udara yang dapat diambil pada saat menarik napas disebut
 - a. *tidal volume*
 - b. *inspiratory reserve volume*
 - c. *expiratory reserve volume*
 - d. *residual volume*
8. Penyakit berikut terjadi di daerah nasal, **kecuali**
 - a. polip
 - b. selesma
 - c. mimisan
 - d. tuberkulosis
9. Penyakit yang terjadi di dalam paru-paru adalah
 - a. mimisan
 - b. tuberkulosis
 - c. ISPA
 - c. polip
10. Organ yang paling penting di dalam kegiatan bernapas adalah
 - a. hidung
 - b. trakhea
 - c. paru-paru
 - d. semua penting

B. Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Jelaskan proses yang terjadi dalam pernapasan!
2. Apakah yang disebut dengan pernapasan diafragma? Jelaskan!
3. Pada saat mengambil napas, bagaimanakah mekanisme yang terjadi?
4. Jelaskan yang dimaksud dengan kapasitas paru-paru total dan kapasitas sisa pernapasan! Tuliskan juga rumus menghitungnya!
5. Sebutkan dan jelaskan 5 jenis penyakit napas yang disebabkan oleh infeksi!

BAB
6

SISTEM PEREDARAN
DARAH PADA MANUSIA



Gerbang



Gambar 6.1 Donor darah diberikan kepada orang yang kekurangan darah karena darah sangat penting bagi tubuh

Perhatikan gambar di atas! Pada gambar tampak seseorang sedang mendonorkan darahnya. Darah yang ia donorkan nantinya akan ditransfusikan kepada orang yang membutuhkan karena darah sangat penting bagi tubuh kita. Orang yang mengalami gangguan pada sistem peredaran darahnya akan sangat menderita. Karena darah berfungsi mengangkut oksigen dan sari makanan ke seluruh tubuh, akibatnya tubuh dapat kekurangan oksigen atau sari makanan. Ingin tahu betapa pentingnya darah dan sistem peredaran darah pada tubuh kita? Mari kita pelajari materi berikut!

Kata kunci: darah – hemoglobin – eritrosit – leukosit – imunitas – jantung – pembuluh darah

A. Darah dan Golongan Darah

Setiap manusia pasti memiliki darah. Namun, tahukah kamu apa darah itu? Mengapa darah berwarna merah? **Darah** yang mengalir dalam tubuh kita terdiri atas beberapa bagian, yaitu:

1. Plasma atau cairan darah
2. Sel darah merah (*eritrosit*)

Eritrosit merupakan bagian darah yang memberi warna merah pada darah. Eritrosit mengandung zat warna yang disebut hemoglobin. *Hemoglobin* merupakan pigmen protein yang terdiri atas *haeme* dan *globin*. Tugas hemoglobin adalah sebagai berikut.

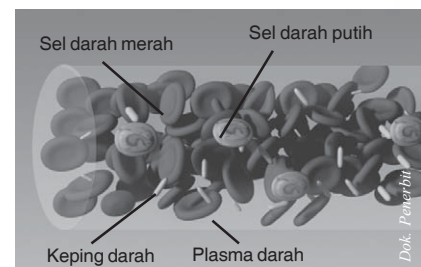
- a. Mengikat O_2 pernapasan

Udara pernapasan berupa oksigen (O_2) diedarkan ke seluruh tubuh untuk proses oksidasi dan respirasi. Hasil proses oksidasi berupa tenaga digunakan untuk melakukan aktivitas.

- b. Mengikat CO_2 hasil pernapasan

Udara hasil pernapasan berupa CO_2 dikeluarkan dari dalam tubuh.

Darah



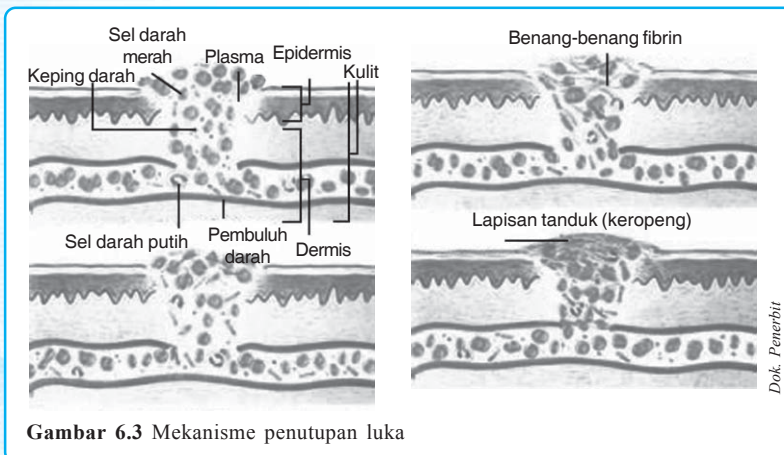
Gambar 6.2 Bagian-bagian darah

3. Keping darah (*trombosit*)

Trombosit terdapat di dalam serum darah. Serum darah merupakan cairan berwarna kuning yang diperoleh pada saat sel darah merah diendapkan, misalnya dengan cara dipusingkan menggunakan alat yang disebut *sentrifus*. Plasma darah yang sudah tidak mengandung eritrosit tersebut yang disebut serum darah. Cairan serum darah juga mengandung sel-sel kekebalan tubuh atau sel imun dan protein-protein yang dihasilkan oleh sel-sel imun.

Beberapa kegunaan trombosit antara lain:

- a. Membantu sistem kekebalan tubuh.
- b. Berperan di dalam proses pembekuan darah untuk penutupan luka.
Ketika tubuh kita terluka, pembuluh darah robek. Selanjutnya akan terjadi mekanisme penutupan luka sebagai berikut.
 - a. Trombosit menjadi aktif dan melekat di daerah yang mengalami cedera. Daerah yang mengalami cedera akan mengeluarkan perekat yang menahan trombosit pada pembuluh darah. Perekat tersebut adalah suatu protein plasma yang dihasilkan oleh sel-sel di dalam pembuluh darah.
 - b. Trombosit yang tertimbun di daerah yang terluka ini membentuk suatu jaring yang menyumbat luka. Trombosit yang telah berubah bentuk tadi akan melepaskan protein serta zat kimia lainnya yang akan menjerat lebih banyak lagi trombosit dan protein pembekuan.
 - c. Salah satu protein yang dikeluarkan oleh trombosit aktif yang telah berubah bentuk tadi adalah *tromboplastin* yang dengan adanya ion Ca^+ akan mengubah protrombin menjadi trombin.
 - d. Trombin mengubah *fibrinogen* (suatu faktor pembekuan darah yang terlarut) menjadi serat-serat *fibrin* panjang yang tidak larut, membentuk suatu jaring yang menjerat lebih banyak lagi trombosit dan sel darah. Serat fibrin ini akan semakin memperluas benang-benang beku dan menyumbat pembuluh darah.



Sebelumnya tadi telah disinggung mengenai sel-sel imun atau sel kekebalan atau sering disebut juga sebagai sel darah putih (*leukosit*). Berdasarkan ada atau tidaknya *granula* di dalam *sitoplasma* sel, leukosit dibedakan menjadi 2 tipe.

1. Granulosit

Granulosit merupakan leukosit yang bergranula. Granulosit berperan dalam membunuh kuman penyakit dan sel asing (termasuk sel kanker), serta memakan sel mati. Berdasarkan jenis granula serta sifat asam dan basa sitoplasmanya, granulosit dibedakan lagi menjadi 3 macam sel.

a. Eosinofil

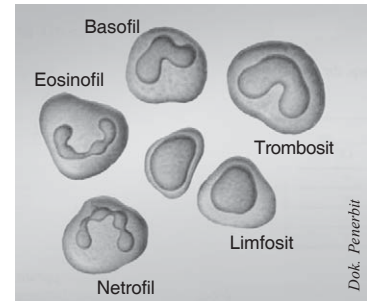
Sitoplasma *eosinofil* mempunyai granula yang halus dan bersifat asam. Pada pewarnaan dengan menggunakan senyawa asam, sitoplasma eosinofil memberikan warna merah. Sel ini mempunyai peran di dalam membunuh kuman atau penyakit dan memakan sel mati.

b. Basofil

Sitoplasma *basofil* bergranula kasar dan bersifat basa. Basofil berperan membunuh sel asing yang masuk ke dalam tubuh. Basofil ini jumlahnya relatif sedikit.

c. Neutrofil

Sitoplasma *neutrofil* bergranula halus dan sifatnya netral. Neutrofil lebih aktif di dalam membunuh kuman penyakit dan memakan sel mati daripada eosinofil maupun basofil. Neutrofil jumlahnya paling banyak.



Gambar 6.4 Jenis-jenis leukosit

2. Agranulosit

Agranulosit merupakan leukosit yang tidak bergranula. Agranulosit terdiri atas *limfosit* dan *monosit*.

a. Limfosit

Merupakan sel dengan inti berbentuk seperti ginjal atau seperti biji kacang tanah. Limfosit dibedakan menjadi 3.

- 1) *Limfosit B*: pada saat aktif akan menghasilkan antibodi, yaitu protein untuk melawan sel asing dan bibit penyakit.
- 2) *Limfosit T pembunuh (sitotoksik)*: bertugas membunuh sel asing (antigen) secara langsung.
- 3) *Limfosit T helper (CD4+)*: bertugas mengkoordinasi sel limfosit B untuk menghasilkan antibodi.

Pada penderita HIV/AIDS, sel CD4+ ini dimakan oleh virus HIV. Akibatnya, daya tahan pasien menjadi sangat rendah yang dapat berakibat kematian.

b. Monosit

Merupakan sel dengan inti berbentuk menyerupai otak. Peran monosit hampir sama dengan peran granulosit, yaitu membunuh bibit penyakit secara langsung tanpa melalui produksi *antibodi*, membunuh sel asing (di antaranya sel kanker), dan memakan sel mati.

Sebelumnya telah disebutkan mengenai antibodi, yaitu senyawa yang dihasilkan oleh limfosit B. Antibodi akan bereaksi dengan *antigen* atau protein yang dianggap asing oleh tubuh. Selain diperoleh dari luar tubuh, antigen juga ada yang diproduksi oleh tubuh, yaitu antigen yang digunakan untuk penentuan golongan darah.

Penentuan golongan darah sistem ABO dilakukan berdasarkan reaksi antigen dengan antibodi. Golongan darah dapat berfungsi untuk menjadi penanda genetika seseorang. Berikut adalah konsep dasar penentuan golongan darah.

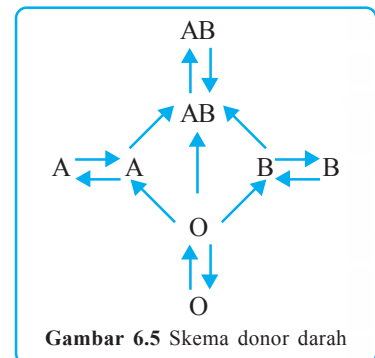
1. Jenis antigen yang dapat diproduksi tubuh manusia adalah antigen A atau B. Antibodi yang dihasilkan dan akan merespon antigen tersebut adalah anti-A atau anti-B.
2. Antigen dan antibodi dengan huruf sama akan membentuk suatu ikatan persenyawaan dan menggumpal.
3. Antigen dan antibodi dengan huruf berbeda akan larut atau tidak menggumpal.
4. Pada proses transfusi darah, respon yang terjadi adalah antibodi penerima bereaksi terhadap antigen donor.

Golongan darah manusia dibedakan menjadi 4, yaitu golongan darah A, B, AB, dan O. Selain itu, ada juga golongan darah tipe MN dan tipe Rhesus yang akan dipelajari di kelas yang lebih tinggi. Berikut adalah tabel kandungan antibodi dan antigen tiap-tiap golongan darah.

Tabel 6.1 Antigen dan antibodi golongan darah

Golongan darah	Antigen	Antibodi
A	A	Anti-B
B	B	Anti-A
AB	A dan B	Tidak ada
O	Tidak ada	Anti-A dan anti-B

Antigen dan antibodi yang sesuai akan larut atau tidak menggumpal. Sedangkan antigen dan antibodi yang tidak sesuai akan menggumpal. Misalnya, golongan darah A yang memiliki antigen A dan antibodi anti-B dan golongan darah B yang memiliki antigen B dan antibodi anti-A. Jika antigen A bertemu dengan antibodi anti-A maka akan terjadi penggumpalan. Begitu pula jika antigen B bertemu dengan antibodi anti-B maka akan terjadi penggumpalan. Oleh karena itu, jika akan melakukan transfusi darah, golongan darah antara pendonor dan penerima haruslah sama. Karena jika tidak, dapat mengakibatkan penggumpalan darah yang dapat menyebabkan kematian. Skema di samping memperlihatkan skema donor darah yang benar.



Gambar 6.5 Skema donor darah

Berdasarkan gambar 6.5 dapat kita tentukan golongan darah apa saja yang cocok sebagai donor dan penerima donor (*resipien*).

Tabel 6.2 Tes penentuan golongan darah

Donor	Resipien			
	A	B	O	AB
A	-	+	+	-
B	+	-	+	-
O	-	-	-	-
AB	+	+	+	-

Keterangan:

- = Tidak menggumpal, aman/cocok
- + = Menggumpal, tidak aman/tidak cocok

Dari tabel di atas nampak bahwa darah O dapat mendonorkan darah kepada semua golongan darah karena golongan darah O tidak mempunyai antigen yang dapat digumpalkan. Sebaliknya golongan darah AB dapat menerima semua golongan darah karena tidak mempunyai zat anti baik anti-A maupun anti-B. Meskipun demikian, untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan, sebaiknya golongan darah pendonor sama dengan golongan darah penerima.



Praktikum

Penentuan Golongan Darah dan Peristiwa Pembekuan Darah

A. Tujuan

Mengetahui cara menentukan golongan darah dan proses pembekuan darah.

B. Alat dan Bahan

1. Gelas objek 3 buah
2. Tusuk gigi 3 buah
3. Jarum steril 2 buah
4. Serum anti-A 1 tetes
5. Serum anti-B 1 tetes
6. Kapas 3 potong kecil
7. Alkohol 50 mL

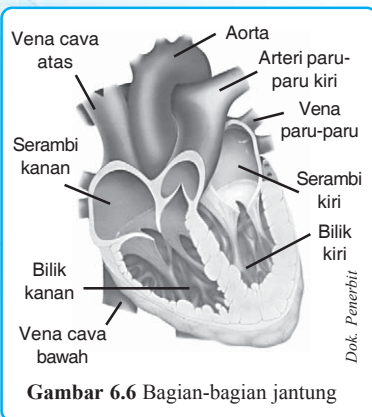
C. Langkah Kerja

1. Percobaan 1
 - a. Siapkan 2 buah gelas objek! Beri tanda A dan B!
 - b. Minta salah satu anggota kelompokmu menjadi probandus! Bersihkan jari tengahnya menggunakan kapas dan alkohol! Ambil sebuah jarum steril kemudian tusukkan ke ujung jari tengah probandus!
 - c. Teteskan darah yang keluar dari ujung jari ke atas gelas objek yang bertuliskan A dan B! Jangan lupa beri kapas dan alkohol pada luka bekas tusukan jarum agar darah berhenti mengalir!
 - d. Teteskan serum anti-A ke atas darah pada gelas objek A dan serum anti-B ke atas darah pada gelas objek B!
 - e. Aduk campuran serum dan darah menggunakan tusuk gigi! Tusuk gigi yang digunakan untuk mengaduk gelas objek A tidak boleh digunakan untuk mengaduk gelas objek B, demikian pula sebaliknya.
 - f. Amati dan catat apa yang terjadi!
 - g. Bandingkan hasilnya dengan tabel 6.2 di depan! Tentukan golongan darah temanmu!
2. Percobaan 2
 - a. Siapkan sebuah gelas objek!
 - b. Lakukan langkah b seperti pada percobaan 1! Teteskan darah yang keluar dari ujung jari pada gelas objek!
 - c. Tarik darah yang ada pada gelas objek menggunakan tusuk gigi! Ingat! Gunakan tusuk gigi yang baru! Lakukan terus dengan mengangkat lalu menarik darah yang ada pada gelas objek!
 - d. Perhatikan dan catat apa yang terjadi!



3. Buatlah kesimpulan dari hasil percobaanmu! Sampaikan hasilnya di depan kelas!
4. Jangan lupa untuk membuang jarum yang telah kamu gunakan dan mengembalikan semua alat dan bahan ke tempat semula! Jagalah kebersihan lingkunganmu!

B. Sistem Peredaran Darah Manusia



Gambar 6.6 Bagian-bagian jantung

Sebelumnya telah disebutkan bahwa darah berfungsi mengangkut oksigen dan sari makanan ke seluruh bagian tubuh kita. Dengan demikian, darah memiliki suatu sistem pengangkutan yang disebut **sistem peredaran darah**. Sistem peredaran darah manusia terdiri atas jantung dan pembuluh darah.

Jantung merupakan pusat sistem peredaran darah manusia. Dari jantung, darah dialirkan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah arteri atau pembuluh nadi. Sedangkan darah yang menuju ke jantung dibawa oleh pembuluh darah vena atau pembuluh darah balik. Jadi, jantung berfungsi

Jantung

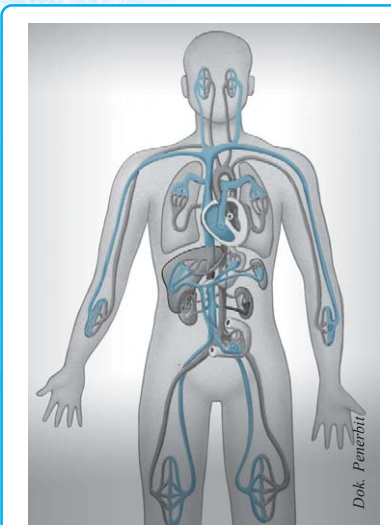
memompa darah agar mengalir ke seluruh bagian tubuh kita. Perhatikan gambar 6.6 di atas!

Dari gambar tampak bahwa jantung memiliki 4 buah ruang yang disebut serambi dan bilik serta 4 buah katub. Katub pada jantung berfungsi mencegah darah berbalik arah. Darah dalam tubuh kita mengalir dengan sistem tertentu. Perhatikan kembali gambar bagian jantung di samping!



Sebaiknya Tahu

Ketika orang beristirahat, jantung memompa 5–6 liter darah tiap menit. Olahraga ringan menyebabkan jantung memompa 7–8 liter darah tiap menit. Sedangkan olahraga berat memompa 30 liter darah tiap menit. (Dikutip seperlunya dengan perubahan dari: *Hambaran Dunia Ilmu Time Life: Tubuh Manusia*, Tira Pustaka, 2002)



Gambar 6.7 Peredaran darah melalui arteri dan vena. Pembuluh darah arteri digambarkan dengan warna hitam sedangkan pembuluh darah vena digambarkan dengan warna biru

Dari batang pembuluh vena cava atas dan bawah, darah masuk ke serambi kanan. Setelah melalui serambi kanan, darah dipompa masuk ke bilik kanan. Selanjutnya darah masuk ke arteri paru-paru kemudian masuk ke paru-paru. Darah yang berasal dari vena paru-paru masuk ke serambi kiri, kemudian dialirkan ke bilik kiri. Selanjutnya dari bilik kiri darah masuk ke pembuluh besar atau aorta untuk kemudian diedarkan ke seluruh tubuh.

Darah yang mengalir menjauhi jantung dibawa oleh **pembuluh darah arteri** atau **pembuluh nadi**. Darah yang menjauhi jantung membawa oksigen dan zat makanan, kecuali arteri pada paru-paru yang tidak mengandung oksigen dan zat makanan. Alur peredaran darah dari jantung ke seluruh tubuh yang dibawa oleh arteri adalah sebagai berikut.

Arteri

Jantung → Arteri → Arteriolum → Pembuluh nadi (arteri) kapiler

Sedangkan darah yang mengalir menuju jantung dibawa oleh pembuluh darah vena atau pembuluh balik. Pembuluh darah vena mengandung CO₂, sedikit oksigen (O₂), dan sedikit sari makanan, kecuali pada vena paru-paru yang mengandung lebih banyak O₂ dan sari makanan. Alur peredaran darah dari bagian tubuh lain ke jantung yang dibawa oleh vena adalah sebagai berikut.

Pembuluh vena kapiler → Venolus → Vena paru-paru → Jantung

Vena



Kerja Mandiri

Kerjakan di buku tugasmu!

Buatlah sebuah karya ilmiah atau esai yang bertema pentingnya sistem peredaran darah pada manusia! Buatlah dengan menggunakan kata-kata dan opini pribadimu berdasarkan literatur dan pengetahuan yang kamu peroleh! Kumpulkan hasilnya kepada gurumu untuk dinilai!

C. Tekanan Darah

Kamu tentu sering mendengar istilah tekanan darah, bukan? Bahkan mungkin kamu pernah diperiksa tekanan darahnya oleh dokter. Sebenarnya apa sih tekanan darah itu? Tekanan darah adalah tekanan yang terjadi saat darah dipompa oleh jantung guna dialirkan ke tempat tertentu.

Adapun proses terjadinya tekanan darah pada jantung adalah sebagai berikut.

1. Jantung berkerut → darah dipompa masuk ke dalam pembuluh nadi → tekanan darah menjadi maksimum. Tekanan darah maksimum disebut dengan *sistol*.
2. Jantung mengendur/relaksasi → darah tidak dipompa → tekanan darah minimum. Tekanan darah minimum disebut sebagai tekanan *diastol*.

Tekanan darah normal bagi individu berusia antara 20-35 tahun adalah sebagai berikut.

- a. *Sistol* : 120 mmHg
- b. *Diastol* : 80 mm Hg



Gambar 6.8 Spigmomanometer digunakan untuk mengukur tekanan darah

Sedangkan tekanan darah tidak normal antara lain:

- a. Tekanan darah tinggi: *sistol* atau *diastol* atau keduanya di atas batas normal, misalnya 170/100 mmHg (*sistol* 170 mmHg; *diastol* 100 mmHg).
- b. Tekanan darah rendah: *sistol* atau *diastol* atau keduanya di bawah batas normal, misalnya 100/60 mmHg (*sistol* 100 mmHg; *diastol* 60 mmHg).

Tekanan darah seseorang dipengaruhi oleh banyak faktor sehingga tekanan darah normal antara individu satu dengan lainnya belum tentu sama.

Tekanan Darah

Sistol dan Diastol



Studi Pustaka

Carilah buku, majalah, atau artikel yang memuat tentang cara menggunakan spigmanometer! Setelah itu, catat hasilnya di buku catatanmu sebagai referensi!

D. Gangguan Sistem Peredaran Darah

Sistem peredaran darah manusia terkadang dapat mengalami suatu gangguan. Gangguan tersebut dapat terjadi karena keturunan (genetis), penyakit, atau karena gaya hidup individu yang bersangkutan. Berikut ini adalah beberapa contoh gangguan sistem peredaran darah pada manusia.

1. Hemofili

Hemofili adalah penyakit kekurangan atau tidak adanya zat *antihemofili* sehingga darah si penderita sulit membeku. Akibatnya jika si penderita hemofili (*hemofilia*) mengalami luka pendarahan, darah akan terus mengalir dan sulit membeku.

2. Anemia

Anemia merupakan penyakit kekurangan sel darah merah atau eritrosit. Penyakit ini dapat disebabkan oleh beberapa hal. Misalnya, tubuh kekurangan zat besi, akibatnya proses pembentukan darah menjadi terhambat. Penyebab lainnya antara lain rendahnya kadar hemoglobin dalam darah atau terkena penyakit infeksi cacing.

3. Penyakit Kuning pada Bayi

Bayi yang lahir dengan kulit berwarna kekuningan dapat terjadi karena rusaknya sel-sel darah merah pada bayi tersebut.

4. Leukimia

Leukimia atau kanker darah terjadi karena sel darah putih (sel limfosit B) mengalami kelainan sehingga tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Selain itu, sel tersebut juga mengalami pembelahan yang tidak terkendali.

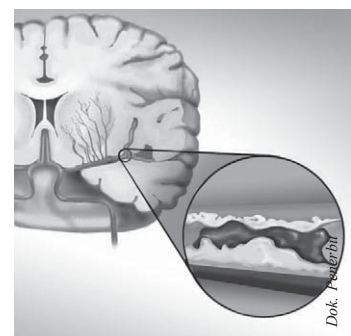
5. Tekanan Darah Tinggi

Tekanan darah tinggi juga dikenal sebagai *hipertensi*. Penyakit ini muncul karena adanya penyempitan pembuluh darah arteri sehingga tekanan darah menjadi meningkat. Pada beberapa kasus, tekanan darah tinggi disertai dengan gejala stroke. Selain faktor genetis, penyakit ini juga dipicu oleh pola makan yang tinggi kadar lemak dan zat kapur. Konsumsi makanan yang mengandung lemak dan zat kapur dalam kadar tinggi dapat mengakibatkan penebalan dinding pembuluh darah yang menyebabkan penyempitan pembuluh darah.



Sebaiknya Tahu

Warna biru (memar) di kulit pada saat kamu terluka atau terkena benturan sebenarnya merupakan proses pembekuan darah yang terjadi di dalam jaringan tubuh. Darah akibat luka tidak keluar karena bagian permukaan tubuh tidak tergores. Darah hanya merembes keluar dari pembuluh dan berada di jaringan, kemudian membeku di dalam daging atau jaringan di bawah kulit. Darah yang membeku merupakan sel mati yang kemudian akan dimakan oleh sel-sel imun, antara lain sel-sel monosit sehingga akhirnya hilang dan memar menjadi sembuh.



Gambar 6.9 Penyempitan pembuluh arteri pada otak dapat mengakibatkan stroke

6. Tekanan Darah Rendah

Tekanan darah rendah atau *hipotensi* dapat disebabkan oleh kelelahan. Tekanan darah rendah pada ibu hamil dapat mengakibatkan janin yang dikandung mengalami penurunan tingkat kecerdasan. Gejala tekanan darah rendah antara lain pusing, pingsan, dan tubuh lemah atau letih.

7. Trombus dan Embolus

Trombus dan *embolus* merupakan penyakit terhentinya pembuluh utama yang berfungsi menghantarkan O_2 ke otot jantung. Penyakit ini terjadi karena adanya penggumpalan atau infeksi pada katup jantung sehingga katup jantung tidak dapat menutup lagi dan bocor.

8. Sklerosis

Sklerosis merupakan penyakit mengerasnya pembuluh darah arteri karena timbunan lemak dan zat kapur. Pengerasan ini selanjutnya akan menimbulkan hipertensi. Pengendapan oleh zat lemak disebut *atherosclerosis* dan pengendapan oleh zat kapur disebut *arteriosclerosis*.

9. Varises

Varises merupakan penyakit pelebaran pembuluh darah yang terjadi pada bagian tertentu, misalnya pada betis.

10. Ambeien atau Hemoroid

Penyakit *ambeien* sering dijumpai pada pria. Ambeien terjadi karena adanya pembengkakan atau pelebaran pembuluh darah pada ujung *rektum* atau *anus*.



Gambar 6.10 Varises yang terjadi pada kaki



Kerja Berpasangan

Kerjakan bersama teman sebangkumu!

Carilah beberapa jenis penyakit gangguan sistem peredaran darah selain yang disebutkan di atas! Sertakan pula cara pencegahan dan pengobatannya! Kerjakan dalam bentuk esai dan kumpulkan kepada gurumu untuk dinilai!



Rangkuman

1. Darah berfungsi mengangkut oksigen dan sari makanan ke seluruh bagian tubuh.
2. Darah terdiri atas sel darah merah (eritrosit), plasma darah, dan keping darah.
3. Sistem peredaran darah manusia terdiri atas:
 - a. jantung,
 - b. pembuluh darah arteri, dan
 - c. pembuluh darah vena.

4. Jantung berfungsi memompa darah untuk dialirkan menuju ke bagian tubuh lainnya.
5. Pembuluh darah arteri berfungsi mengangkut darah yang mengandung oksigen dan sari makanan dari jantung ke bagian tubuh lainnya.
6. Pembuluh darah vena berfungsi mengangkut darah dari bagian tubuh lain menuju ke jantung.
7. Tekanan darah adalah tekanan yang terjadi saat jantung memompa darah yang akan dialirkan ke tempat tertentu.
8. Penyakit atau gangguan pada sistem peredaran darah manusia antara lain:
 - a. hemofili,
 - b. anemia,
 - c. penyakit kuning pada bayi,
 - d. leukimia,
 - e. tekanan darah tinggi,
 - f. tekanan darah rendah,
 - g. trombus dan embolus,
 - h. sklerosis,
 - i. varises, serta
 - j. ambeien.



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

1. Sistem transportasi pada manusia adalah
 - a. sistem pernafasan
 - b. sistem pencernaan
 - c. sistem peredaran darah
 - d. sistem urinaria
2. Berikut adalah bagian-bagian dari darah, **kecuali**
 - a. trombosit
 - b. eritrosit
 - c. leukosit
 - d. leukoplas
3. Berikut ini merupakan bagian darah yang berfungsi untuk membunuh kuman yang masuk ke dalam tubuh, **kecuali**
 - a. monosit
 - b. eosinofil
 - c. granulosit
 - d. eritrosit
4. Bagian darah yang berfungsi dalam pembekuan darah adalah
 - a. trombokinase
 - b. trombin
 - c. protombin
 - d. fibrin
5. Zat yang berfungsi paling akhir dalam menutup luka adalah
 - a. protombin
 - b. trombin
 - c. fibrinogen
 - d. fibrin
6. Golongan darah B dapat ditransfusi oleh golongan darah
 - a. A dan B
 - b. B dan O
 - c. B dan AB
 - d. O dan AB
7. Jika seorang yang bergolongan darah A menerima transfusi darah dari seseorang yang bergolongan darah AB, yang terjadi adalah
 - a. terjadi penggumpalan darah karena antigen A direspon oleh anti-B
 - b. tidak terjadi penggumpalan darah
 - c. terjadi penggumpalan darah karena antigen B direspon oleh anti-B
 - d. terjadi penggumpalan darah karena antigen A direspon oleh anti-A

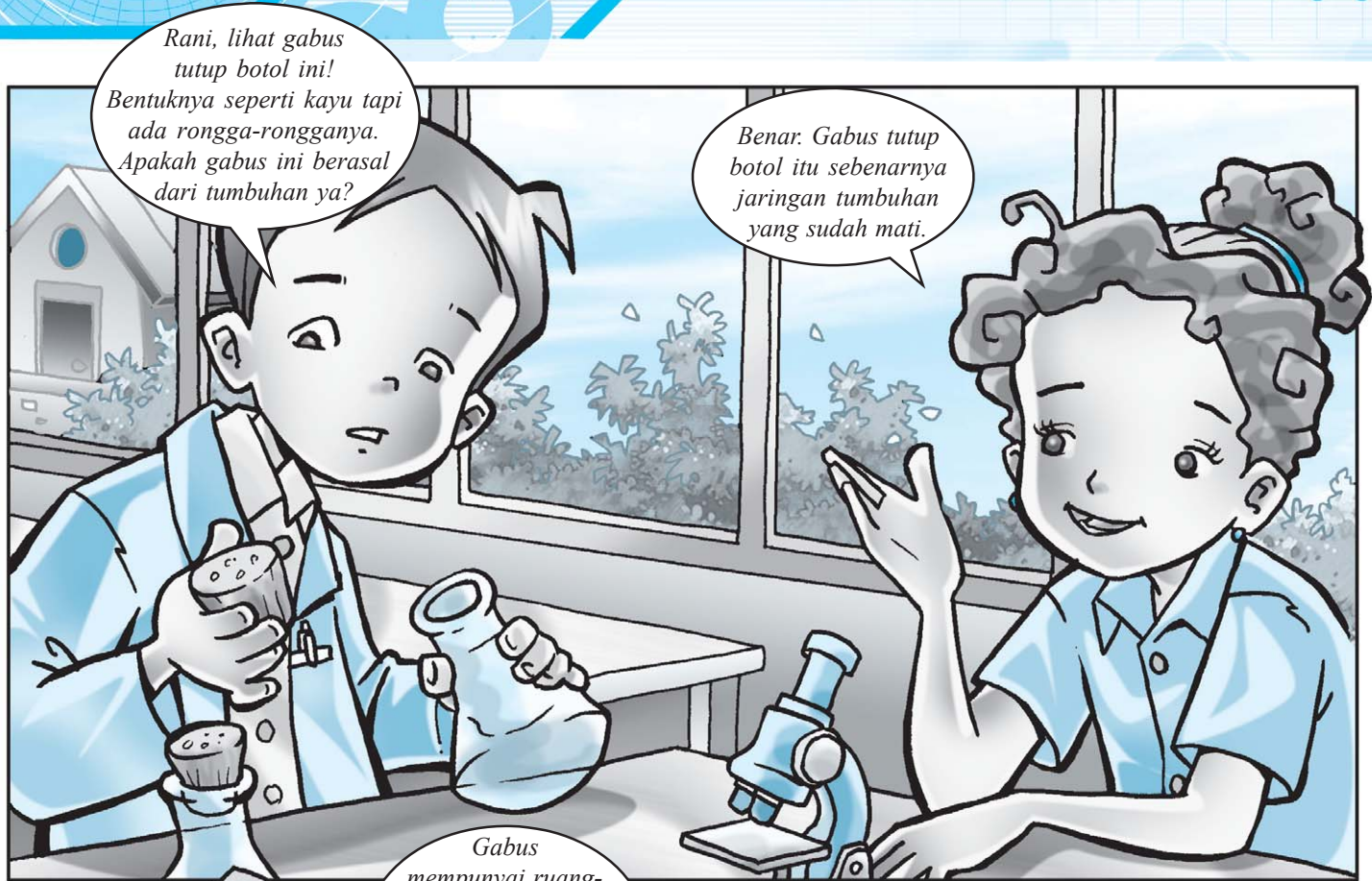
8. Darah yang menuju ke jantung dialirkan oleh pembuluh
 - a. arteri
 - b. vena
 - c. aorta
 - d. katup
9. Bagian jantung yang menerima darah dari paru-paru adalah
 - a. serambi kanan
 - b. serambi kiri
 - c. bilik kanan
 - d. bilik kiri
10. Penyakit yang disebabkan oleh pelebaran pembuluh darah adalah
 - a. varises dan hipertensi
 - b. hipertensi dan sklerosis
 - c. ambeien dan varises
 - d. anemia dan leukemia

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

1. Sebut dan jelaskan fungsi masing-masing sel darah putih atau leukosit!
2. Jelaskan proses yang terjadi ketika seseorang jarinya teriris pisau sampai penyembuhan luka!
3. Jelaskan apa yang terjadi jika seorang bergolongan darah AB mendonorkan darahnya kepada seseorang yang bergolongan darah O!
4. Buatlah diagram atau skema alur peredaran darah dalam tubuh!
5. Sebut dan jelaskan beberapa penyakit yang terkait dengan peredaran darah!

BAB
7

STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN



Gerbang



Gambar 7.1 Tanaman pisang ini semula kecil kemudian tumbuh dan berkembang

Coba kamu amati pohon-pohon di sekitarmu! Mengapa pohon dapat tumbuh? Ya, tumbuh dan berkembang adalah salah satu ciri makhluk hidup. Setiap makhluk hidup, termasuk tanaman pasti tumbuh dan berkembang. Perhatikan juga bagian-bagian tumbuhan. Ada daun, bunga, batang, akar, dan lain sebagainya. Sebagaimana makhluk hidup lainnya, tumbuhan mempunyai bagian-bagian yang disebut dengan jaringan. Jaringan inilah yang mempunyai fungsi-fungsi tertentu untuk kehidupan tumbuhan tersebut. Apa sajakah jaringan tubuh tumbuhan itu? Apa fungsi setiap jaringan? Kita akan mempelajarinya melalui uraian berikut.

Kata kunci: jaringan – struktur – meristem – palisade – korteks

A. Jaringan pada Tumbuhan

Jaringan adalah sekelompok sel yang mempunyai struktur dan fungsi yang sama. Pada awal perkembangan tumbuhan, semua sel melakukan pembelahan diri. Namun, pada perkembangan lebih lanjut, pembelahan sel hanya terbatas pada jaringan yang bersifat embrionik. Jaringan yang bersifat embrionik adalah jaringan meristem yang selalu membelah diri. Pada *korteks* batang terjadi pembelahan tetapi pembelahannya sangat terbatas.

Sel meristem tumbuh dan mengalami spesialisasi membentuk berbagai macam jaringan. Jaringan yang terbentuk tersebut tidak mempunyai kemampuan untuk membelah diri lagi. Jaringan ini disebut jaringan dewasa.

1. Jaringan Meristem

Jaringan *meristem* adalah jaringan yang terus-menerus membelah. Berdasarkan asal usulnya, jaringan meristem dikelompokkan menjadi 2, yaitu meristem primer dan meristem sekunder.

Jaringan

a. Jaringan meristem primer

Jaringan meristem primer merupakan perkembangan lebih lanjut dari pertumbuhan embrio. Contoh jaringan meristem primer adalah ujung batang dan ujung akar. Meristem yang terdapat di ujung batang dan ujung akar disebut meristem apikal.

Aktivitas jaringan meristem primer mengakibatkan batang dan akar bertambah panjang. Pertumbuhan jaringan meristem primer disebut **pertumbuhan primer**.

b. Jaringan meristem sekunder

Jaringan meristem sekunder adalah jaringan meristem yang berasal dari jaringan dewasa, yaitu kambium dan kambium gabus. Pertumbuhan jaringan meristem sekunder disebut **pertumbuhan sekunder**. Kegiatan jaringan meristem menimbulkan penambahan besar tubuh tumbuhan.

Berdasarkan posisi dalam tubuh tumbuhan, meristem dibedakan menjadi tiga, yaitu sebagai berikut.

- Meristem apikal*; terdapat di ujung pucuk utama, pucuk lateral, serta ujung akar.
- Meristem interkalar*; terdapat di antara jaringan dewasa, contoh pada pangkal ruas suku rumput-rumputan.
- Meristem lateral*; terletak sejajar dengan permukaan organ tempat ditemukannya. Contohnya kambium dan kambium gabus (*felogen*).

2. Jaringan Dewasa

Jaringan dewasa adalah jaringan yang sudah berhenti membelah. Sifat-sifat jaringan dewasa antara lain sebagai berikut.

- Tidak mempunyai aktivitas untuk memperbanyak diri.
- Ukuran relatif besar dibanding sel meristem.
- Memiliki *vakuola* yang besar.
- Kadang-kadang selnya sudah mati.
- Dinding sel telah mengalami penebalan.
- Terdapat ruang antarsel.

Menurut asal meristemnya, jaringan dewasa dibedakan atas jaringan primer dan jaringan sekunder. Jaringan primer berasal dari meristem primer, sedangkan jaringan sekunder berasal dari meristem sekunder. Adapun jaringan dewasa penyusun organ tumbuhan tingkat tinggi antara lain: jaringan pelindung (*epidermis*), jaringan dasar (*parenkim*), jaringan penguat (*kolenkim* dan *sklerenkim*), jaringan pengangkut (*floem* dan *xilem*), dan jaringan *sekretoris*.

a. Jaringan pelindung (epidermis)

Jaringan epidermis terdapat pada permukaan organ-organ tumbuhan primer seperti akar, batang, daun, buah, dan biji. Jaringan epidermis berfungsi melindungi bagian dalam tumbuhan dari pengaruh faktor luar yang dapat merugikan pertumbuhannya.

**Pertumbuhan
Primer**

**Pertumbuhan
Sekunder**

Sel-sel epidermis dapat berkembang menjadi alat-alat tambahan lain (derivat epidermis), misalnya *stoma*, *trikoma*, *sel kipas*, *sistolit*, *sel silika*, dan *sel gabus*.

b. Jaringan dasar (parenkim)

Jaringan ini terbentuk dari sel-sel hidup dengan struktur morfologi dan fisiologi yang bervariasi dan masih melakukan kegiatan proses fisiologis. Jaringan parenkim disebut jaringan dasar karena terdapat di hampir setiap bagian tumbuhan. Pada daun, parenkim merupakan *mesofil* daun yang kadang berdiferensiasi menjadi jaringan tiang dan jaringan bunga karang.

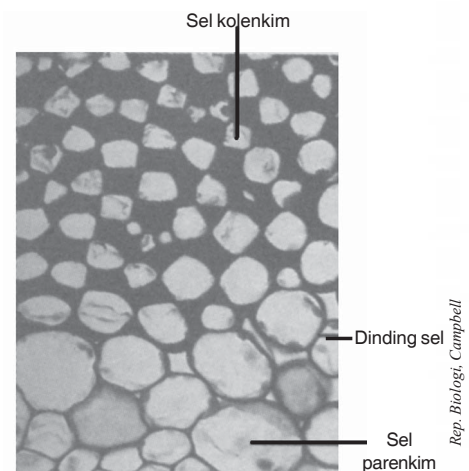
c. Jaringan penyokong (penguat)

Jaringan penyokong merupakan jaringan yang memberi kekuatan bagi tumbuhan. Berdasarkan bentuk dan sifatnya, jaringan penyokong dibedakan menjadi jaringan **kolenkim** dan jaringan **sklerenkim**.

1) Jaringan kolenkim

Jaringan kolenkim terdiri atas sel-sel yang bagian sudut dinding selnya mengalami penebalan selulosa dan sel-selnya hidup. Jaringan ini terdapat pada organ-organ tumbuhan yang masih aktif mengadakan pertumbuhan dan perkembangan.

Kolenkim mempunyai protoplas, mempunyai sel primer yang lebih tebal daripada sel parenkim. Jaringan kolenkim biasanya berkelompok dalam bentuk untaian atau silinder. Oleh karena kolenkim tidak mempunyai dinding sekunder dan bahan penguat (*lignin*) maka kolenkim dapat menyokong batang tanpa menghalangi pertumbuhan. Kolenkim tumbuh memanjang mengikuti daun dan akar yang disokongnya.



Gambar 7.2 Jaringan kolenkim dan parenkim

2) Jaringan sklerenkim

Jaringan sklerenkim tersusun oleh sel-sel mati yang seluruh dindingnya mengalami penebalan sehingga memiliki sifat kuat. Jaringan ini hanya dijumpai pada bagian tumbuhan yang tidak lagi mengadakan pertumbuhan dan perkembangan. Jaringan sklerenkim terdiri atas serabut (serat-serat sklerenkim) dan *sklereid* (sel batu).

Serabut umumnya dalam bentuk untaian atau dalam bentuk lingkaran. Di dalam berkas pengangkut, serabut biasanya berbentuk seludang yang berhubungan dengan berkas pengangkut atau dalam kelompok yang tersebar di dalam xilem dan floem. Sklereid lebih pendek daripada serat.

d. Jaringan pengangkut (*vaskuler*)

Jaringan pengangkut pada tumbuhan tingkat tinggi berupa xilem dan floem. Xilem terdiri atas trakea, trakeid, serta unsur lain seperti serabut xilem dan parenkim xilem.

1) Xilem

Xilem merupakan suatu jaringan pengangkut yang kompleks yang terdiri atas berbagai macam bentuk sel. Umumnya sel-sel penyusun xilem telah mati, dinding sangat tebal tersusun dari zat lignin sehingga xilem berfungsi juga sebagai jaringan penguat. Xilem berfungsi mengangkut air dari akar melewati batang dan menuju ke daun. Unsur xilem terdiri atas unsur trakeal, serabut xilem, dan parenkim xilem.

2) Floem

Floem merupakan jaringan yang berfungsi mengangkut hasil fotosintesis dari daun menuju ke seluruh tubuh tumbuhan. Floem terdiri atas buluh tapis, unsur-unsur tapis, sel pengiring, parenkim floem, dan serabut floem.

Berdasarkan posisi xilem dan floem, berkas pengangkut dapat dibedakan menjadi 3 tipe, yaitu kolateral, konsentris, dan radial.

1) Tipe kolateral

Berkas pengangkut disebut kolateral jika berkas pengangkut xilem dan floem terletak berdampingan. Floem berada di bagian luar dari xilem. Tipe kolateral dibagi menjadi 2, yaitu kolateral terbuka dan kolateral tertutup. Jika antara xilem dan floem terdapat kambium maka disebut kolateral terbuka. Kolateral terbuka dapat dijumpai pada *dicotyledon* dan *gymnospermae*. Adapun pada kolateral tertutup, antara xilem dan floem tidak terdapat kambium. Contoh tipe kolateral tertutup adalah pada *monocotyledon*.

2) Tipe konsentris

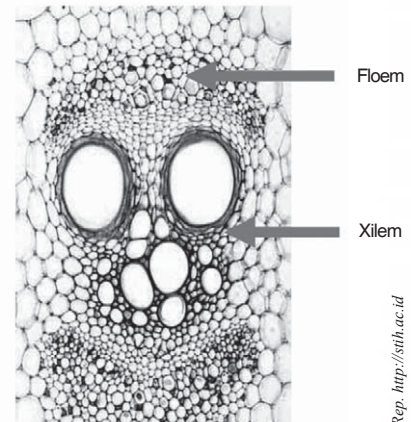
Tipe berkas pengangkut disebut konsentris apabila xilem dikelilingi floem atau sebaliknya.

3) Tipe radial

Tipe berkas pengangkut disebut tipe radial apabila xilem dan floem letaknya bergantian menurut jari-jari lingkaran. Contoh tipe radial adalah pada akar *monocotyledon*.

e. Jaringan sekretoris

Jaringan sekretoris disebut juga kelenjar internal karena senyawa yang dihasilkan tidak keluar dari tubuh. Jaringan sekretoris dibagi menjadi sel kelenjar, saluran kelenjar, dan saluran getah. Sel kelenjar mengandung bermacam senyawa hasil metabolisme. Saluran kelenjar adalah sel berdinding tipis dengan protoplasma yang kental mengelilingi suatu ruas berisi senyawa yang dihasilkan oleh sel-sel tersebut. Saluran getah terdiri atas sel-sel atau sederet sel yang mengalami fusi, berisi getah, dan membentuk suatu sistem jaringan yang menembus jaringan-jaringan lain.



Gambar 7.3 Floem dan xilem

Rep. <http://stih.ac.id>



Kerja Berpasangan

Kerjakan bersama teman sebangkumu!

1. Amatilah sebuah tanaman yang ada di halaman sekolah!
2. Sebutkan nama tanaman tersebut dan catatlah nama bagian-bagian tanaman itu!
3. Gambarlah bagian-bagian tanaman itu di selembar kertas folio!
4. Sebutkan jaringan tumbuhan tersebut!
5. Kumpulkan hasil kerjamu kepada guru untuk didiskusikan di kelas!

B. Organ Tumbuhan

Sebelumnya telah disinggung mengenai bagian-bagian atau organ tumbuhan. Organ pada tumbuhan terdiri atas akar, batang, daun, bunga, biji, dan buah.

1. Akar

Akar merupakan bagian tumbuhan yang berfungsi menyerap air dan mineral dari dalam tanah. Tidak semua akar dapat mengisap zat-zat makanan, tetapi hanya bagian tertentu saja yaitu bagian yang belum diliputi gabus dan bagian yang belum tua. Bagian yang berperan dalam penghisapan makanan ini mudah mengalami kerusakan karena lingkungan yang tidak cocok, misalnya karena aerasi yang jelek, kurangnya kadar air dalam tanah, tingginya keasaman tanah. Bagian-bagian akar adalah sebagai berikut.

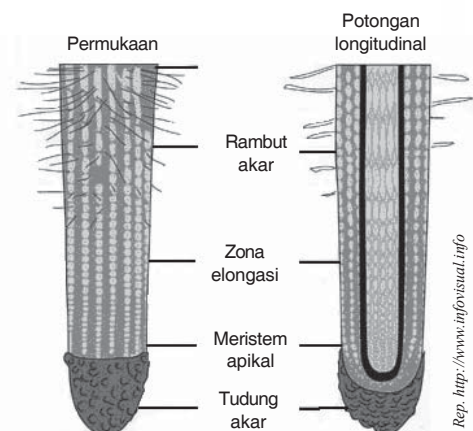
a. Meristem apikal

Meristem apikal terdapat di bagian ujung akar, merupakan titik awal pertumbuhan akar. Pembelahan meristem apikal membentuk daerah pemanjangan, dan kemudian daerah deferensiasi. Daerah diferensiasi dibagi menjadi dua, yaitu:

- a. Daerah pendewasaan jaringan primer
- b. Daerah jaringan primer yang sudah dewasa. Setelah itu terjadi pertumbuhan jaringan sekunder.

b. Kaliptra

Kaliptra merupakan tudung akar atau bagian yang menutupi meristem apikal. kaliptra berfungsi sebagai sarung pelindung akar. Tudung akar berasal dari meristem apikal dan terdiri dari sel-sel parenkim. Sel-sel dipermukaannya terus menerus lepas secara berkesambungan, dan sel di bawahnya menjadi berlendir. Sel-sel baru terbentuk pada tudung akar bagian dalam dari meristem apikal.



Gambar 7.4 Akar muda

Struktur anatomi akar dapat diamati dengan cara melakukan pemotongan akar secara melintang. Urutan dari luar ke dalam adalah sebagai berikut.

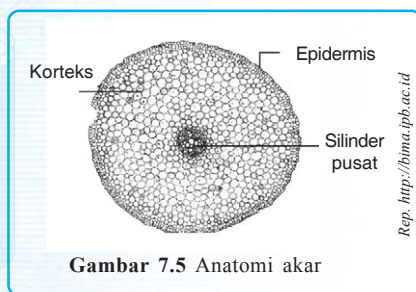
a. Epidermis (lapisan luar/kulit luar)

Epidermis akar terdiri atas satu lapis sel yang tersusun rapat. Epidermis akar umumnya tidak berkutikula. Pada daerah dekat ujung akar, sel-sel epidermis ini termodifikasi menjadi bulu-bulu akar. Bulu akar berfungsi untuk memperluas bidang penyerapan.

b. Korteks (lapisan pertama/kulit pertama)

Korteks merupakan daerah antara epidermis dengan silinder pusat. Korteks terdiri atas sel-sel parenkim yang berdinding tipis dan tersusun melingkar. Di dalam korteks terdapat ruang-ruang antarsel sebagai tempat penyimpanan udara. Fungsi korteks adalah sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan.

c. Endodermis (lapisan antara korteks dan stele)



Gambar 7.5 Anatomi akar

Lapisan *endodermis* akar terletak di sebelah dalam korteks, yaitu berupa sebaris sel yang tersusun rapat tanpa ruang antarsel. Dinding sel endodermis mengalami penebalan gabus. Penebalan berupa rangkaian berbentuk pita. Penebalan seperti pita ini disebut *pita kaspari*. Penebalan semula berupa titik yang disebut titik

kaspari. Penebalan gabus menyebabkan dinding sel tidak dapat ditembus oleh air. Untuk masuk ke silinder pusat, air melalui endodermis yang dindingnya tidak mengalami penebalan yang disebut dengan sel penerus. Endodermis berperan mengatur lalu lintas zat ke dalam pembuluh akar.

d. Stele (silinder pusat, yaitu lapisan tengah akar)

Silinder pusat terletak di sebelah dalam endodermis. Di dalamnya terdapat pembuluh kayu (*xilem*), pembuluh tapis (*floem*) yang sangat berperan dalam proses pengangkutan air dan mineral, dan *perisikel* yang berada tepat di sebelah dalam endodermis. Perisikel berfungsi membentuk akar cabang. Akar ini akan menembus ke luar melalui endodermis, korteks, dan epidermis. Pertumbuhan cabang akar ini disebut pertumbuhan *endogen*. Pada tanaman dikotil, di antara xilem dan floem terdapat kambium ikatan pembuluh. Pada tanaman monokotil, selain xilem dan floem terdapat *empulur* tetapi tidak terdapat kambium ikatan pembuluh.

Berdasarkan strukturnya, secara umum terdapat dua macam akar, yaitu *akar tunggang* dan *akar serabut*.

a. Akar tunggang

Akar tunggang berasal dari akar lembaga yang tumbuh terus menjadi akar primer (akar pokok). Akar tunggang terdapat pada tumbuhan dikotil dan tumbuhan berbiji terbuka. Berdasarkan percabangan dan bentuknya, akar tunggang dibagi dalam 2 kelompok, yaitu:

1)



Gambar 7.6 Akar tunggang

Akar tunggang tidak bercabang atau sedikit bercabang. Jika ada percabangannya biasanya terdiri atas akar-akar halus yang berbentuk serabut. Akar tunggang demikian sering kali berhubungan dengan fungsinya menyimpan air dan makanan. Akar tersebut mempunyai bentuk yang istimewa. Akar

tunggang pada tanaman wortel dan lobak disebut dengan *akar tombak* atau *akar pena*. Disebut demikian karena bentuk pangkalnya besar meruncing ke ujung dengan serabut-serabut akar sebagai percabangan. Ada juga akar tunggang yang berbentuk gasing seperti yang terdapat pada tanaman bengkoang dan bit karena pangkal akar besar membulat. Akar-akar serabut sebagai cabang hanya terdapat pada ujung yang sempit meruncing.

2) Akar tunggang bercabang. Akar ini berbentuk kerucut panjang tumbuh lurus ke bawah, bercabang banyak dan cabangnya bercabang lagi sehingga memberi kekuatan yang lebih besar pada batang. Daerah perakaran menjadi luas sehingga penyerapan makanan lebih banyak. Akar tunggang jenis ini banyak dijumpai pada tanaman yang ditanam dari biji. Akar tunggang terdapat pada pohon mangga, nangka, rambutan, dan masih banyak lagi.

b. Akar serabut



Gambar 7.7 Akar serabut

Akar serabut adalah akar yang tumbuh dari pangkal batang setelah akar lembaga (embrio) mati. Akar ini terutama terdapat pada tumbuhan monokotil. Akar serabut mempunyai struktur yang berbeda dengan akar tunggang. Pada tumbuhan yang berakar tunggang terdapat akar lembaga yang tumbuh terus membesar dan memanjang dan akhirnya menjadi *akar primer* atau *akar pokok*, sedangkan pada tumbuhan yang berakar serabut akar lembaga tidak tumbuh terus dan akhirnya mati. Pada pangkal batang akan tumbuh akar serabut yang ukurannya lebih kecil daripada akar lembaga, namun bercabang-cabang.

Berdasarkan cirinya, akar serabut dibagi dalam berbagai bentuk, yaitu:

- 1) akar bentuk benang, misalnya pada tanaman padi dan jagung,
- 2) akar gantung atau akar udara, misalnya pada pohon beringin,
- 3) akar pengisap, misalnya pada benalu,
- 4) akar pelekat, misalnya pada sirih,
- 5) akar nafas, misalnya pada bogem,
- 6) akar tunjang, misalnya pada pandan dan bakau,
- 7) akar pembelit, misalnya pada vanili,

- 8) akar banir, misalnya pada sukun, dan
- 9) akar lutut, misalnya pada pohon tanjung.

Fungsi akar adalah untuk menyerap air dan unsur hara dari dalam tanah, menyimpan cadangan makanan, bernapas, dan sebagai alat perbanyakan tanaman secara vegetatif.

a. Menyerap air dan unsur hara dari dalam tanah

Akar dipergunakan oleh tumbuhan untuk memperoleh bahan-bahan yang diperlukan untuk pertumbuhannya. Akar menyerap bahan-bahan mineral bersamaan dengan air dari lingkungannya. Air masuk ke dalam akar melalui rambut-rambut akar. Rambut akar atau bulu akar merupakan perubahan bentuk dari jaringan epidermis akar yang berfungsi mengisap air dan unsur-unsur hara dari dalam tanah.

b. Memperkokoh berdirinya batang tanaman

Selain untuk menyerap air dan unsur hara, akar juga berfungsi untuk memperkokoh berdirinya tumbuhan sehingga dapat berdiri tegak di tempat tumbuhnya. Tumbuhan yang tinggi membutuhkan sistem perakaran yang semakin kuat untuk menahan terpaan angin yang semakin besar.

c. Tempat menyimpan cadangan makanan

Sebagian tanaman menyimpan cadangan makanan pada akarnya. Makanan yang disimpan biasanya berupa pati atau tepung. Cadangan makanan yang tersimpan dalam akar dipergunakan selama masa pertumbuhan tertentu dan akan digunakan untuk proses pertumbuhan pada masa pertumbuhan selanjutnya. Sebagian tanaman yang tergolong herba sangat tergantung pada cadangan makanan yang tersimpan dalam akar terutama untuk mengatasi kondisi lingkungan yang buruk, misalnya pada musim kemarau sehingga tanaman tersebut dapat bertahan hidup.

d. Bernapas (respirasi)

Sel-sel yang terdapat pada akar juga membutuhkan oksigen untuk melakukan pernapasan seperti halnya sel-sel pada makhluk hidup lainnya. Untuk mencukupi kebutuhan akan oksigen tersebut maka akar mengambil oksigen dari rongga-rongga partikel tanah. Tanah yang gembur akan lebih mudah ditembus oleh udara sehingga kandungan oksigennya akan semakin banyak dibandingkan tanah yang padat. Tanah gembur dan banyak mengandung kompos atau tanah berpasir memiliki banyak rongga sehingga mudah ditembus udara. Hal ini menyebabkan banyak terdapat cadangan oksigen yang dapat dipergunakan oleh akar tanaman.

e. Alat perbanyakan secara vegetatif

Akar pada beberapa tanaman dipergunakan sebagai alat perbanyakan secara vegetatif, misalnya pada pohon sukun dan cemara. Pada tanaman sukun dan cemara akar yang menyumbul dari dalam tanah dapat menghasilkan tunas dan akhirnya menjadi tanaman baru.



Kerja Mandiri

Kerjakan di rumah dengan baik!

1. Gambarlah penampang akar tumbuhan dan sebutkan bagian-bagiannya!
2. Kumpulkan hasil karyamu kepada guru! Hasil karyamu dan teman-temanmu akan dijadikan bahan referensi di perpustakaan untuk adik kelasmu nanti.

2. Batang

Batang merupakan bagian tubuh tumbuhan yang amat penting. Fungsi batang antara lain sebagai berikut.

- a. Mendukung tubuh tumbuhan.
- b. Sebagai alat transportasi air, mineral, dan bahan-bahan makanan.
- c. Merupakan tempat tumbuhnya cabang, daun, dan bunga.

Batang dapat disamakan dengan sumbu tubuh tanaman. Struktur batang lebih kompleks dibandingkan dengan akar. Batang ada yang tumbuh di atas tanah dan ada yang tumbuh di bawah tanah. Batang yang tumbuh di dalam tanah berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan, misalnya pada tanaman jahe.

Batang tumbuhan tersusun dari tiga sistem jaringan, yaitu:

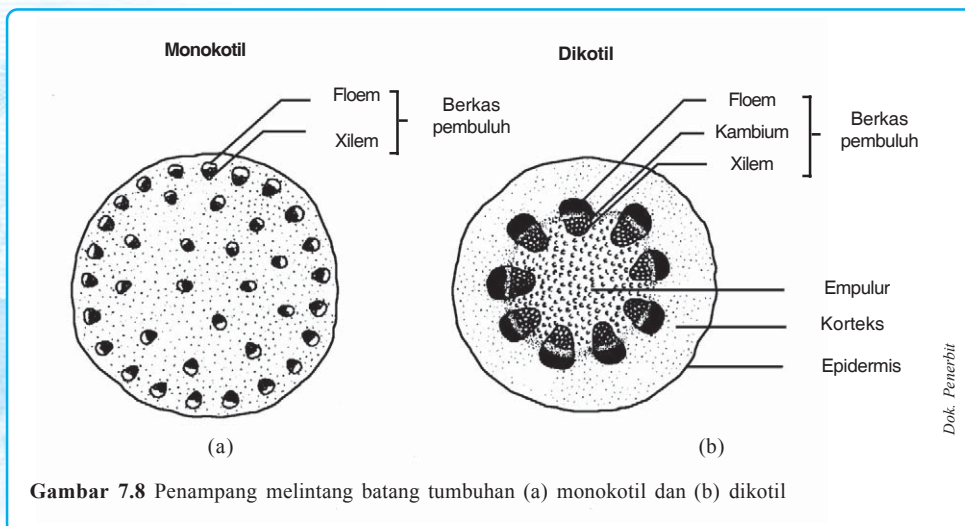
- a. epidermis
- b. korteks
- c. endodermis

Gambar di bawah ini menunjukkan struktur anatomi batang. Ada perbedaan yang nyata antara struktur internal batang tumbuhan dikotil dan monokotil.



Sebaiknya Tahu

Pada pohon kaktus, bagian yang nampak besar dan berwarna hijau adalah batang yang bersifat *herbaceous* karena kaktus hidup di daerah tandus sehingga dia menyimpan air pada batangnya. Adapun duri-duri kecil pada kaktus sebenarnya adalah helaian daun. Daun mengalami modifikasi bentuk menjadi duri untuk mencegah penguapan yang berlebih.



Gambar 7.8 Penampang melintang batang tumbuhan (a) monokotil dan (b) dikotil

Dok. Penerbit

Perbedaan antara struktur batang dikotil dan monokotil dapat kita lihat pada tabel berikut.

Tabel 7.1 Perbedaan struktur batang dikotil dan monokotil

Perbedaan	Letak Berkas Pembuluh	Letak Korteks	Empulur
Monokotil	Tersebar	Terdapat di antara berkas pembuluh dan epidermis.	Tidak ada.
Dikotil	Tersusun melingkar	Batas tidak jelas.	Ada.

Jenis batang pada tumbuhan angiospermae ada tiga, yaitu:

1. Tipe lunak berair (*herbaceous* atau *terna*).
Contoh: Kaktus.
2. Tipe berkayu (*lignosus*).
Contoh: Pohon mangga, pohon beringin, pohon jati.
3. Tipe rumput (*kalmus*).
Contoh: Tanaman padi.

Beberapa spesies tumbuhan memiliki batang yang mengalami modifikasi untuk fungsi yang beragam. Modifikasi batang antara lain sebagai berikut.

1. Rhizoma

Rhizoma adalah batang yang tumbuh horizontal di dalam tanah atau dekat dengan permukaan tanah. *Rhizoma* mempunyai ruas-ruas pendek dan pada bukannya terdapat daun-daun seperti sisik. Di sepanjang *rhizoma* dapat dijumpai adanya akar adventif, terutama di permukaan bagian bawah. *Rhizoma* merupakan tempat menyimpan cadangan makanan, misalnya pada famili *Zingiberaceae* (jahe-jahean).

2. Stolon

Stolon mirip dengan *runner*, tetapi biasanya tumbuh tegak di dalam tanah.

3. Runner

Runner adalah batang yang tumbuh horizontal di atas tanah, umumnya di sepanjang permukaan tanah, dan mempunyai ruas yang panjang, misalnya pada tanaman stroberi.

4. Umbi batang (*tuber*)

Modifikasi batang menjadi umbi batang terjadi pada kentang, yaitu berkembangnya beberapa ruas di ujung stolon. Mata tunas pada umbi kentang merupakan kuncup yang terdapat pada buku batang, setiap mata tunas tersebut akan mampu berkembang menjadi individu baru.

5. Umbi lapis (*bulb*)

Umbi lapis merupakan kuncup besar yang dikelilingi oleh sejumlah daun berdaging, dengan satu batang kecil dan pendek pada ujung bawah. Daun berdaging mengandung cadangan makanan. Pada bawang merah, daun berdaging selalu dikelilingi oleh daun-daun seperti sisik. Umbi lapis juga dijumpai pada tanaman tulip, lili, dan lain-lain.

6. Umbi kormus (*corm*)

Kormus mirip dengan umbi lapis tetapi bagian yang membengkak seluruhnya merupakan jaringan batang. Helaian daun berbentuk sisik menutupi seluruh permukaan kormus.

3. Daun

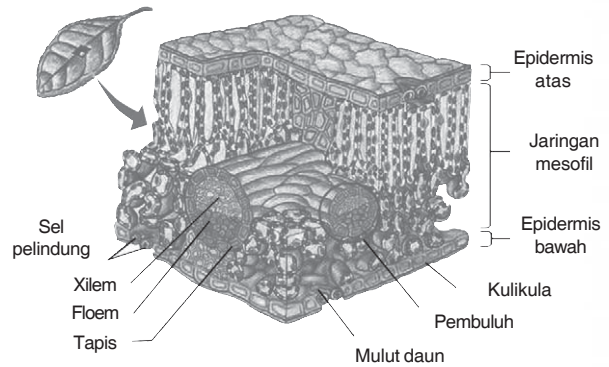
Tumbuhan mempunyai organ utama penyusun tubuh tumbuhan selain akar dan batang, yaitu daun. Daun disebut juga *folium*. Pada daun terjadi peristiwa fotosintesis. Fotosintesis untuk memasak bahan makanan penyusun energi bagi tumbuhan ini dilakukan pada bagian daun yang disebut klorofil. Gambar 7.9 menunjukkan gambaran potongan melintang daun. Sedangkan gambar 7.10 menunjukkan gambar sayatan membujur permukaan bawah daun di mana terdapat mulut daun atau stomata.

Perhatikan gambar penampang daun di samping ini!

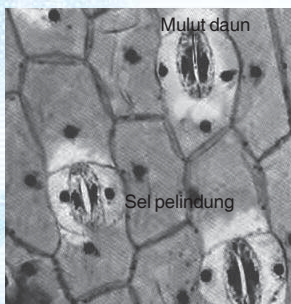
Stomata berupa pori-pori kecil terdapat di epidermis atas dan bawah daun. Pada tumbuhan darat jumlah stomata pada epidermis bawah daun lebih banyak daripada epidermis atas daun. Hal ini merupakan adaptasi tumbuhan untuk meminimalisasi hilangnya air dari daun. Celah stomata terbentuk apabila sepasang sel penjaga stoma mengerut. Sel penjaga ini mengatur ukuran stomata yang berperan penting dalam pertukaran gas (CO_2 dan O_2) yang terdapat di dalam daun dengan lingkungan luar. Selain itu, stomata juga berperan dalam pengaturan hilangnya air dari tumbuhan.

Sistem jaringan dasar pada daun disebut dengan mesofil. Pada daun tumbuhan dikotil, mesofilnya terdiferensiasi menjadi jaringan pagar dan bunga karang. Jaringan pagar dapat mengandung lebih dari 80 % kloroplas daun, sedangkan jaringan bunga karang merupakan tempat pertukaran gas karena sel-selnya tersusun longgar dengan ruang inter selular yang banyak.

Tulang-tulang daun yang mengandung berkas pembuluh tersebar di seluruh mesofil. Satu berkas pembuluh terdiri atas xilem dan floem dikelilingi oleh sel-sel parenkim berdinding tebal yang disebut dengan seludang pembuluh. Berkas pembuluh yang terdapat pada daun tersambung secara kontinu dengan berkas pembuluh yang terdapat pada batang. Hal ini memungkinkan tersalurkannya air dan mineral terlarut dari tanah ke daun dan juga memungkinkan tersalurkannya hasil fotosintesis dari daun ke bagian tumbuhan lainnya. Pada tumbuhan jagung dan tebu, seludang pembuluh adalah tempat terjadinya siklus Calvin dari proses fotosintesis.



Gambar 7.9 Penampang melintang jaringan daun



Gambar 7.10 Penampang membujur permukaan bawah daun



Kerja Kelompok

Kerjakan bersama kelompokmu!

1. Carilah beberapa jenis tanaman berikut!
 - a. Bayam
 - b. Cabai rawit
 - c. Kaktus
 - d. Rumput teki atau ilalang
 - e. Ketela pohon
2. Gambarlah dan jelaskan perbedaan bentuk akar, batang, dan daun dari tanaman pada soal nomor 1!



Praktikum

Mengenal Berbagai Bentuk Jaringan pada Tumbuhan

A. Tujuan

Mengetahui jaringan pada tumbuhan.

B. Bahan dan Alat

- | | |
|----------------------------------|---------|
| 1. Daun tanaman padi | 1 helai |
| 2. Daun tanaman nangka | 1 helai |
| 3. Batang tanaman bayam | 1 helai |
| 4. Pisau atau silet | 1 buah |
| 5. Pinset | 1 buah |
| 6. Gelas benda dan gelas penutup | 3 buah |
| 7. Air | 100 mL |
| 8. Mikroskop | 1 buah |

C. Langkah Kerja

1. Mengamati potongan melintang batang bayam.
 - a. Ambil batang tanaman bayam!
 - b. Sayatlah tipis melintang menggunakan pisau tipis atau silet!
 - c. Letakkan di atas gelas benda, tetesi air secukupnya!
 - d. Tutup dengan gelas penutup!
 - e. Amati di bawah mikroskop!
 - f. Gambarlah perbesaran kecil (100 ×) dan perbesaran besar (400 ×)! Berilah keterangan!

2. Mengamati irisan melintang daun.
 - a. Ambil daun nangka!
 - b. Potonglah melintang, dengan posisi atas ke bawah atau sebaliknya! Usahakan tulang daun ikut teriris! Cara mudah untuk mengiris adalah menyisipkan potongan kecil daun pada gabus yang tengahnya disayat sehingga posisi daun adalah terjepit (perhatikan gambar berikut)!



- c. Letakkan irisan tipis daun di atas gelas benda, tetesi air, tutup dengan gelas penutup! Amati di bawah mikroskop!
 - d. Gambar dan beri keterangan!
3. Menggambar sayatan membujur daun.
 - a. Ambillah daun padi!
 - b. Sayat tipis-tipis secara membujur permukaan bawah daun! Letakkan sayatan di atas gelas benda! Tetesi air, tutup dengan gelas penutup!
 - c. Amati di bawah mikroskop!
 - d. Gambar dan beri keterangan!
4. Kumpulkan gambar hasil pengamatanmu untuk didiskusikan di kelas!
5. Lakukan percobaan dengan cermat dan hati-hati! Setelah selesai melakukan praktikum, bersihkan peralatan yang kamu gunakan dan kembalikan ke tempat semula!



Rangkuman

1. Jaringan utama penyusun tubuh tumbuhan adalah akar, batang, dan daun.
2. Jaringan yang mudah tumbuh dan akan berkembang membentuk jaringan-jaringan lain adalah jaringan meristem.
3. Jaringan meristem atau embrional akan tumbuh menjadi jaringan dewasa, antara lain jaringan epidermis, parenkim, kolenkim, floem, dan xilem.
4. Floem dan xilem merupakan jaringan pengangkut pada tumbuhan.
5. Tumbuhan mempunyai buluh kelenjar, yaitu jaringan sekretoris yang menghasilkan getah tumbuhan.
6. Akar berfungsi untuk menyerap zat hara tanah dan air menuju daun melalui pembuluh akar dan batang.
7. Selain sebagai penyangga tanaman, batang juga berfungsi sebagai jaringan pengangkut.
8. Daun berfungsi untuk fotosintesis.
9. Daun mempunyai stomata atau mulut daun untuk proses keluar masuknya udara.



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

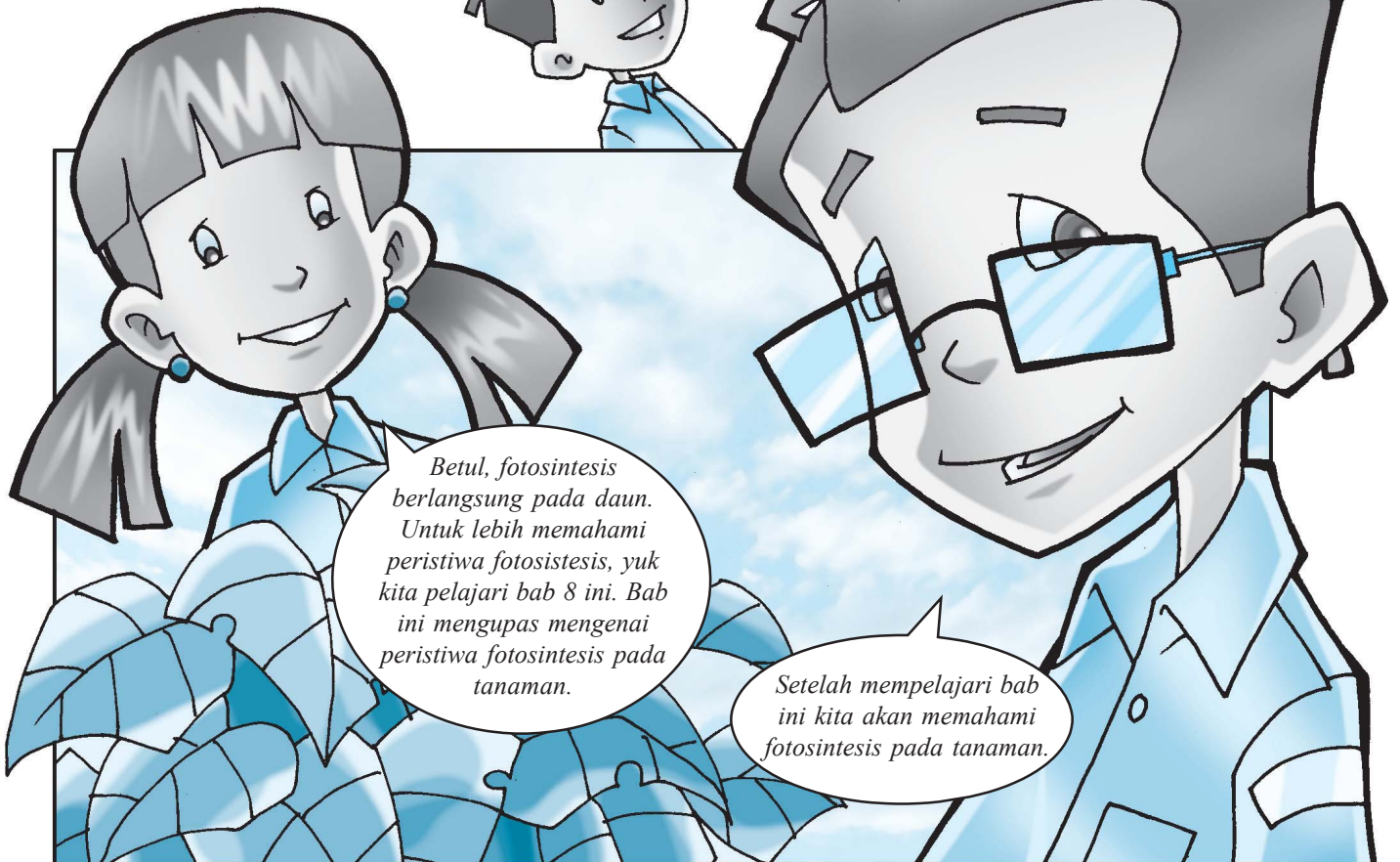
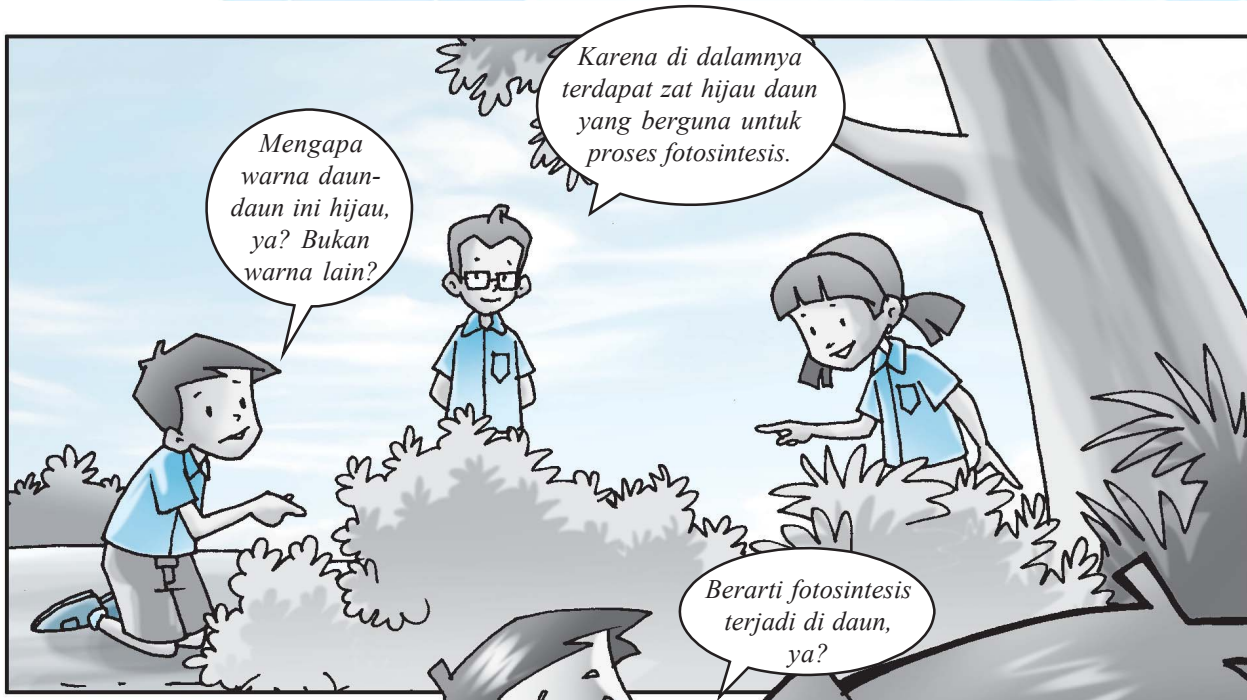
- Berikut merupakan jaringan pada tumbuhan, **kecuali**
 - flagella
 - rhizoma
 - stolon
 - folium
- Jaringan yang akan tumbuh dan mengalami modifikasi menjadi jaringan dewasa disebut
 - meristem
 - parenkim
 - floem
 - xilem
- Menurut asal meristemnya, jaringan dibedakan atas jaringan
 - sekunder
 - primer
 - primer dan sekunder
 - epidermis dan endodermis
- Beberapa nama di bawah ini merupakan derivat epidermis, **kecuali**
 - trikoma
 - sel kipas
 - sistolit
 - vakuola
- Jaringan dasar disebut juga sebagai
 - parenkim
 - sklerenkim
 - kolenkim
 - floem
- Jaringan pengangkut tumbuhan adalah
 - xilem dan floem
 - mesodermis dan epidermis
 - stomata dan trikoma
 - kloroplas dan protoplas
- Kaliptra berfungsi sebagai
 - pelindung batang
 - pelindung akar
 - pelindung epidermis daun
 - membantu membuka dan menutupnya mulut daun
- Runner* adalah bentuk modifikasi dari
 - daun
 - akar
 - batang
 - rhizoma
- Salah satu tanaman dengan batang *herbaceous* adalah
 - beringin
 - cabai rawit
 - bambu
 - kaktus
- Jaringan tengah daun disebut
 - mesofil
 - epidermis
 - meristem
 - apikal

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

- Sebutkan dan jelaskan beberapa fungsi akar!
- Jelaskan perbedaan dan persamaan struktur jaringan batang monokotil dan dikotil!
- Sebutkan bagian-bagian tumbuhan yang berguna bagi sistem transportasi pada tumbuhan!
- Mengapa batang tanaman di daerah kering bersifat lunak dan mengandung banyak air?
- Uraikan dengan singkat mekanisme pengangkutan zat hara dan air oleh akar!

BAB 8

FOTOSINTESIS



Gerbang



Gambar 8.1 Sinar matahari menjadi sumber energi bagi tumbuhan

Pernahkah kamu memerhatikan tanaman yang tumbuh di tempat yang cukup terkena sinar matahari? Bagaimana halnya dengan tanaman yang terletak di tempat yang gelap? Tanaman yang tumbuh di tempat yang mendapat cukup sinar matahari langsung biasanya tumbuh lebih bagus. Daunnya lebih segar dan subur.

Tumbuhan membutuhkan energi sinar matahari untuk membuat makanannya. Proses membentuk makanan menggunakan sinar matahari ini disebut fotosintesis. Bagaimanakah terjadinya fotosintesis itu? Mari kita pelajari bersama.

Kata kunci: fotosintesis – klorofil – reaksi gelap – reaksi terang

A. Apakah Fotosintesis Itu?

Fotosintesis merupakan proses pemanfaatan energi matahari yang dilakukan oleh tumbuhan hijau untuk mengubah bahan kimia anorganik menjadi bahan makanan. Cahaya matahari yang digunakan dalam proses fotosintesis adalah spektrum cahaya tampak, dari ungu sampai merah.

Selama proses fotosintesis dihasilkan karbohidrat dan oksigen. Volume oksigen sebagai hasil proses fotosintesis dapat diukur. Oleh sebab itu, untuk mengetahui tingkat produksi fotosintesis dapat dilakukan dengan mengukur volume oksigen yang dikeluarkan dari tubuh tumbuhan.

Fotosintesis hanya berlangsung pada sel yang memiliki pigmen fotosintetik. Peristiwa terjadinya fotosintesis berlangsung pada *kloroplas*. Kloroplas merupakan suatu organela yang di dalamnya terdapat zat hijau daun atau *klorofil*. Klorofil mampu menyerap spektrum warna yang dipancarkan oleh sinar matahari. Kloroplas terdapat pada jaringan pagar dan jaringan bunga karang.

Fotosintesis

Dilihat dari strukturnya, kloroplas terdiri atas:

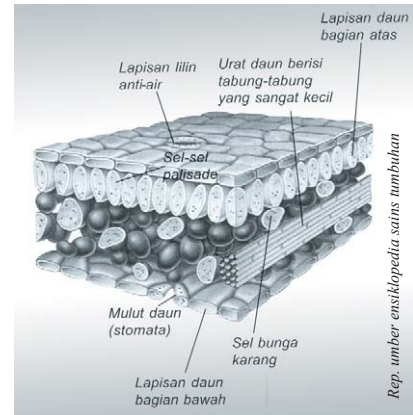
1. Stroma

Stroma merupakan membran ganda yang melingkupi ruangan yang berisi cairan. Membran tersebut membentuk suatu sistem membran tilakoid yang berbentuk bangunan yang disebut kantung tilakoid.

2. Grana

Grana merupakan lapisan-lapisan yang terdiri atas kantung-kantung tilakoid.

Klorofil terdapat pada membran tilakoid dan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia. Peristiwa tersebut berlangsung di dalam tilakoid. Pembentukan glukosa sebagai produk akhir fotosintesis berlangsung di stroma.



Gambar 8.2 Penampang daun

B. Tahapan Fotosintesis

Proses fotosintesis berlangsung dalam dua tahap, yaitu reaksi terang dan reaksi gelap.

1. Reaksi Terang



Gambar 8.3 Udara di bawah pohon terasa lebih sejuk

Reaksi terang terjadi pada grana. Di dalam reaksi terang, tumbuhan menangkap air dan CO_2 kemudian mengolahnya menggunakan sumber energi cahaya matahari yang ditangkap oleh klorofil. Selanjutnya, gula dan air tersebut dengan bantuan sinar matahari diubah menjadi gula (glukosa), O_2 , dan uap air. O_2 dan uap air dikeluarkan dari dalam tubuh tumbuhan, sedangkan gula dijadikan bahan makanan tumbuhan tersebut.

Tahukah kamu mengapa kita merasa segar jika berada di bawah pohon pada waktu siang hari? Hal itu disebabkan karena proses fotosintesis pada pohon tersebut menghasilkan O_2 dan H_2O (uap air) yang menjadikan udara lebih segar.

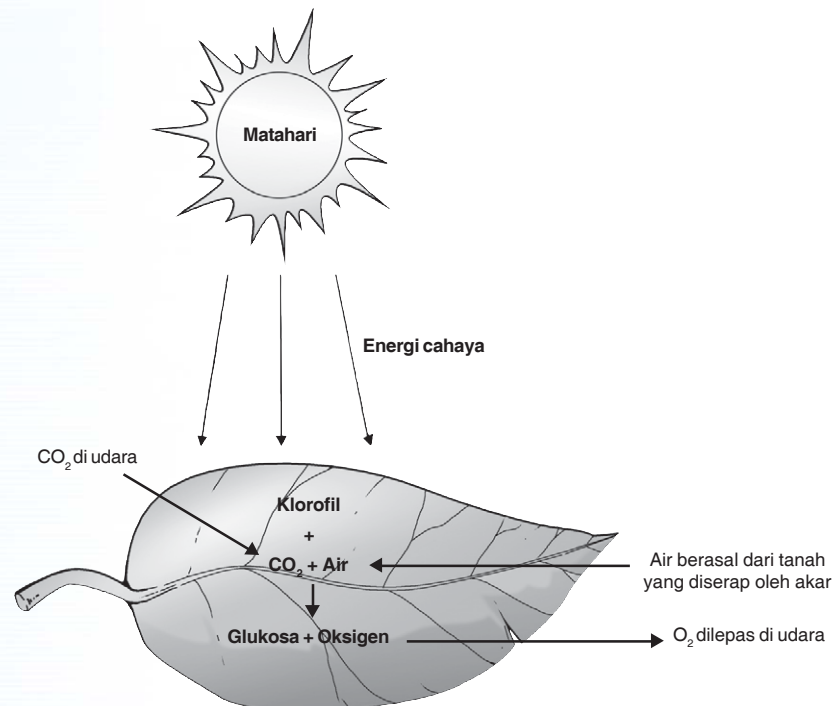
Secara garis besar, proses berlangsungnya fotosintesis dapat diuraikan sebagai berikut.

- Cahaya mencapai sel-sel daun yang mengandung klorofil.
- Klorofil menyerap energi cahaya dan mengubahnya menjadi energi kimia.
- Udara yang mengandung karbon dioksida masuk ke dalam daun melalui *stomata*. Selanjutnya, karbon dioksida tersebut menyebar di antara sel-sel daun.
- Akar menyerap air yang dibutuhkan tanaman untuk proses fotosintesis. Air tersebut mengalir dari akar menuju batang kemudian ke daun.

Reaksi Terang

- e. Molekul air dipecah oleh energi cahaya menjadi oksigen dan hidrogen. Molekul hidrogen bergabung dengan molekul CO_2 membentuk glukosa.
- f. Hasil fotosintesis berupa glukosa dan oksigen.

Skema berlangsungnya fotosintesis dapat kamu lihat pada gambar berikut.



Gambar 8.4 Skema fotosintesis

2. Reaksi Gelap (siklus Calvin)

Reaksi gelap (siklus Calvin) terjadi di dalam stroma (rongga daun). Pada siklus Calvin, H_2 yang terlepas dari molekul air (H_2O) akan diikat oleh NADP dan terbentuklah NADPH_2 , sedang O_2 tetap dalam keadaan bebas. Pada reaksi gelap terjadi seri reaksi siklik (berulang) yang membentuk gula dari CO_2 dan energi (ATP dan NADPH). Reaksi ini tidak membutuhkan cahaya. Energi yang digunakan dalam siklus Calvin diperoleh dari reaksi terang.

Ketika berlangsung reaksi gelap terjadi proses respirasi seluler. Glukosa yang diperoleh pada reaksi terang digunakan oleh tanaman untuk membentuk senyawa organik lain seperti selulosa yang merupakan komponen utama tubuh tumbuhan dan dapat pula digunakan sebagai bahan bakar.

Respirasi pada tumbuhan berlangsung pada malam hari. Tumbuhan berespirasi dan mengeluarkan CO_2 , uap air, dan energi. Oleh karena itu, pada malam hari udara di bawah tumbuhan terutama yang berdaun banyak akan terasa pengap, sedikit lembab dan gerah. Karbon dioksida bersifat menyerap kalor dari sekeliling sehingga menyebabkan udara menjadi gerah. Udara lembab yang dirasa adalah karena uap air yang dikeluarkan.

Reaksi Gelap

Spektrum Cahaya Fotosintesis

Proses fotosintesis terjadi dengan bantuan sinar matahari. Dari semua radiasi matahari yang dipancarkan, hanya panjang gelombang yang berada pada kisaran cahaya tampak dengan panjang gelombang 380–700 nm yang dapat digunakan untuk proses fotosintesis.

Cahaya tampak terbagi atas beberapa spektrum, antara lain sebagai berikut.

a. Cahaya merah

Spektrum cahaya merah mempunyai panjang gelombang antara 610–700 nm.

b. Cahaya hijau–kuning

Spektrum cahaya hijau–kuning mempunyai panjang gelombang 510–600 nm.

c. Cahaya biru

Spektrum cahaya biru memiliki panjang gelombang antara 410–500 nm.

d. Cahaya violet

Spektrum cahaya violet mempunyai panjang gelombang <400 nm.

Tiap-tiap spektrum cahaya mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap proses fotosintesis. Hal ini terkait pada jenis dan sifat pigmen di dalam kloroplas pada saat menangkap cahaya dalam fotosintesis. Pigmen yang terdapat pada membran grana menyerap cahaya yang memiliki panjang gelombang tertentu. Pigmen yang berbeda menyerap cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda pula.



Kerja Mandiri 1

Kerjakan dengan baik di buku tugasmu!

1. Sebutkan bagian daun yang berperan dalam fotosintesis!
2. Mengapa jika kita berada di bawah pohon pada siang hari yang panas terasa lebih sejuk? Jelaskan!
3. Kumpulkan jawabanmu kepada guru untuk dinilai!

C. Faktor yang Memengaruhi Fotosintesis

Laju fotosintesis dipengaruhi oleh beberapa faktor. Beberapa faktor utama yang menentukan laju fotosintesis adalah sebagai berikut.

1. Intensitas cahaya

Laju fotosintesis mencapai puncaknya pada saat terdapat banyak cahaya.

2. Konsentrasi karbon dioksida

Semakin banyak karbon dioksida di udara, jumlah bahan yang dapat digunakan tumbuhan untuk melangsungkan fotosintesis juga semakin banyak.

3. Suhu



Gambar 8.5 Kekurangan air menyebabkan tanaman layu

Suhu sangat berperan di dalam segala jenis reaksi biokimia di dalam tubuh tumbuhan terutama yang melibatkan kerja enzim. Enzim-enzim yang bekerja di dalam proses fotosintesis hanya akan dapat bekerja pada suhu yang optimal. Pada umumnya laju fotosintesis akan meningkat beriringan dengan meningkatnya suhu sampai pada batas toleransi enzim.

4. Kadar air

Air mempunyai peran vital pada proses fotosintesis. Kekurangan air atau kekeringan dapat menyebabkan stomata atau mulut daun menutup sekaligus menghambat penyerapan karbon dioksida sehingga akan mengurangi laju fotosintesis.

5. Kadar hasil fotosintesis (fotosintat)

Apabila kadar *fotosintat*, misalnya karbohidrat berkurang maka laju fotosintesis akan meningkat. Namun, apabila kadar fotosintat bertambah maka laju fotosintesis akan berkurang.



Kerja Mandiri 2

Ayo, lakukan dengan baik di luar jam sekolah!

1. Buatlah skema peristiwa respirasi pada tumbuhan!
2. Apa yang kira-kira terjadi apabila salah satu permukaan daun ditutup dengan kertas hitam yang tidak tembus cahaya? Jelaskan jawabanmu!



Kerja Kelompok

Ayo, kerjakan bersama kelompokmu!

1. Buatlah bagan terjadinya proses fotosintesis di selembar kertas HVS!
2. Tuliskan proses terjadinya fotosintesis tersebut menggunakan kalimatmu sendiri!
3. Diskusikan hasil kerja kelompokmu dengan kelompok lain!
4. Kumpulkan hasil tugas kelompokmu untuk tambahan referensi di perpustakaan!



Praktikum

Percobaan Sachs

A. Tujuan

Membuktikan bahwa proses fotosintesis menghasilkan amilum.

B. Alat dan Bahan

- | | |
|----------------------------|------------|
| 1. Gelas ukur besar | 1 buah |
| 2. Gelas ukur kecil | 1 buah |
| 3. Daun yang ditutup | 2 helai |
| 4. Daun yang tidak ditutup | 1 helai |
| 5. Yodium | secukupnya |
| 6. Kasa | 1 buah |
| 7. Tripot | 1 buah |
| 8. Alkohol | secukupnya |
| 9. Air | secukupnya |
| 10. Pembakar spirtus | 1 buah |

C. Langkah Kerja

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan!
2. Rebus dua sampel daun yang ditutup dan tidak ditutup!
3. Angkat daun ketika mendidih (untuk membunuh kuman-kuman yang ada di daun tersebut)!
4. 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.
5. Masukkan gelas ukur kecil tersebut ke dalam gelas ukur besar yang sudah dipanaskan!
6. Tunggu sampai warna alkohol menjadi hijau tua dan warna daun menjadi hijau muda!
7. Setelah itu letakkan di wadah dan teteskan yodium di daun tersebut!
8. Amatilah perbedaan yang tampak pada kedua daun tersebut!
9. Lakukan setiap langkah kerja dengan cermat dan hati-hati!

D. Pertanyaan

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!



Rangkuman

1. Tumbuhan memproduksi makanan untuk energinya melalui serangkaian proses fotosintesis.
2. Pada fotosintesis terjadi reaksi gelap dan reaksi terang.
3. Reaksi terang adalah proses untuk menghasilkan ATP dan reduksi NADPH_2 . Reaksi ini memerlukan molekul air dan cahaya.
4. Reaksi gelap adalah reaksi yang tidak tergantung terhadap ada tidaknya cahaya. ATP dan NADPH hasil fotosintesis memicu berbagai proses biokimia. Proses biokimia itu dipicu oleh siklus Calvin yang mengikat karbon dioksida untuk membentuk ribulosa dan kemudian menjadi gula seperti glukosa.
5. Pada malam hari tumbuhan melakukan respirasi dengan mengambil O_2 dan mengeluarkan CO_2 .



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

1. Tumbuhan menghasilkan energi melalui proses
 - a. fotosintesis
 - b. respirasi
 - c. modifikasi
 - d. radiasi
2. Gelombang cahaya tampak yang paling optimal untuk proses fotosintesis adalah dalam kisaran
 - a. 380–700 nm
 - b. <100 nm
 - c. >800 nm
 - d. 0–200 nm
3. Tumbuhan membutuhkan energi matahari untuk fotosintesis. Fotosintesis menghasilkan
 - a. air dan oksigen
 - b. oksigen dan karbon dioksida
 - c. gula dan karbon dioksida
 - d. air, oksigen, dan gula
4. Pada reaksi gelap terbentuk
 - a. garam dapur
 - b. vitamin
 - c. protein
 - d. gula
5. Jika kamu berada di bawah pohon pada malam hari, kamu akan lebih banyak menghirup udara yang mengandung
 - a. CO_2
 - b. O_2
 - c. gula
 - d. N_2
6. Apakah yang terjadi apabila tumbuhan diletakkan di tempat yang sama sekali tidak pernah terkena cahaya?
 - a. Tetap melakukan fotosintesis.
 - b. Daun yang tumbuh lebat.
 - c. Tidak menghasilkan makanan dengan baik.
 - d. b dan c benar.
7. Di bawah ini yang tidak termasuk faktor yang memengaruhi laju fotosintesis adalah
 - a. intensitas cahaya
 - b. konsentrasi karbon dioksida
 - c. suhu
 - d. kadar oksigen
8. Pernyataan-pernyataan di bawah ini adalah benar, **kecuali**
 - a. Apabila kadar fotosintat seperti karbohidrat berkurang maka laju fotosintesis akan meningkat.
 - b. Apabila kadar fotosintat bertambah atau bahkan sampai jenuh maka laju fotosintesis akan berkurang.
 - c. Laju fotosintesis akan jauh lebih tinggi pada tumbuhan yang sedang tumbuh atau berkecambah apabila dibandingkan dengan tumbuhan dewasa.
 - d. Jika kadar air rendah maka fotosintesis akan optimal.
9. Siklus Calvin terjadi pada
 - a. reaksi terang
 - b. reaksi gelap
 - c. fotosintesis 1
 - d. respirasi
10. Kapankah saat paling baik untuk melakukan olah napas di bawah pohon?
 - a. Malam hari.
 - b. Pagi menjelang siang.
 - c. Saat matahari terbenam.
 - d. Saat sebelum pagi, matahari belum bersinar.

B. Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Tulis dan jelaskan mengenai rangkaian fotosistem I dan II!
2. Jelaskan mengapa daun apabila ditutupi dengan kertas karbon kemudian diletakkan di bawah sinar matahari akan berwarna hitam?
3. Tuliskan reaksi yang terjadi pada fotosistem II!
4. Mengapa reaksi gelap sangat berperan penting pada proses fotosintesis?
5. Sebut dan jelaskan hal-hal yang menghambat laju fotosintesis!

BAB
9

GERAK PADA TUMBUHAN



Gerbang



Gambar 9.1 Batang dan sulur tanaman dapat merambat mengikuti bentuk tempat yang dirambati

Pernahkah kamu melihat tanaman yang merambat seperti gambar di atas? Batang dan sulur tanaman itu merambat mengikuti arah atau bentuk tempat yang dirambati. Merambatnya tanaman tersebut merupakan salah satu bentuk gerak pada tanaman. Gerak pada organisme hidup tidak selalu merupakan gerak berpindah tempat.

Tumbuhan seperti halnya hewan juga melakukan gerak sebagai tanggapan terhadap rangsang yang diterimanya. Rangsangan tersebut dapat berasal dari lingkungan maupun dari dalam tubuh tumbuhan sendiri. Tumbuhan tingkat tinggi juga melakukan gerak pada organ-organnya. Contoh gerak pada tumbuhan antara lain mekarnya bunga, daun yang menjadi layu, dan sulur pada tanaman kacang panjang yang membelit. Apakah gerak pada tumbuhan itu? Bagaimana terjadinya gerak pada tumbuhan? Berbagai macam gerak tumbuhan dapat kamu pelajari pada ulasan berikut.

Kata kunci: autonom – esionom – nasti – tropisme – taksis – higroskopis

A. Gerak Autonom

Gerak autonom merupakan gerak tumbuhan yang tidak disebabkan oleh rangsangan dari luar. Diduga gerak yang terjadi disebabkan oleh rangsangan yang berasal dari dalam tumbuhan itu sendiri. Gerak autonom disebut juga gerak endonom atau gerak spontan. Contoh gerak autonom antara lain sebagai berikut.

1. Gerak protoplasma pada sel-sel daun tanaman lidah buaya dan umbi lapis bawang merah yang masih hidup.
2. Gerak melengkungnya kuncup daun karena perbedaan kecepatan tumbuh.
3. Gerak tumbuhan ketika tumbuh, seperti tumbuhnya akar, batang, daun, dan bunga. Pada tumbuhan yang sedang mengalami masa pertumbuhan terjadi penambahan massa dan jumlah sel. Pertumbuhan ini menimbulkan gerak autonom.

Gerak Autonom

B. Gerak Esionom

Gerak esionom adalah gerak yang dipengaruhi oleh rangsang yang berasal dari luar tubuh tumbuhan. Berdasarkan arah geraknya, gerak esionom dibedakan atas **gerak nasti**, **gerak tropisme**, dan **gerak taksis**. Salah satu contoh gerak esionom adalah gerak akibat tekanan turgor. Tekanan turgor adalah tekanan air pada dinding sel. Tekanan turgor disebabkan oleh masuknya air ke dalam sel sehingga menimbulkan tekanan pada dinding sel.

Gerak Esionom

1. Gerak Nast

Gerak nasti adalah gerak bagian tubuh tumbuhan yang arahnya tidak ditentukan atau ditujukan ke atau dari sumber rangsang. Rangsang tersebut dapat berupa sentuhan, suhu, cahaya, dan kelembaban. Berdasarkan jenis rangsang yang memengaruhi, gerak nasti dibedakan menjadi termonasti, seimonasti, niktinasi, dan nasti kompleks. Mari kita pelajari satu per satu melalui pembahasan berikut ini.

Gerak Nast

a. Termonasti

Termonasti merupakan gerak bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh rangsang berupa suhu. Contoh termonasti yang terjadi di daerah dingin, misalnya bunga tulip dan bunga crokus yang membuka karena pengaruh suhu. Bunga-bunga tersebut mengembang jika mengalami kenaikan suhu. Jika suhu menurun maka bunga-bunga tersebut akan menutup lagi.



Gambar 9.2 Mekarnya bunga pukul empat

b. Fotonasti

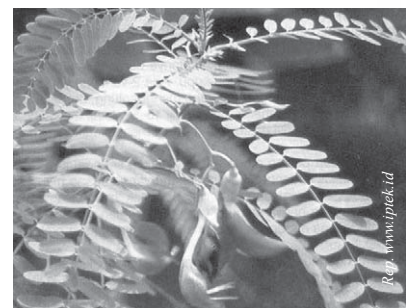
Fotonasti adalah gerak yang melibatkan sebagian atau seluruh bagian tumbuhan karena pengaruh rangsang berupa cahaya. Contoh fotonasti adalah menguncupnya bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*) pada waktu matahari terbenam.



Gambar 9.3 Gerak seimonasti pada tanaman putri malu

c. Seimonasti

Seimonasti adalah gerak bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh rangsang sentuhan atau getaran. Contoh seimonasti adalah gerak menutupnya daun putri malu ketika disentuh. Untuk memahami pengertian gerak seimonasti pada tumbuhan dapat kamu lakukan dengan mengamati tanaman putri malu (*Mimosa pudica*). Pernahkah kamu mengamati tanaman putri malu? Jika daun tanaman putri malu disentuh maka daun tersebut akan menutup seperti layu. Sentuhan merupakan salah satu rangsang dari luar terhadap gerakan daun tanaman putri malu. Arah menutupnya daun akibat sentuhan adalah tetap walaupun rangsang sentuhannya berbeda.



Gambar 9.4 Daun tanaman polong-polongan dapat menutup oleh gerak niktinasti

d. Niktinasti

Gerak niktinasti (*nyktos* = malam) adalah gerak bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh rangsang dari lingkungan di malam hari. Contoh gerak niktinasti adalah gerak menutupnya daun tumbuhan yang tergolong tumbuhan

polong (*Leguminoceae*) pada menjelang malam hari. Gerak ini disebabkan oleh perubahan tekanan turgor sel-sel pada jaringan di dalam persendian daun.

e. Nasti kompleks

Gerak nasti kompleks adalah gerakan sebagian tubuh tumbuhan yang disebabkan oleh lebih dari satu macam rangsang. Contoh gerak nasti kompleks adalah gerak membuka dan menutupnya stomata karena pengaruh cahaya matahari, zat kimia, dan air. Pernahkah kamu mengamati mekarnya bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*) dan pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*)? Mekarnya bunga pukul empat pada sore hari itu dipengaruhi oleh cahaya dan suhu.

2. Gerak Tropisme

Tropisme (*tropos* = balik) adalah gerak bagian tubuh tumbuhan menuju atau menjauhi rangsang. Tropisme yang menuju sumber rangsang merupakan gerak positif, sedangkan yang menjauhi rangsang adalah negatif. Berdasarkan jenis rangsang yang memengaruhinya, tropisme dapat dibedakan menjadi **fototropisme**, **kemotropisme**, **hidrotropisme**, **geotropisme**, dan **tigmotropisme**.

a. Fototropisme

Fototropisme atau *heliotropisme* adalah gerak tumbuhan yang terjadi akibat pengaruh arah datangnya rangsang berupa cahaya. Fototropisme dibagi menjadi dua, yaitu:

- 1) Fototropisme positif, adalah gerak tanaman menuju ke arah datangnya cahaya

Contoh: Ujung batang bunga matahari yang membelok menuju ke arah datangnya cahaya.

- 2) Fototropisme negatif, adalah gerak tanaman atau bagian tanaman menjauhi arah datangnya cahaya.

Contoh: Gerak ujung akar yang menjauhi arah datangnya cahaya.

b. Kemotropisme

Kemotropisme adalah gerak sebagian tubuh tumbuhan ke arah sumber rangsang yang berupa bahan kimia.

Contoh: Akar tanaman yang menuju arah zat makanan atau menjauhi zat racun.

c. Hidrotropisme

Hidrotropisme adalah gerak bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh air. Peristiwa hidrotropisme, misalnya pada gerak akar tumbuhan menuju sumber air.

Contoh: Gerak ujung akar kecambah menuju tempat yang berair.

d. Geotropisme

Geotropisme ialah gerak bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh gaya gravitasi. Gerak ini terjadi pada akar dan batang tumbuhan. Berdasarkan arah gerak terhadap gravitasi, geotropisme dibagi menjadi dua, yaitu:

Tropisme



Gambar 9.5 Tanaman bergerak mengikuti arah datangnya cahaya adalah contoh fototropisme



Sebaiknya Tahu

Para pecinta tanaman hias memanfaatkan gerak tumbuhan sebagai cara memperindah bentuk tanaman. Misalnya, membentuk tanaman menjadi berbagai bentuk, terutama pada tanaman sulur dan merambat. Tanaman dirambatkan pada bingkai yang telah dirancang sebelumnya sehingga bentuk tanaman pun menjadi unik.

1. Geotropisme positif, adalah gerak yang menuju ke pusat bumi.
Contoh: Gerak ujung akar kepala.
2. Geotropisme negatif, adalah gerak yang menjauhi gaya gravitasi bumi.
Contoh: Gerak pada ujung batang tumbuhan.

e. Tigmotropisme

Tigmotropisme atau haptotropisme (*thigma* = singgungan; *hpto* = sentuhan) adalah gerak membeloknya bagian tubuh tumbuhan akibat adanya persinggungan (sentuhan). Tigmotropisme dapat kita amati pada tanaman kacang panjang dan mentimun. Ujung batang atau ujung sulur kacang panjang dan mentimun dapat membelit pada tempat merambatnya.

Untuk memantapkan pemahamanmu, lakukan praktikum di bawah ini!



Praktikum

Mengenal Gerak Tropisme pada Tumbuhan

A. Tujuan

Mengetahui salah satu gerak pada tumbuhan.

B. Alat dan Bahan

- | | |
|------------------------------------|------------|
| 1. Biji kacang hijau | 10 butir |
| 2. Pot tanaman beserta media tanam | 2 buah |
| 3. Air | secukupnya |

C. Langkah Kerja

1. Siapkan 2 buah pot! Beri label tiap pot dengan label A dan B!
2. Semaikan biji kacang hijau ke dalam kedua media tanam pada pot!
3. Sirami dengan air secukupnya!
4. Letakkan pot A pada ruang yang cukup cahaya! Letakkan pot B pada ruang gelap!
5. Biarkan sampai biji kacang hijau berkecambah dan tumbuh sebagai tanaman baru!
6. Amati perkembangannya setiap hari selama kurang lebih 5–6 hari!
7. Catat dan bahas bersama teman-teman dalam kelompokmu!
8. Cuci tanganmu setelah selesai melakukan percobaan!

3. Gerak Taksis

Gerak nasti yang dikemukakan di atas merupakan gerak akibat perbedaan kecepatan perubahan tekanan turgor, sedangkan gerak tropisme merupakan gerak akibat tumbuh. Kedua gerak tersebut bukan merupakan gerak pindah tempat.

Pada beberapa jenis tumbuhan tingkat rendah ada yang dapat melakukan gerak berpindah tempat. Gerak ini disebut **gerak taksis**. Gerak taksis adalah gerak seluruh bagian tubuh tumbuhan menuju atau menjauhi rangsang. Gerak yang menuju ke arah datangnya rangsang disebut taksis positif, sedangkan gerak yang menjauhi rangsang disebut taksis negatif.

Berdasarkan jenis rangsang yang memengaruhinya, taksis dapat dibedakan menjadi fototaksis dan kemotaksis.

a. Fototaksis

Fototaksis adalah gerak pindah tempat seluruh bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh rangsang cahaya.

Contoh:

1. *Euglena* yang dikenai cahaya akan bergerak pindah tempat menuju ke arah datangnya cahaya.
2. Gerak kloroplas ke sisi sel yang memperoleh cahaya.

b. Kemotaksis

Kemotaksis adalah gerak seluruh tubuh tumbuhan karena pengaruh rangsang zat kimia.

Contoh:

1. Bakteri oksigen yang bergerak ke tempat-tempat yang banyak mengandung oksigen.
2. *Spermatozoid* pada *Arkegonium* lumut-lumutan dan paku-pakuan yang bergerak karena tertarik oleh zat gula atau protein.

(Menurut klasifikasi Whittaker, organisme-organisme pada contoh di atas tidak termasuk kingdom plantae).

Gerak Taktis



Gambar 9.6 Euglena dapat bergerak menuju ke arah datangnya cahaya



Kerja Mandiri

Kerjakan di luar jam sekolah!

1. Amatilah tanaman-tanaman yang ada di lingkungan sekitarmu!
2. Catatlah nama tanaman yang melakukan gerak seperti yang telah kamu pelajari!
3. Sebutkan jenis gerak yang terjadi pada tanaman tersebut dan jelaskan mengapa demikian!
4. Kumpulkan hasil pengamatanmu kepada guru untuk dinilai!

C. Gerak Higroskopis

Gerak higroskopis adalah gerak bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh perubahan kadar air di dalam sel sehingga terjadi pengerutan yang tidak merata. Gerak higroskopis ini merupakan gerak bagian-bagian tanaman yang tidak hidup lagi. Contoh gerak higroskopis antara lain merekahnya kulit buah-buahan yang sudah kering pada tumbuhan polong-polongan, membukanya dinding sporangium (kotak spora) paku-pakuan, serta membenteng dan menggulungnya gigi-gigi pristoma pada sporangium lumut.

Gerak Higroskopis



Kerja Kelompok

Kerjakan bersama kelompokmu!

Carilah artikel-artikel mengenai fungsi gerak pada tumbuhan! Usahakan artikel terbaru dan menarik! Tempelkan pada sebuah papan dan jadikan majalah dinding pengetahuan di kelasmu!



Rangkuman

1. Gerak autonom adalah gerak yang dipengaruhi oleh rangsang yang berasal dari dalam tubuh tumbuhan dan tidak dipengaruhi oleh faktor dari luar. Contoh: gerak ujung batang yang seperti spiral.
2. Gerak esionom adalah gerak yang dipengaruhi oleh rangsang yang berasal dari luar tubuh tumbuhan.
3. Gerak nasti adalah gerak bagian tubuh tumbuhan yang arahnya tidak ditentukan atau ditunjukkan ke atau dari sumber rangsang.
4. Termonasti adalah gerak bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh rangsang suhu. Contoh: mekarnya bunga pukul empat.
5. Seismonasti adalah gerak bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh rangsang sentuhan atau getaran. Contoh: mengatupnya daun tanaman putri malu akibat sentuhan.
6. Gerak niktinasti adalah gerak bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh rangsang dari lingkungan di malam hari. Contoh: menutupnya daun tumbuhan polong-polongan menjelang malam.
7. Gerak nasti kompleks adalah gerakan sebagian tubuh tumbuhan yang disebabkan oleh lebih dari satu macam rangsang. Contoh: membuka dan menutupnya stomata daun karena pengaruh cahaya matahari.
8. Tropisme adalah gerak bagian tubuh tumbuhan menuju atau menjauhi rangsang. Contoh: gerak ujung akar menjauhi arah datangnya cahaya.
9. Gerak taksis adalah gerak seluruh bagian tubuh tumbuhan menuju atau menjauhi rangsang. Contoh: gerak *Euglena* berpindah tempat menuju arah datangnya cahaya.
10. Gerak higroskopik adalah gerak bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh perubahan kadar air di dalam sel sehingga terjadi pengerutan yang tidak merata. Contoh: merekahnya kulit buah yang telah kering pada tanaman polong-polongan.



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

1. Suatu gerak terjadi pada bagian tubuh tumbuhan tertentu, arah gerak tidak dipengaruhi arah datang rangsang. Gerak tersebut merupakan
 - a. tropisme
 - b. taksis
 - c. endonom
 - d. nasti
2. Gerak higroskopis dapat dipengaruhi oleh rangsang berupa
 - a. besarnya tekanan udara
 - b. perubahan kecepatan angin
 - c. jumlah unsur hara tanah
 - d. perubahan kadar air
3. Gerak higroskopis dijumpai pada peristiwa berikut, **kecuali**
 - a. pecahnya kulit buah jarak yang sudah kering
 - b. membuka dan menutupnya sporangium paku oleh annulus
 - c. menjalarnya akar tumbuhan ke tempat yang berair
 - d. membuka dan menutupnya kotak spora lumut oleh gigi peristom
4. Gerak taksis berbeda dengan gerak lainnya karena
 - a. arah geraknya tidak dipengaruhi rangsang
 - b. pergerakan seluruh tubuh akibat adanya rangsangan
 - c. arah gerakan menjauhi rangsang
 - d. pergerakannya hanya bagian tubuh tertentu
5. Gerak kecambah yang diletakkan di tempat yang kurang cahaya merupakan gerak
 - a. tropisme
 - b. nasti
 - c. kemotaksis
 - d. higroskopis
6. Berikut ini merupakan gerak pada tumbuhan, **kecuali**
 - a. gerak bunga matahari ke arah sinar
 - b. gerak sulur membelit
 - c. gerak biji polong menutup pada malam hari

- d. gerak mahkota bunga jatuh karena gugur
7. Membuka dan menutupnya annulus pada sporangium paku termasuk gerak
 - a. endonom karena penyebabnya tidak jelas
 - b. higroskopis karena dipengaruhi oleh kadar air
 - c. higroskopis karena penyebabnya perubahan suhu
 - d. tropisme positif karena menuju sumber rangsang

8. Gerak tumbuhan pada gambar berikut ini adalah



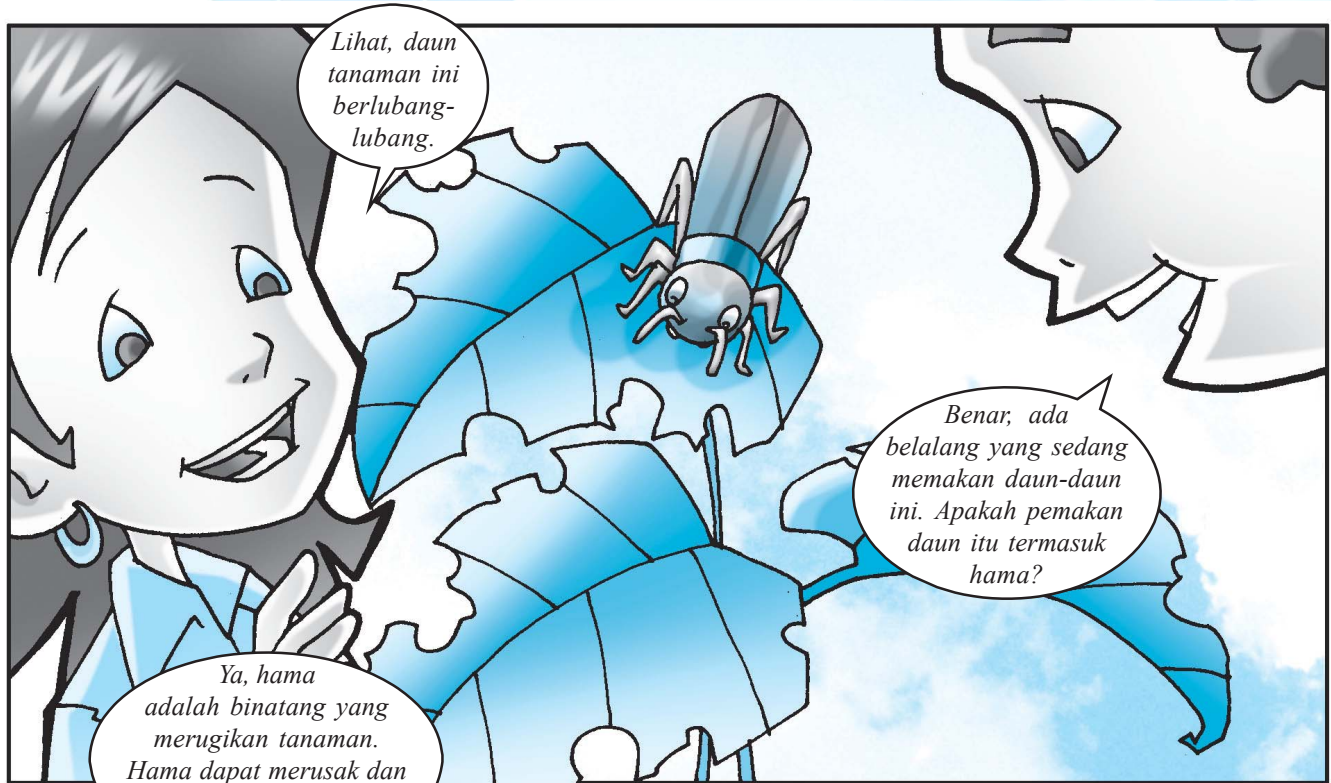
- a. heliotropisme
 - b. flidotropisme
 - c. kemotropisme
 - d. fototropisme
9. . . . termasuk gerak kemotaksis.
 - a. Lumut-lumutan bergerak ke arah gula
 - b. Kecambah mencari cahaya
 - c. Bunga matahari mencari cahaya
 - d. Tumbuhan putri malu mengatup
 10. Sulur pada tanaman semangka dapat membelit. Gerak yang terjadi termasuk gerak
 - a. fototropisme
 - b. nasti
 - c. tigmotropisme
 - d. taksis

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan tepat!

1. Sebutkan dan jelaskan contoh-contoh gerak tropisme!
2. Apakah yang terjadi jika sebuah tanaman ditempatkan di sebelah timur jendela?
3. Jelaskan mengenai peristiwa kemotaksis!
4. Dapatkah kamu memperkirakan ke mana arah batang kecambah yang diletakkan di pintu yang menghadap ke utara?
5. Sebutkan contoh-contoh gerak nasti!

**BAB
10**

**HAMA, GULMA, DAN
PENYAKIT TANAMAN**



Gerbang



Gambar 10.1 Serangan hama dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan tanaman

Perhatikan gambar di atas! Tanaman padi pada gambar tersebut mengalami kerusakan karena diserang organisme pengganggu. Dalam perkembangan dan pertumbuhannya, tanaman sering mendapat berbagai macam gangguan dari lingkungan, misalnya berupa serangan hama, gulma, dan penyakit. Hama merupakan salah satu pengganggu pada tanaman. Tanaman yang terserang hama dapat mati atau rusak. Berbagai gangguan tersebut dapat menurunkan produktivitas tanaman produksi. Jika tidak ditangani dengan baik, serangan hama dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Bahkan tanaman tersebut dapat mati karenanya. Tahukah kamu, apa saja yang termasuk hama, gulma, dan penyakit tanaman? Mari kita pelajari bersama melalui uraian berikut ini.

Kata kunci: pengganggu tanaman - hama – gulma – penyakit tanaman

A. Hama

Hama adalah hewan yang mengganggu atau merusak tanaman sehingga pertumbuhan dan perkembangannya terganggu. Hama dapat merusak tanaman secara langsung maupun tidak langsung. Gangguan atau serangan hama dapat terjadi sejak benih, pembibitan, pemanenan, hingga di gudang penyimpanan. Gangguan dan serangan itu dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hama yang menyerang tanaman ada beraneka ragam, misalnya wereng, gangsir, tikus, ulat tanah, lalat buah, walang sangit, dan kutu. Selain itu, tanaman juga dapat terserang berbagai macam penyakit. Penyakit tanaman dapat disebabkan oleh virus, bakteri, jamur, dan alga.

Contoh hewan yang termasuk hama antara lain sebagai berikut.

1. Wereng

Wereng adalah sejenis kepik yang menyerang tumbuhan dan menyebabkan daun dan batang menjadi berlubang-lubang. Jika serangannya parah

Hama

maka daun akan menguning, kering, dan akhirnya mati. Wereng dapat dikendalikan secara kimiawi, misalnya dengan penyemprotan menggunakan insektisida. Menyemprot dengan pestisida harus menggunakan baju lengan panjang, sarung tangan, penutup muka (masker), topi, sepatu, dan diupayakan tidak melawan arah angin.

2. Gangsir

Gangsir merupakan binatang yang sering menyerang tanaman yang masih muda, misalnya tanaman yang baru dipindah dari persemaian. Gigitan gangsir menyebabkan tanaman mati karena batangnya putus atau patah. Potongan pangkal batang itu biasanya tidak dimakan tapi hanya diputus.

Serangan gangsir biasanya terjadi pada malam hari. Gangsir membuat liang di dalam tanah sampai kedalaman 90 cm dengan ciri khas ada onggokan tanah di permukaan liang. Pencegahan yang dapat dilakukan antara lain dengan tidak menanam bibit yang terlalu muda karena disukai gangsir. Adapun pengendalian terhadap gangsir dapat dilakukan dengan menyiram larutan insektisida pada liang gangsir kemudian ditutup dengan tanah.

3. Tikus

Tikus merupakan hama tanaman yang sangat merugikan petani karena hal-hal sebagai berikut.

- Menyerang tanaman pada masa persemaian, pertumbuhan, pembungaan, panen, hingga masa penyimpanan.
- Sulit dikendalikan karena memiliki daya adaptasi yang baik.
- Memiliki kemampuan berkembang biak yang tinggi dan penyebarannya cepat. Tikus betina dapat melahirkan 4 sampai dengan 12 anak dalam satu siklus reproduksi.
- Memakan bagian tanaman seperti biji-bijian, umbi tanaman, dan buah. Selain itu, tikus juga merusak batang tanaman.

Tanda-tanda serangan tikus antara lain adanya kerusakan tanaman, ada jejak dan kotoran tikus, adanya bekas potongan-potongan pada tanaman yang dirusak tikus, serta adanya liang tikus.

Pengendalian tikus dapat dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut.

- Pemberian racun tikus yang bersifat akut. Racun ini jika termakan oleh tikus dapat membunuh tikus hanya dalam beberapa jam.
- Gropyokan*, yaitu memburu dan membunuh tikus secara beramai-ramai dalam sebuah desa atau wilayah kelompok tani.
- Emposan*, yaitu dengan membakar campuran belerang dan jerami diarahkan ke dalam liang tikus. Sebelumnya lubang-lubang yang ada ditutup agar tidak ada tikus yang lari keluar melalui lubang lain.
- Pengendalian biologis dilakukan dengan melepaskan musuh alami, misalnya burung hantu, kucing, dan ular sawah.
- Penanaman padi secara serentak, yaitu agar serangan tikus tidak memusat pada salah satu wilayah persemaian.



Gambar 10.2 Wereng coklat



Gambar 10.3 Gropyokan tikus

4. Lalat buah

Lalat buah biasanya menyerang tanaman pada waktu musim hujan. Lalat betina menusuk buah-buahan dengan alat peletak telur untuk memasukkan telurnya ke dalam daging buah. Telur akan menetas dan menjadi belatung yang memakan buah tersebut sehingga buah akan busuk dan rusak.

Pengendalian lalat buah dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

- Sanitasi lingkungan dengan membersihkan semua buah yang rontok.
- Pemasangan perangkap berupa *sex pheromon*.
- Penyemprotan insektisida secara berselang-seling. Penyemprotan dilakukan pada pagi hari ketika masih ada embun.



Gambar 10.4 Lalat buah menempel pada perangkap

5. Walang sangit

Walang sangit merupakan serangga hama tanaman padi. Setiap kali bertelur, serangga betina dapat menghasilkan 100–200 butir telur. Telur-telur tersebut diletakkan pada daun bendera tanaman padi. Telur yang telah menetas akan menjadi nimfa yang berwarna hijau dan berangsur-angsur menjadi coklat. Nimfa dan imago menyerang buah padi yang sedang matang susu dengan cara menghisap cairan buah sehingga menyebabkan buah menjadi hampa. Pengendalian terhadap wereng coklat dapat dilakukan dengan cara menanam secara serentak, sanitasi tanaman yang terserang, atau dengan penyemprotan insektisida dengan dosis yang sesuai.

6. Artona

Hama ini termasuk lepidoptera (kupu yang merusak tanaman ketika stadia larva). Artona menjadi hama bagi tanaman kelapa. Ulat yang baru menetas menyerang dengan menimbulkan gejala serangan titik-titik pada daun. Setelah agak besar, ulat menimbulkan gejala serangan garis-garis pada daun. Selanjutnya, ulat yang cukup besar memakan daun kelapa berikut tulang daunnya sehingga daun kelapa hanya tinggal lidinya saja.

Pengendalian terhadap artona dilakukan dengan memangkas daun kelapa yang sudah terserang agar ulat dan kepompongnya ikut terbang. Pengendalian hayati dengan melepas parasit *Apanteles artonae*. Pada areal pertanaman yang luas dapat dilakukan penyemprotan dengan larutan insektisida yang bersifat sistemik atau racun perut.

Upaya pengendalian dan pemberantasan hama tanaman secara garis besar dapat dilakukan melalui dua macam cara, yaitu secara kimiawi dan secara biologi.

1. Pengendalian secara kimiawi

Pengendalian hama secara kimiawi merupakan upaya pengendalian pertumbuhan hama tanaman menggunakan pestisida, yaitu zat kimia pembasmi hama tanaman. Pestisida terdiri atas insektisida, larvasida, fungisida, dan algasida.



Gambar 10.5 *Artona catoxantha*

- Insektisida digunakan untuk memberantas serangga (insekta).
- Larvasida digunakan untuk memberantas larva (ulat).
- Fungisida digunakan untuk memberantas jamur (fungi).
- Algasida digunakan untuk memberantas ganggang (algae).

Penggunaan pestisida harus dilakukan secara cermat dan hati-hati mengikuti aturan pakai. Hal ini karena pestisida terbuat dari zat kimia yang berbahaya. Dampak penggunaan pestisida antara lain sebagai berikut.

- Dapat membunuh hewan lain yang sebenarnya bermanfaat bagi manusia.
- Apabila masuk ke dalam bahan makanan dapat bersifat racun sehingga membahayakan kesehatan manusia.
- Dapat merusak keseimbangan ekosistem.

Ada juga pengendalian hama secara kimiawi dengan menggunakan sistem fumigasi. Fumigasi adalah cara pengendalian hama dengan menggunakan gas beracun Methyl Bromide (CH_3Br). Dengan dosis yang sesuai, fumigasi dapat membunuh rayap, tikus, kumbang, ngengat, dan lain-lain. Fumigasi memiliki tingkat penetrasi yang tinggi dan dapat membunuh semua tingkat perkembangan hama tanpa mengotori bahan atau tanaman yang difumigasi. Namun, karena bahan yang digunakan adalah senyawa beracun maka penggunaan lebih lanjut masih dipelajari lebih lanjut supaya tidak terjadi dampak yang merugikan.

2. Secara biologi

Pemberantasan hama secara biologi merupakan upaya pengendalian hama tanaman dengan menggunakan agen pemangsa alami (predator). Contoh berbagai hewan pemangsa hama tanaman antara lain lebah penyengat, semut rangrang, dan burung hantu.

- Ulat kupu artona diberantas dengan hewan semacam lebah penyengat.
- Kutu loncat diberantas dengan semut rangrang.
- Tikus diberantas dengan burung hantu.

B. Gulma



Gambar 10.6 Daun sendok (*Plantago major* L.) merupakan gulma pada tanaman perkebunan

Gulma adalah tanaman pengganggu tanaman budi daya. Berbeda dengan hama dan penyakit tanaman, pengaruh yang diakibatkan oleh gulma tidak terlihat secara langsung dan berjalan lambat. Namun, secara keseluruhan kerugian yang ditimbulkan sangat besar. Gulma mampu berkompetisi kuat dengan tanaman budi daya untuk memenuhi kebutuhan unsur hara, air, sinar matahari, udara, dan ruang tumbuh. Contoh tumbuhan yang termasuk gulma, yaitu rumput teki, tanaman paku-pakuan, dan enceng gondok.

Beberapa faktor yang menyebabkan timbulnya kerugian akibat persaingan antara tanaman budi daya dengan gulma antara lain sebagai berikut.

Gulma

1. Pertumbuhan tanaman terhambat sehingga waktu mulai berproduksi lebih lama.
2. Penurunan kuantitas dan kualitas hasil produksi.
3. Gulma dapat menjadi sarang hama dan penyakit.
4. Pengendalian gulma membutuhkan biaya yang mahal.

Cara pengendalian gulma dilakukan melalui dua cara, yaitu:

1. Cara tradisional dengan mencabuti gulma secara langsung.
2. Cara modern dengan menyemprot menggunakan herbisida.

C. Penyakit Tanaman

Selain hama dan gulma, ada lagi yang dapat menurunkan kualitas tanaman, yaitu penyakit tanaman. Penyakit tanaman dapat menyebabkan terganggunya daya tahan tubuh tanaman terhadap pengaruh luar. Secara umum, penyakit tanaman disebabkan oleh virus, bakteri, dan jamur.

Berbagai contoh penyakit tanaman antara lain sebagai berikut.

a. CVPD (*Citrus Vein Phloem Degeneration*)

CVPD adalah penyakit yang merusak pembuluh tapis batang tanaman jeruk. Penyakit CVPD disebabkan oleh virus.

b. TMV (*Tobacco Mosaic Virus*)

TMV adalah virus mosaik yang menyerang tanaman tembakau. Daun tanaman tembakau yang terserang virus mosaik menjadi berwarna belang hijau muda sampai hijau tua. Ukuran daun menjadi relatif lebih kecil dibandingkan dengan ukuran daun normal. Apabila tanaman muda terserang virus ini, pertumbuhan tanaman terhambat dan akhirnya kerdil.

c. Penyakit bulai

Penyakit ini biasanya menyerang tanaman jagung. Penyebabnya adalah jamur dengan penyebaran menggunakan spora yang diterbangkan oleh angin.

d. Penyakit virus belang

Penyakit ini biasanya menyerang tanaman kedelai. Penyebabnya adalah virus dengan penyebaran melalui perantara angin.

e. Penyakit kerdil rumput

Penyakit ini biasanya menyerang tanaman padi. Penyebabnya virus dengan penyebaran melalui perantara hama wereng. Pengendalian penyakit ini dilakukan dengan jalan mengendalikan hewan perantaranya, yaitu wereng. Cara pengendalian tersebut antara lain sebagai berikut.

- 1) Menanam padi yang tahan terhadap hama wereng (VUTW).
- 2) Memutuskan daur perkembangbiakan wereng dengan jalan mengupayakan rotasi tanaman, yaitu menanam dua jenis tanaman di satu lahan secara bergantian.
- 3) Menanam padi secara serentak dalam areal yang luas dengan jenis padi yang ditanam sama. Hal ini dilakukan agar pemanenan dapat dilakukan serentak dalam satu waktu. Dengan demikian,

Penyakit Tanaman



Sebaiknya Tahu

Warna putih seperti bulu-bulu atau kapas yang sering terdapat pada daun dan batang tanaman sebenarnya merupakan hama, berupa koloni serangga-serangga kecil yang berbulu. Jika kamu ambil kaca pembesar dan kamu perhatikan, kamu akan melihat bentuk serangga yang menjadi hama tersebut.

terdapat tenggang waktu, yaitu tidak terdapatnya tanaman padi sama sekali sehingga hama wereng tidak memperoleh makanan dan akhirnya mati.

- 4) Membunuh wereng secara langsung menggunakan insektisida dengan dosis yang tepat. Dosis yang tepat sangat penting supaya hama wereng dapat diberantas tanpa mengganggu keseimbangan ekosistem.



Kerja Mandiri

Ayo, lakukan dengan baik di luar jam sekolah!

1. Perhatikan tumbuh-tumbuhan di sekitar rumahmu! Catatlah hama dan penyakit yang menyerang tumbuhan tersebut! Jika tidak ada hama atau penyakit yang menyerang, tuliskan jenis hama atau penyakit apa saja yang mungkin menyerang tumbuhan itu!
2. Sebutkan pola hidup hama-hama berikut meliputi inang (tanaman yang diganggu), cara berkembang biak, dan cara penanggulangannya:
 - a. Wereng
 - b. Kumbang
 - c. Lalat buah
 - d. Ulat sutera
 - e. Kupu artona
3. Adakah gulma yang berguna bagi manusia? Sebutkan jika ada!



Kerja Kelompok

Ayo, kerjakan bersama kelompokmu!

1. Buatlah klipng mengenai masalah-masalah dalam dunia pertanian dan perkebunan terkini (antara tahun 2000–2008)!
2. Kumpulkan klipngmu kepada guru untuk tambahan koleksi perpustakaan sekolah!



Praktikum

Pengenalan Hama-hama Pascapanen

A. Tujuan

Mengenal beberapa hama yang menyebabkan kerusakan pada komoditas pertanian pascapanen.

B. Alat dan Bahan

1. Beras secukupnya

- | | |
|-----------------|------------|
| 2. Kedelai | secukupnya |
| 3. Kacang hijau | secukupnya |
| 4. Kacang tolo | secukupnya |
| 5. Kopi | secukupnya |
| 6. Pisau/silet | 1 buah |
| 7. Alat tulis | 1 set |

C. Langkah Kerja

1. Ambillah beberapa butir atau beberapa buah komoditas bahan pangan yang menampakkan gejala serangan hama!
2. Gambarlah gejala serangan dari hama dan beri keterangan!
3. Pada jenis komoditas yang diserang bagian dalamnya, belahlah sampai terlihat bekas serangannya!
4. Gambarlah contoh hama yang menyerang komoditas dan beri keterangan!
5. Tentukan hama apa saja yang dapat digolongkan ke dalam jenis hama penyebab kerusakan pascapanen!



Rangkuman

1. Hama adalah hewan-hewan yang mengganggu atau merusak tanaman sehingga pertumbuhan dan perkembangannya terganggu.
2. Contoh hama adalah wereng, gangsir, tikus, lalat buah, walang sangit, artona, dan ulat.
3. Hama dapat dikendalikan secara kimiawi antara lain dengan menggunakan insektisida, larvasida, pestisida, dan fumigasi. Secara biologi, hama dikendalikan dengan menggunakan predator atau hewan lain yang memangsa hama.
4. Gulma adalah jenis tanaman pengganggu tanaman budi daya. Pengendalian terhadap gulma dapat dilakukan secara tradisional dan secara modern. Cara tradisional dengan mencabuti atau mengambil gulma secara langsung. Cara modern dengan menggunakan herbisida.
5. Penyakit tanaman adalah makhluk hidup penyebab terganggunya daya tahan tubuh tanaman terhadap pengaruh luar.
6. Contoh penyakit tanaman antara lain adalah CVPD (*Citrus Vein Phloem Degeneration*), penyakit bulai, rumput kerdil, penyakit virus belang, dan lain-lain. Pengendaliannya dapat dilakukan dengan mengendalikan vektor secara cermat, sanitasi kebun secara konsisten, dan pemeliharaan tanaman secara optimal.



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

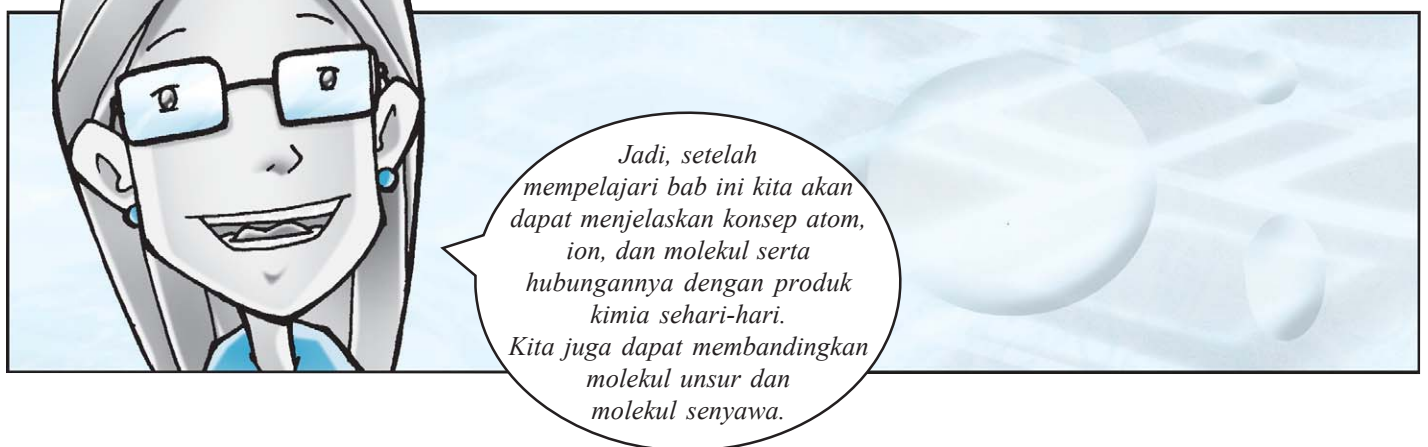
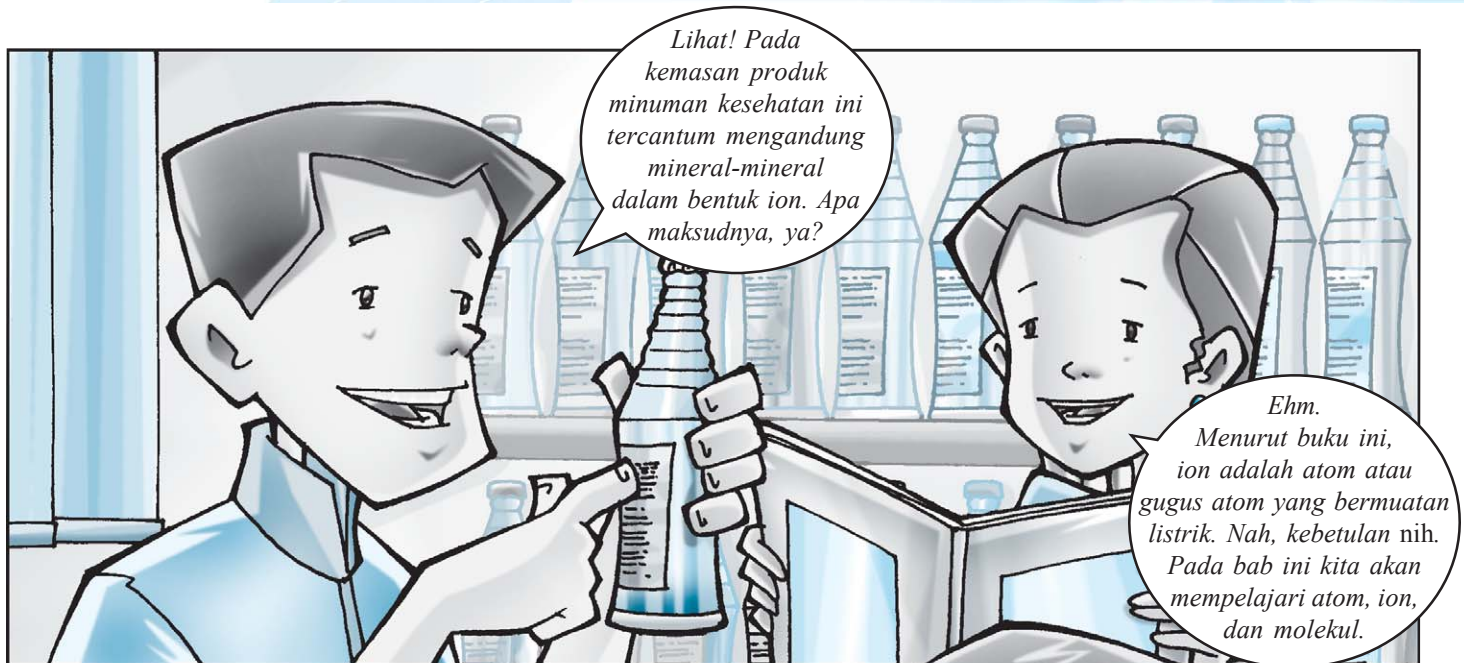
- Hewan yang mengganggu tanaman disebut sebagai
 - gulma
 - hama
 - predator
 - pestisida
- Wereng merupakan salah satu jenis
 - hama
 - gulma
 - pestisida
 - fungisida
- Hama yang paling sering menggerek batang padi adalah
 - wereng
 - jamur
 - bulu babi
 - daun sendok
- Berikut ini adalah kelompok hama, **kecuali**
 - artona
 - wereng
 - kumbang
 - enceng gondok
- Tanaman yang sering mengganggu tanaman lain disebut
 - penggerek
 - gulma
 - pestisida
 - penyakit
- Salah satu jenis gulma yang sering berada di wilayah perairan adalah
 - rumput teki
 - enceng gondok
 - pohon pisang
 - padi
- Hama tikus dapat dibasmi menggunakan
 - pestisida
 - herbisida
 - fungisida
 - algisida
- Penyakit yang merusak pembuluh tapis batang tanaman disebabkan oleh
 - bakteri
 - virus
 - serangga
 - artona
- Pengendalian hama dan gulma yang baik adalah sebagai berikut, **kecuali**
 - memerhatikan ekosistem
 - mengurangi dampak yang merugikan
 - mengupayakan rotasi tanaman, yaitu menanam dua jenis tanaman di satu lahan secara bergantian
 - disemprot pestisida dengan dosis tinggi
- Gulma sawah dapat menjadi lebih bermanfaat jika
 - tumbuhan tersebut mudah dicabut
 - menggunakan biopestisida
 - tumbuhan tersebut dapat dijadikan bahan baku industri
 - tumbuhan tersebut mudah berkembang biak

B. Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Jelaskan ciri-ciri tanaman yang terserang hama wereng!
2. Sebutkan beberapa jenis gulma yang mengganggu tanaman perkebunan!
3. Berikan contoh sistem pengendalian hama di wilayah pertanian palawija!
4. Bagaimanakah cara kerja pengendalian biologi?
5. Jelaskan sistem pengendalian hama yang baik!

**BAB
11**

ATOM, MOLEKUL, DAN ION



Gerbang



Gambar 11.1 Apakah serbuk kapur benar-benar merupakan bagian terkecil dari sebatang kapur?

Anggun mengamati serbuk kapur yang tertampung di bagian bawah papan tulis. Serbuk kapur tersebut dibuatnya dari sebatang kapur yang dipecah-pecah. Ketika sebatang kapur dipecah menjadi dua bagian, kemudian pecahannya dipecah lagi dan seterusnya maka hasil akhirnya berupa serbuk kapur. Apakah serbuk kapur tersebut merupakan bagian terkecil dari sebatang kapur atau masih dapat dipecah lagi?

Mari kita temukan jawabannya melalui pembahasan tentang atom berikut ini!

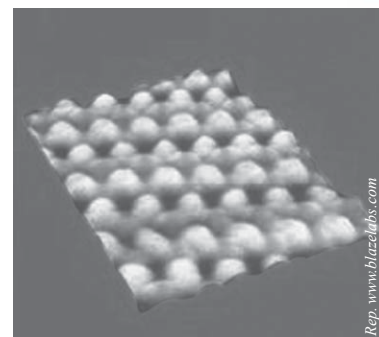
Kata kunci: atom – ion – molekul – proton – neutron – elektron

A. Partikel Materi

Ketika duduk di kelas VII kamu telah belajar tentang materi. Kita tahu bahwa segala materi di sekeliling kita, baik yang berupa zat tunggal maupun campuran, terdiri atas butir-butir kecil atau partikel. Zat tunggal terdiri atas sejenis partikel, sedangkan campuran terdiri atas dua atau lebih jenis partikel yang tercampur begitu saja tanpa reaksi kimia.

Partikel materi dapat berupa atom, molekul, atau ion. Partikel materi tersebut mempunyai ukuran sangat kecil, sehingga hampir mustahil untuk mengamati. Namun, berkat kemajuan sains dan teknologi, saat ini telah berhasil ditemukan partikel paling kecil yang disebut *quark* atau dalam bahasa Indonesia disebut sebagai kuark.

Anggapan bahwa atom merupakan bola kecil yang kompak dan tidak dapat dipecahkan lagi menjadi partikel yang lebih sederhana ternyata tidak benar. Penemuan keradioaktifan oleh Antonie Henri Becquerel



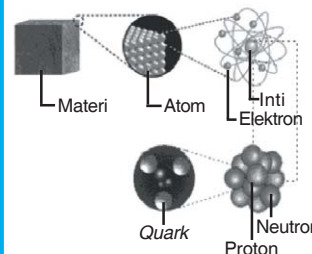
Gambar 11.2 Atom-atom Germanium terlihat dalam STM (*Scanning and Tunneling Microscope*)

ratusan tahun yang lalu telah membuktikan bahwa atom tersusun atas partikel-partikel yang lebih kecil lagi, yaitu elektron (ditemukan oleh Joseph John Thomson), proton (ditemukan oleh Ernest Rutherford), dan neutron (ditemukan oleh James Chadwick).

Satu atom, menurut ilmu kimia, terstruktur atas inti atom yang terdiri atas proton (bermuatan positif) dan neutron (netral), serta elektron yang bermuatan negatif dan beredar mengelilingi inti dalam lintasan-lintasan tertentu yang disebut kulit dan orbital atom. Jumlah proton = jumlah elektron (karena atom bersifat netral) menunjukkan nomor atom. Jumlah proton atau elektron + neutron menunjukkan bobot atom.



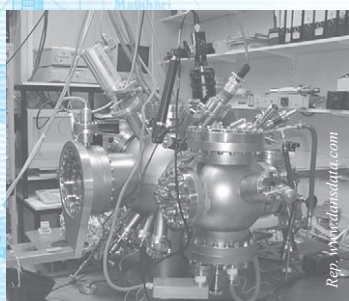
Sebaiknya Tahu



Struktur materi

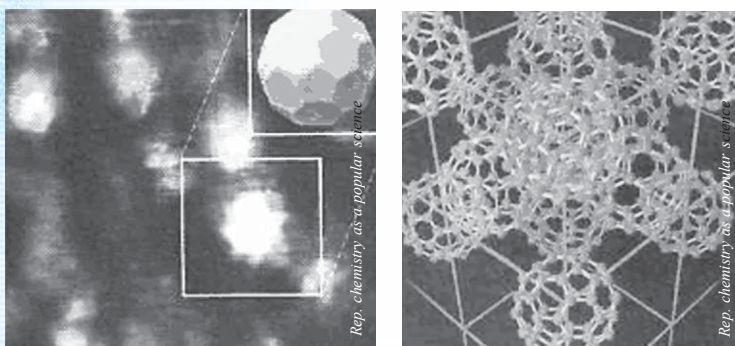
Materi tersusun atas partikel-partikel kecil yang disebut atom. Atom tersusun atas inti atom yang dikelilingi oleh awan elektron. Inti atom berupa proton dan neutron. Sedangkan neutron, elektron, dan proton masih tersusun lagi atas partikel terkecil yang disebut dengan *quark*. *Quark* inilah yang saat ini dianggap sebagai partikel terkecil yang sudah tidak dapat dibagi lagi menjadi partikel yang lebih kecil.

B. Apakah Atom dapat Dilihat?



Gambar 11.3 Scanning Tunneling Microscope (STM)

Kita patut bersyukur kepada Tuhan bahwa berkat kemajuan teknologi, saat ini telah dapat dilakukan visualisasi partikel materi yang pernah dianggap sebagai partikel terkecil, yaitu atom. Visualisasi atom dilakukan dengan menggunakan sebuah mikroskop yang dikenal sebagai STM atau *Scanning Tunneling Microscope*. Melalui monitor komputer dapat dilihat visualisasi terhadap atom-atom yang diamati melalui STM.



Gambar 11.4 Visualisasi atom silikon-60 dengan menggunakan STM

Atom-atom silikon-60 pada gambar di atas yang mula-mula terlihat sebagai bintik putih pada gambar sebelah kiri dapat terlihat secara individual di dalam gambar terkomputerisasi yang diperoleh dengan menggunakan mikroskop STM (*Scanning Tunneling Microscope*) pada gambar sebelah kanan. Mikroskop ini mampu memperbesar citra permukaan yang berskala atomik dengan cara mendeteksi aliran listrik yang mengalir dari permukaan tersebut menuju ujung logam pendeteksi.

Sedemikian kecilnya sebuah atom hingga beberapa gram unsur atau senyawa dapat terdiri atas miliaran triliun atom. Misalnya, 58,5 gram kristal garam yang terdiri atas kurang lebih 600.000.000.000.000.000.000 (enam ratus miliar triliun) atom. Untuk lebih jelasnya kita akan membahas partikel-partikel materi satu per satu.



Gambar 11.5 58,5 gram garam dapur terdiri atas kurang lebih enam ratus miliar triliun atom

C. Atom



Gambar 11.6 Demokritus, sang pencetus teori atom pertama kali

Alam semesta, termasuk tumbuhan, hewan, dan manusia sesungguhnya tersusun atas ratusan ribu hingga jutaan jenis materi. Materi-materi itu, jika diuraikan akan merupakan kombinasi dari atom-atom. Apakah sebenarnya atom itu? Kita akan mempelajarinya melalui pembahasan berikut ini.

Democritus, seorang filsuf asal Yunani pada abad IV SM, adalah pencetus gagasan tentang atom pertama kali. Pada masa itu ada dua pendapat mengenai pembagian materi. Menurut Democritus, pembagian materi bersifat **diskontinu**. Artinya, jika suatu materi dibagi dan dibagi lagi maka akhirnya diperoleh partikel terkecil yang sudah tak dapat dibagi lagi. Partikel terkecil itu disebut *atom*, yang dalam bahasa Yunani berarti tak terbagi (*a* = tidak; *tomos* = terbagi). Pendapat lain dikemukakan oleh Aristoteles yang mengatakan bahwa pembagian materi bersifat **kontinu**, artinya pembagian dapat berlanjut tanpa batas.

Pada tahun 1803, John Dalton, seorang ahli dalam bidang fisika dan kimia mengajukan suatu teori yang menegaskan bahwa materi terdiri atas atom. Jadi, atom adalah bagian terkecil dari unsur. Atom bersifat netral (tidak bermuatan listrik).

Teori atom Dalton meliputi empat hal sebagai berikut.

1. Seluruh materi tersusun oleh partikel terkecil yang disebut atom.
2. Atom tidak dapat dibuat, dipecah, atau dibagi menjadi bagian kecil lainnya.
3. Atom unsur yang sama memiliki sifat dan massa yang sama.
4. Atom unsur yang berbeda memiliki sifat dan massa yang berbeda.

Susunan atom-atom dalam besi dapat dilihat pada gambar 11.8 di samping.

Pada tahap berikutnya, model atom benar-benar berkembang sampai pada konsep paling modern yang berlaku hingga saat ini bahwa atom adalah materi yang sekaligus bersifat gelombang seperti yang diungkapkan oleh de Broglie.

Di bawah ini adalah gambar perkembangan model atom dari masa ke masa.



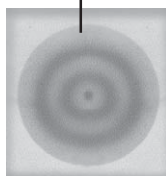
Model atom Rutherford

Menggambarkan atom sebagai miniatur tata surya dengan elektron-elektron yang bergerak seperti planet-planet mengelilingi inti.



Model atom Bohr

Menggambarkan kestabilan elektron yang bergerak di dalam orbitnya.



Orbital: elektron-elektron yang tidak memiliki momentum sudut menempati ruang seperti ini. Bayang-bayang menunjukkan kebolehjadian ditemukannya elektron di tempat tersebut.

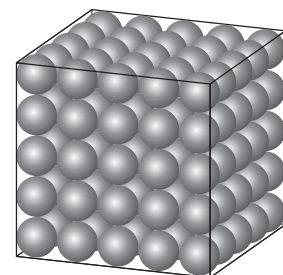
Model atom Schrodinger

Menggambarkan tempat kebolehjadian ditemukannya elektron yang disebut dengan orbital.

Gambar 11.9 Model atom dari masa ke masa



Gambar 11.7 John Dalton (1766–1844)



Gambar 11.8 Susunan atom-atom dalam besi

Atom memiliki diameter 10^{-8} (0,00000001) cm, terdiri atas inti atom dan dikelilingi oleh elektron yang bergerak menurut orbit tertentu. Hampir semua massa atom terpusat di inti atom yang berupa proton dan neutron, sementara jari-jari inti atom yang besarnya 10^{-13} cm jika dibandingkan dengan jari-jari atom itu sendiri adalah 1: 100.000. Apabila kita misalkan inti atom adalah kelereng yang diameternya 1 cm maka kulit atom jaraknya akan menjadi 100.000 cm atau 1 km dari kelereng tersebut. Jadi, kita dapat membayangkan betapa berongganya atom yang kita kira pejal tersebut.

D. Partikel-partikel Subatom

1. Proton

Proton adalah partikel bermuatan positif yang terdapat di dalam inti atom. Proton dilambangkan dengan huruf p dan massanya adalah 1 sma (satuan massa atom). Muatan sebuah proton adalah +1 yang juga sebanding dengan $1,602 \cdot 10^{-19}$ coulomb. Setiap unsur memiliki atom-atom tertentu dengan jumlah proton yang tidak sama. Misalnya, hidrogen jumlah protonnya adalah satu, lithium jumlah protonnya adalah tiga, natrium sebelas, dan sebagainya.

Proton

2. Neutron

Kata **neutron** berasal dari bahasa Latin *neutral* yang berarti tidak memiliki muatan. Lambang untuk neutron adalah n. Massa neutron setara dengan 1 sma (satuan massa atom). Sebagai contoh, helium memiliki neutron sebanyak 2, lithium memiliki neutron sebanyak 3, natrium memiliki neutron sebanyak 11, dan sebagainya.

Neutron

3. Elektron

Partikel penyusun dengan massa paling ringan adalah **elektron**. Massa elektron hanya $\frac{1}{1.840}$ sma. Oleh karena itu, elektron dianggap tidak bermassa. Elektron memiliki muatan negatif yang setara dengan $1,602 \cdot 10^{-19}$ C. Posisi elektron pada suatu atom dapat digambarkan sebagai berikut.

Elektron

Proton dan neutron terdapat dalam inti atom yang dikelilingi oleh elektron pada lintasan-lintasannya.

Atom tidak bermuatan. Oleh karena itu, jumlah proton dan elektron dalam atom selalu sama. Lintasan elektron disebut juga kulit atau orbital.

Nama lintasan-lintasan elektron dari yang paling dekat inti atom adalah lintasan 1, 2, 3, 4, . . . (K, L, M, N, . . .).

Elektron yang mengisi setiap lintasan maksimum berjumlah:

$2n^2$

n adalah lintasan ke 1, 2, 3, 4, dst.

Lintasan pertama dapat diisi 2 elektron

Lintasan kedua maksimum dapat diisi 8 elektron

Lintasan ketiga maksimum dapat diisi 18 elektron

Gambar 11.10 Atom dengan lintasan elektron pada kulitnya

Secara lengkap lambang sebuah atom ditulis sebagai berikut.



Keterangan:

A : nomor massa (jumlah proton dan neutron)

Z : nomor atom



Kerja Kelompok

Kerjakan dengan baik bersama kelompokmu!

1. Carilah daftar Sistem Periodik Unsur, kemudian tuliskan 10 lambang atom logam dan 10 lambang atom nonlogam! Tentukan jumlah proton, elektron, dan neutronnya!
2. Buatlah gambar perkembangan atom dari masa ke masa! Berikan uraian singkat untuk menjelaskan gambarmu!

E. Molekul

Molekul adalah partikel (spesi) netral yang terdiri atas dua atau lebih atom, baik atom sejenis maupun atom yang berbeda. Ada 2 jenis molekul, yaitu molekul monoatomik dan molekul poliatomik. Molekul monoatomik adalah molekul yang terdiri atas satu atom, misalnya molekul gas mulia (He, Ne, Ar, Kr, Xe, dan Rn). Sedangkan molekul poliatomik adalah molekul yang terdiri atas lebih dari 1 atom. Molekul poliatomik yang terdiri atas atom sejenis disebut **molekul unsur**, sedangkan yang terdiri atas atom-atom yang berbeda disebut **molekul senyawa**. Molekul-molekul unsur dapat berupa *diatomik* seperti O_2 , N_2 , dan Cl_2 , atau *tetraatomik* seperti P_4 , dapat juga berupa *oktaatomik* seperti S_8 . Perbedaan antara molekul unsur dan molekul senyawa ditunjukkan dengan gambar 11.11.

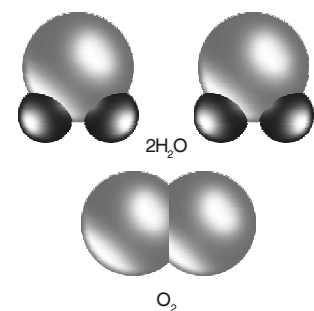
Dalam kehidupan sehari-hari, tanpa kita sadari kita sering menggunakan molekul unsur dan molekul senyawa tertentu. Berikut ini adalah beberapa contoh molekul unsur dan molekul senyawa yang sering berhubungan dengan kehidupan kita sehari-hari beserta kegunaannya.

Tabel 11.1 Beberapa molekul unsur

Molekul Unsur	Rumus Kimia	Kegunaannya
Gas hidrogen	H_2	Pembuatan lampu
Gas oksigen	O_2	Pernapasan
Gas nitrogen	N_2	Pupuk
Gas klorin	Cl_2	Pembuatan kertas
Iodin	I_2	Antiseptik dan obat luka
Fosfor	P_4	Korek api
Belerang	S_8	Obat gatal

Molekul Unsur

Molekul Senyawa



Gambar 11.11 Molekul senyawa $2H_2O$ dan molekul unsur O_2

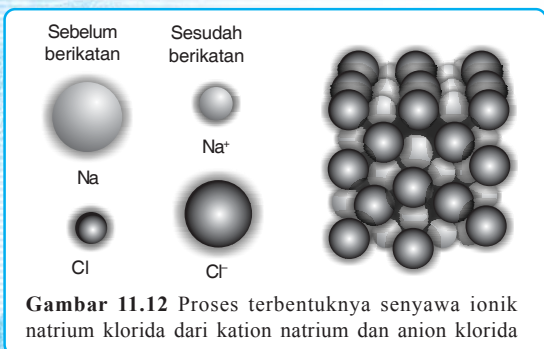
Tabel 11.2 Beberapa molekul senyawa

Molekul Senyawa	Rumus Kimia	Kegunaannya
Asam asetat	CH ₃ COOH	Cuka makan
Amonia	NH ₃	Pupuk
Asam askorbat	C ₆ H ₈ O ₆	Vitamin C
Kalsium karbonat	CaCO ₃	Bahan bangunan
Soda kue	NaHCO ₃	Membuat roti
Karbon dioksida	CO ₂	Penyegar minuman ringan
Aspirin	C ₉ H ₈ O ₄	Mengurangi rasa sakit
Magnesium hidroksida	Mg(OH) ₂	Obat penawar asam lambung
Asam klorida	HCl	Pembersih logam (air keras)
Natrium klorida	NaCl	Garam dapur
Natrium hidroksida	NaOH	Pembuat sabun
Sukrosa	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	Pemanis
Asam sulfat	H ₂ SO ₄	Air aki
Urea	CO(NH ₂) ₂	Pupuk

F. Ion

Ion adalah atom atau gugus atom yang bermuatan listrik. Ion terdiri atas kation dan anion. Kation adalah ion yang bermuatan positif, sedangkan anion adalah ion yang bermuatan negatif. Kation dan anion bergabung dalam proporsi yang tertentu dan tetap untuk membentuk senyawa ionik yang netral.

Ion



Garam dapur (natrium klorida) merupakan contoh bergabungnya kation Na⁺ dengan anion Cl⁻. Beberapa nama anion dan kation tercantum pada tabel di bawah ini.

Tabel 11.3 Beberapa kation dan anion

Kation		Anion					
Na ⁺	natrium	OH ⁻	hidroksida	NO ₃ ⁻	nitrat	ClO ₄ ⁻	perklorat
K ⁺	kalium	Cl ⁻	klorida	NO ₂ ⁻	nitrit	ClO ₃ ⁻	klorat
Fe ²⁺	besi (II) atau ferro	Br ⁻	bromida	SO ₄ ²⁻	sulfat	ClO ₂ ⁻	klorit
Fe ³⁺	besi (III) atau ferri	I ⁻	iodida	SO ₃ ²⁻	sulfit	ClO ⁻	hipoklorit
Cu ⁺	tembaga (I) atau cupro	CN ⁻	sianida	PO ₄ ³⁻	fosfat	MnO ₄ ²⁻	manganat
Cu ²⁺	tembaga (II) atau cupri	S ²⁻	sulfida	HPO ₄ ²⁻	hidrogen fosfat	SiO ₄ ⁴⁻	silikat
NH ₄ ⁺	amonium	NH ₂ ⁻	amida	H ₂ PO ₄ ⁻	dihidrogen fosfat	O ₂ ²⁻	peroksida
H ₃ O ⁺	hidronium						

Senyawa yang terbentuk dari ion-ion disebut sebagai senyawa ionik. Kation dan anion bergabung dengan perbandingan tertentu untuk menghasilkan senyawa ionik yang netral. Agar dapat dihasilkan senyawa ionik yang netral, muatan negatif pada anion jumlahnya harus sama dengan muatan positif pada kation.

Contoh pembentukan senyawa ionik diperlihatkan oleh tabel berikut.

Tabel 11.4 Contoh pembentukan senyawa ionik

Ion positif Ion negatif	(SO ₄ ²⁻) Sulfat	(NO ₃ ⁻) Nitrat
(Na ⁺) Natrium	Na ₂ SO ₄ Natrium sulfat	NaNO ₃ Natrium nitrat
(Ca ²⁺) Kalsium	CaSO ₄ Kalsium sulfat	Ca(NO ₃) ₂ Kalsium nitrat
(Al ³⁺) Aluminium	Al ₂ (SO ₄) ₃ Aluminium sulfat	Al(NO ₃) ₃ Aluminium nitrat

Kerja Mandiri

Kerjakan dengan baik di buku tugasmu!

1. Apa yang dimaksud dengan ion dan bagaimana terbentuknya?
2. Apa yang membedakan antara:
 - a. molekul unsur dengan molekul senyawa;
 - b. molekul monoatomik dengan molekul poliatomik.
3. Lengkapilah tabel di bawah ini!

Ion positif Ion negatif	(SO ₄ ²⁻) Sulfat	(NO ₃ ⁻) Nitrat	(ClO ₄ ⁻) Perklorat
(K ⁺) Kalium	K ₂ SO ₄ Kalium sulfat	.....	.....
(Mg ²⁺) Magnesium	.....	.....	.....
(Al ³⁺) Aluminium	.....	.....	.....

Rangkuman

1. Menurut Demokritus, suatu materi bersifat diskontinu. Artinya, jika suatu materi dibelah terus-menerus akan diperoleh materi terkecil yang tidak mungkin dibelah lagi. Bagian terkecil yang sudah tidak dapat dibelah lagi tersebut dinamakan atom.
2. Teori atom Dalton meliputi empat hal sebagai berikut.
 - a. Seluruh materi tersusun oleh partikel terkecil yang disebut atom.
 - b. Atom tidak dapat dibuat, dipecah, atau dibagi menjadi bagian kecil lainnya.
 - c. Atom unsur yang sama memiliki sifat dan massa yang sama.
 - d. Atom unsur yang berbeda memiliki sifat dan massa yang berbeda.
3. Molekul adalah partikel (spesi) netral yang terdiri atas dua atau lebih atom, baik atom sejenis (disebut molekul unsur) maupun atom yang berbeda (disebut molekul senyawa).
4. Ion adalah atom atau gugus atom yang bermuatan listrik. Ion terdiri atas kation dan anion.



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

- Molekul tetraatomik adalah molekul yang tersusun atas empat unsur yang sama. Molekul berikut ini yang merupakan molekul tetraatomik adalah molekul
 - Fe
 - N_3
 - Cl_2
 - P_4
- Unsur-unsur berikut yang **bukan** merupakan molekul monoatomik yang berasal dari unsur logam adalah
 - seng
 - besi
 - nikel
 - boron
- Filsuf asal Yunani pada abad IV SM yang mencetuskan gagasan tentang atom pertama kali
 - Democritus
 - Dermosius
 - Leucipus
 - Nicolas Copernicus
- Jika atom Na melepaskan 1 elektron akan menjadi
 - ion Na^+
 - anion
 - ion Na^-
 - elektron
- Pernyataan di bawah ini yang **tidak benar** adalah
 - molekul terdiri atas atom-atom
 - setiap materi tersusun dari molekul-molekul
 - setiap molekul unsur tersusun dari empat atom unsur
 - molekul senyawa tersusun dari atom-atom yang berbeda
- Berikut ini merupakan ion poliatomik, **kecuali**
 - PO_4^{3-}
 - MnO_4^-
 - NO_3^-
 - S^{2-}
- Pada peristiwa kimia, suatu atom dalam suatu unsur dapat menangkap atau melepaskan elektron sehingga terbentuk
 - ion
 - molekul monoatomik
 - molekul diatomik
 - senyawa
- Molekul H_2SO_4 terdiri atas dua atom H dan satu molekul SO_4 . Dua atom H dapat melepaskan dua elektron menjadi dua ion H^+ dan molekul SO_4 menangkap dua elektron menjadi ion SO_4^{2-} . Pada peristiwa tersebut yang merupakan kation adalah
 - ion SO_4^{2-}
 - atom H
 - atom
 - ion H^+
- Nama ion-ion ini NH_4^+ , H_3O^+ , Cu^{2+} , Fe^{3+} , dan K^+ berturut-turut adalah
 - amonium, hidronium besi (III), tembaga (II), amonium,
 - amonium, hidronium, tembaga (II), besi (III), kalium
 - amonium, besi (III), tembaga (II), hidronium, kalium,
 - amonium, hidronium, tembaga (II), besi (III), kalium (I)

10. Jika diketahui beberapa kation dan anion berikut K^+ , Ba^{2+} , Fe^{3+} , Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} maka sekelompok senyawa dari penggabungan kation dan anion tersebut adalah

- KCl , $Ba_2(PO_4)_3$, $FeSO_4$
- K_3PO_4 , $BaSO_4$, $FePO_4$
- KSO_4 , $BaCl_2$, $FeCl_3$
- $BaSO_4$, KPO_4 , $FeCl_3$

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

- Jelaskan definisi dari atom, molekul, dan ion!
- Apakah perbedaan antara molekul unsur dan molekul senyawa? Coba gambarkan untuk memperjelas jawabanmu!

- Apa yang dimaksud dengan kation dan anion dan bagaimana terbentuknya senyawa ionik?
- Kelompokkan materi berikut ke dalam molekul unsur atau molekul senyawa!
 - Garam dapur
 - Alkohol
 - Kaca
 - Bensin
 - Oksigen
 - Ozon
- Mengapa larutan garam dapur ($NaCl$) dapat menghantarkan arus listrik?

BAB 12

BAHAN KIMIA DI RUMAH

Wah bajumu putih sekali! Baunya harum. Pakai apa sih?

Ibuku mencucinya dengan detergen khusus yang mengandung pemutih dan ketika menyeterika diberi pewangi.

Betul. Kita akan mempelajari pengaruh penggunaan bahan kimia yang digunakan sebagai pembersih, pemutih, pewangi, dan pembasmi serangga.

Oh ya? Bukankah pembersih, pemutih, pewangi, dan pembasmi serangga merupakan topik mata pelajaran kita kali ini?

Kita juga akan mendapat penjelasan tentang efek samping bahan-bahan kimia tersebut.

Wah bakalan seru nih! Nanti kita akan memahami kegunaan dan efek samping bahan kimia dalam kehidupan sehari-hari.



Gerbang



Gambar 12.1 Produk pembersih kita gunakan untuk menjaga kesehatan dan kenyamanan

Berbagai macam produk di atas kita gunakan setiap hari. Mulai dari pembersih, pewangi, hingga anti-nyamuk. Produk-produk tersebut sangat kita butuhkan bagi kesehatan dan kenyamanan kita. Coba bayangkan seandainya kamu mandi tanpa menggunakan sabun mandi atau menggosok gigi tanpa menggunakan pasta gigi! Tentu tidak nyaman, bukan? Sebenarnya, bahan-bahan apa yang terkandung dalam produk di atas? Bagaimana cara kerjanya? Apa efek samping penggunaan bahan-bahan tersebut? Pertanyaan-pertanyaan tersebut akan terjawab melalui pembahasan berikut ini.

Kata Kunci: bahan kimia rumah tangga – pembersih – pewangi – pembasmi serangga – efek samping

A. Bahan Kimia dalam Kehidupan Sehari-hari

Coba kamu ingat-ingat aktivitasmu pagi ini! Pagi hari setelah bangun tidur kamu mandi menggunakan sabun mandi, lalu menggosok gigi dengan pasta gigi. Setelah itu kamu mengenakan pakaian seragam sekolah. Pakaian seragammu bersih dan harum karena sebelumnya telah dicuci dengan deterjen dan diberi pengharum. Peralatan makan yang kamu gunakan untuk makan pagi juga bersih karena dicuci dengan cairan pencuci piring. Sabun, pasta gigi, deterjen pencuci, maupun pengharum pakaian yang kita gunakan sehari-hari menggunakan bahan kimia tertentu.

Dari gambaran tersebut jelas bahwa hidup kita tidak bisa lepas dari bahan-bahan kimia. Bahan-bahan kimia tersebut meliputi bahan untuk menjaga kebersihan dan memberikan kenyamanan.

Berikut ini adalah uraian tentang pengelompokan bahan-bahan kimia rumah tangga ke dalam kategori pembersih, pemutih, pewangi, dan pestisida, serta pengaruh penggunaan dan efek sampingnya.

1. Bahan Pembersih

Seperti sudah disebutkan sebelumnya bahwa terdapat banyak sekali bahan kimia yang dapat kita temui dalam kehidupan sehari-hari. Satu di

antaranya adalah pembersih. Kita menggunakan berbagai macam pembersih untuk membersihkan badan, pakaian, lantai, piring, hingga kamar mandi. Apakah pembersih itu?

Pembersih adalah bahan yang berfungsi untuk membantu mengangkat dan melarutkan kotoran yang melekat pada suatu benda. Kita dapat mengelompokkan bahan kimia sebagai pembersih berdasarkan kemasannya masing-masing. Setiap produk biasanya dibungkus dalam kemasan yang berbeda-beda. Dari kemasan inilah kita dapat mengetahui komposisi kandungan bahan-bahan kimianya. Masing-masing pabrik akan memberikan kemasan yang semenarik mungkin sehingga konsumen tertarik untuk menggunakannya. Misalnya saja, sabun mandi produk pabrik A dengan sabun mandi produk pabrik B, atau sampo produk pabrik P dengan sampo produk pabrik Q samakah kemasan dari kedua produk ini? Tentu tidak, bukan?

Bagaimana dengan bahan kimia yang terkandung di dalam masing-masing jenis pembersih itu? Samakah antara satu dengan lainnya? Pada dasarnya setiap jenis produk pembersih mempunyai bahan kimia utama yang sama satu dengan yang lain. Namun demikian, umumnya produsen menambahkan bahan-bahan tertentu yang berbeda antara satu dengan yang lain. Tujuannya adalah untuk memberi kelebihan atau keistimewaan pada jenis produk pembersih yang dihasilkannya.

Berikut ini adalah daftar pembersih dan kandungan utama bahan kimia di dalamnya.

Tabel 12.1 Kandungan Bahan Utama dalam Pembersih

Jenis Pembersih	Kandungan Bahan Kimia Utama
Sabun mandi	Kalium palmitat atau kalium stearat
Sabun colek (cuci)	Natrium palmitat atau natrium stearat
Pencuci tangan	Natrium palmitat atau natrium stearat
Bubuk detergen	Linear alkil sulfonat (LAS)
Pencuci peralatan dapur	Linear alkil sulfonat (LAS)
Pembersih lantai	Asam klorida atau benzalkonium klorida
Krim pencukur	Kalium stearat dan natrium stearat
Pasta gigi	Natrium lauril sulfat
Sampo	Natrium lauril eter sulfat
Pembersih muka	Kalium palmitat atau kalium stearat

Bahan kimia utama dalam pembersih sering disebut sebagai **bahan aktif**. Bahan aktif ini berfungsi sebagai surfaktan. Selain bahan kimia utama tersebut, tentu saja masing-masing produk pembersih mendapatkan tambahan bahan-bahan yang dapat mengoptimalkan fungsi produk tersebut sesuai dengan tujuan penggunaannya. Misalnya air, aroma, pengental, alkohol, garam dapur, minyak atsiri, mineral, bahan pencemerlang, bahan untuk mempertahankan warna, penguat (*builder*), pelembut, pewarna, pewangi, pengawet, dan sebagainya.

Jika tabel di atas kita amati dengan saksama, ternyata dari sekian banyak jenis pembersih yang kita gunakan sehari-hari hanya ada dua komponen utama, yaitu komponen sabun dan komponen detergen. Komponen sabun, yaitu natrium stearat dan natrium palmitat pada sabun cuci atau kalium stearat dan kalium palmitat pada sabun mandi. Komponen detergen, yaitu linear alkil sulfonat, natrium lauril sulfat, dan bahan kimia lain seperti asam klorida.



Gambar 12.2 Berbagai produk pembersih yang sering digunakan

Bahan Aktif

Untuk mengatasi kotoran yang membandel diperlukan bahan-bahan pembersih. Sebagaimana telah diuraikan sebelumnya, komponen utama pembersih adalah sabun dan detergen. Samakah sabun dan detergen itu? Untuk mengetahui lebih dalam tentang kedua jenis komponen tersebut, berikut ini adalah uraiannya.

a. Sabun

Lebih dari 2.000 tahun yang lalu orang sudah mengenal sabun. Orang pada saat itu mengenal sebuah proses yang disebut saponifikasi. Saponifikasi adalah reaksi antara minyak atau lemak, baik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan (nabati) maupun yang berasal dari hewan (hewani) dengan basa-basa tertentu yang dihasilkan dari abu (alkali) tumbuh-tumbuhan (natrium hidoksida dan kalium hidoksida). Reaksi ini ternyata dapat menghasilkan sebuah senyawa yang dapat digunakan untuk membersihkan kotoran yang kemudian dikenal sebagai sabun, serta senyawa berasa manis yang disebut gliserol yang kemudian disebut sebagai gliserol. Gliserol ini dimanfaatkan lebih lanjut untuk bahan peledak, pelarut, dan sebagainya.

Minyak nabati yang biasa digunakan biasanya berupa minyak kelapa, minyak sawit, minyak biji kapas, minyak jarak, minyak zaitun, minyak kedelai, dan minyak jagung. Minyak dan lemak hewani yang biasa digunakan biasanya berupa minyak ikan, lemak kambing atau domba, lemak sapi, dan lain-lain.

Berdasarkan kandungan basa yang terdapat di dalamnya, sabun dapat digolongkan menjadi dua macam, yaitu sabun lunak dan sabun keras.

1) Sabun lunak

Sabun lunak adalah sabun yang mengandung ion kalium karena dalam proses pembuatannya, basa yang digunakan adalah kalium hidoksida (kaustik potas). Sabun jenis ini disebut sabun lunak karena memang kalium hidoksida memiliki sifat pemutih (*bleaching*) yang lebih lunak daripada natrium hidoksida yang digunakan pada sabun keras. Contoh sabun lunak adalah semua produk sabun mandi, sampo, dan pasta gigi. Proses pembuatannya melibatkan reaksi kimia berikut ini.

kalium hidoksida + gliserol tristearat \rightarrow kalium stearat (sabun mandi) + gliserol
Atau

kalium hidoksida + gliserol tripalmitat \rightarrow kalium palmitat (sabun mandi) + gliserol

Lalu, mengapa sabun dan sampo orang dewasa pedih di mata sedangkan sabun dan sampo bayi tidak? Pada dasarnya masing-masing produsen pembersih jenis sabun lunak berusaha menciptakan produk seistimewa dan semenarik mungkin. Sabun atau sampo yang pedih di mata berarti memiliki kandungan kalium lebih tinggi daripada yang tidak pedih di mata. Sampo dengan kandungan kalium lebih tinggi memiliki daya bersih yang lebih tinggi. Pada sabun atau sampo bayi kandungan kaliumnya dibuat lebih rendah karena



Sebaiknya Tahu

Karena dapat mengaktifkan permukaan, sabun dan detergen disebut zat aktif permukaan (surfaktan). Suatu molekul surfaktan terdiri dari bagian yang senang air (gugus polar, hidrofilik) dan bagian yang tidak senang air (gugus non-polar, hidrofobik) atau senang zat organik seperti lemak.

Sabun



Gambar 12.3 Sabun mandi termasuk sabun lunak

Sabun Lunak

digunakan untuk kulit yang masih sensitif. Akan tetapi, walaupun daya pembersihnya lebih rendah, sabun ini aman dan cukup efektif untuk membersihkan kulit bayi.

Selain kandungan basa yang berbeda-beda, jenis dan jumlah minyak dan lemak yang digunakan dalam pembuatan jenis sabun lunak ini juga memengaruhi sifat-sifat fisik sabun. Sifat fisik itu meliputi keras dan lunaknya, jumlah busa yang dihasilkan, warnanya transparan atau tidak, kelarutan dalam air, dan lain-lain.

Tambahan bahan-bahan lain seperti minyak atsiri, vitamin, mineral, parfum, pewarna, mint dan esens atau pemberi rasa pada pasta gigi, dan lain-lain akan mempertinggi kegunaan dan menambah daya tarik pembersih yang termasuk ke dalam sabun lunak ini.

2) Sabun keras

Sabun keras adalah sabun yang mengandung ion natrium, karena dalam proses pembuatannya digunakan natrium hidroksida (soda api atau kaustik soda). Natrium hidroksida merupakan basa yang lebih keras daripada kalium hidroksida. Daya pemutihnya sangat iritatif (bersifat melukai) terhadap kulit. Oleh karena itu, sabun jenis ini tidak cocok untuk membersihkan tubuh, kecuali bagian-bagian tertentu seperti telapak tangan yang memang berkulit lebih tebal. Contoh sabun keras adalah sabun colek (sabun krim).

Proses pembuatan sabun keras melibatkan reaksi kimia berikut ini.

natrium hidroksida + gliserol tristearat \rightarrow natrium stearat (sabun colek) + gliserol

Atau

natrium hidroksida + gliserol tripalmitat \rightarrow natrium palmitat (sabun colek) + gliserol

Selain kedua jenis sabun tersebut, terdapat juga jenis sabun yang merupakan campuran antara sabun keras dan sabun lunak, misalnya krim pencukur. Penggunaan sabun keras pada krim ini dimaksudkan untuk melunakkan kulit, sehingga rambut yang menempel di atasnya, seperti cambang, kumis, janggut, atau bulu kaki lebih mudah dibersihkan.

b. Detergen

Komponen pembersih utama berikutnya adalah **detergen**. Dewasa ini hampir semua jenis pembersih menggunakan detergen. Dahulu orang mengandalkan sabun sebagai bahan pembersih satu-satunya yang paling andal. Tetapi kemudian diketahui bahwa pada air yang memiliki kadar garam tinggi (air sadah) dan air yang dingin penggunaan sabun ternyata tidak efektif. Di dalam air ini biasanya terkandung ion kalsium atau ion magnesium yang menyebabkan daya pembersih sabun menjadi berkurang. Hal ini dikarenakan ion kalium atau ion magnesium dalam air sadah menggantikan posisi ion natrium atau ion kalsium pada molekul sabun. Oleh karena itu, orang kemudian berusaha menciptakan bahan pembersih yang memiliki daya pembersih efektif di dalam semua jenis larutan. Sampai pada sekitar tahun 1940-an akhirnya orang berhasil menciptakan detergen.

Sabun Keras



Gambar 12.4 Krim pencukur merupakan campuran antara sabun keras dan sabun lunak

Detergen


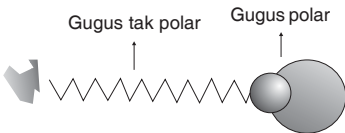


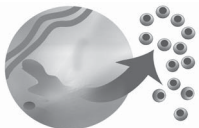
Bahan dasar detergen adalah alkil benzena sulfonat atau sering disingkat ABS. Dibandingkan dengan sabun, detergen memiliki daya cuci lebih baik karena tetap efektif untuk mencuci walaupun dengan menggunakan air sadah maupun air dingin.

Supaya kotoran yang terlepas tidak kembali menempel, biasanya ditambahkan zat kimia tertentu yang disebut anti-redeposisi. Contoh zat anti-redeposisi adalah metil karboksi selulosa.

2. Proses Pembersihan

Baik sabun maupun detergen dapat berfungsi sebagai pembersih lemak dan kotoran lainnya karena sebagian komponennya berfungsi sebagai surfaktan. **Surfaktan** adalah struktur molekul yang berfungsi menghubungkan antara air dengan partikel-partikel kotoran sehingga memudahkan air dalam menghilangkan kotoran dari serat kain. Molekul tersebut dapat bertindak demikian karena bentuknya berupa rantai panjang yang salah satu ujungnya bersifat hidrofilik (mengikat air) dan ujung satunya lagi bersifat hidrofobik (mengikat partikel yang tidak terlarut di dalam air). Di dalam air, sabun berfungsi untuk meningkatkan daya pembasah (*wetting ability*) pada air. Hal ini akan memudahkan air dalam membersihkan dan melarutkan kotoran-kotoran yang menempel.

Tahapan pembersihan pakaian kotor dengan sabun dan detergen adalah sebagai berikut.

 <p>Air tanpa detergen (kiri) dengan detergen (kanan)</p>	<p>Sabun atau detergen dengan daya pembasah (<i>wetting ability</i>) yang dimilikinya menyebabkan tegangan permukaan air turun sehingga serat kain lebih mudah ditembus air dan molekul sabun atau detergen itu sendiri.</p>
 <p>Gugus tak polar Gugus polar</p>	<p>Gugus hidrofilik surfaktan yang bersifat polar lebih senang berinteraksi dengan molekul air yang juga polar, sementara gugus hidrofobiknya yang tak polar berinteraksi dengan kotoran organik/lemak yang tak polar pula.</p>
	<p>Molekul-molekul sabun atau detergen bergerak mengelilingi kotoran dan membentuk cincin yang disebut <i>micelle</i> atau misel. Ujung rantai yang hidrofilik akan menarik molekul air, sedangkan ujung rantai yang bersifat hidrofobik akan mengikat kotoran.</p>
	<p>Terjadi proses pembersihan, yaitu penyerapan kotoran ke dalam pusat misel yang menyebabkan kotoran berubah menjadi zat yang mudah terlarut di dalam air.</p>
	<p>Kotoran terlepas dari bahan dan terdispersi ke dalam air melalui sedikit pengucekan.</p>

Surfaktan

Untuk menambahkan aroma yang segar dan harum, biasanya dalam sabun atau detergen ditambahkan pengharum. Pada sabun mandi, sabun cuci, sampo, pasta gigi, dan pembersih lantai atau toilet, aroma pengharum yang sering digunakan adalah aroma bunga dan buah-buahan. Selain itu, juga ditambahkan bahan-bahan lain sesuai kebutuhan dan tujuan penggunaan bahan pembersih tersebut. Bahan-bahan tersebut disebut sebagai bahan aditif. Berikut ini beberapa bahan aditif pada produk pembersih.

Tabel 12.2 Bahan Aditif pada Produk Pembersih

Bahan Tambahan	Keterangan
Penguat pada cairan pencuci piring	Bahan ini berfungsi untuk mengefektifkan fungsi bahan aktif (surfaktan) pada produk pembersih. Biasanya berupa campuran antara LABS (linear alkil benzen sulfonat), larutan soda api, dan air yang disebut larutan atinsoft.
Bahan pengental	Garam dapur atau natrium klorida (NaCl) yang ditambahkan ke dalam campuran beberapa produk pembersih berperan untuk mengatur kekentalan.
Pengawet produk	Beberapa jenis bahan pengawet yang sering dipakai adalah natrium salisilat, natrium benzoat, formaldehid, dan EDTA (Etilen Diamin Tera Asetat). Bahan ini dipakai untuk menjaga produk dari serangan jamur atau mikroorganisme lain.
Pelembut pakaian (<i>softener</i>)	Bahan utama cairan pelembut pakaian adalah distearil dimetil amonium klorida. Bahan utama ini dijumpai di pasaran dengan nama dagang, antara lain: Quartamin D86P, Bratasoft, dan Accosoft.
Penguat pada detergen (<i>builder</i>)	Bahan ini berfungsi meningkatkan efisiensi surfaktan. <i>Builder</i> digunakan untuk melunakkan air sadah sehingga bahan aktif (surfaktan) dapat berfungsi lebih baik. Selain itu, <i>builder</i> juga membantu menciptakan kondisi keasaman yang tepat agar proses pembersihan dapat berlangsung lebih baik. Contoh <i>builder</i> adalah natrium karbonat, natrium sitrat, senyawa kompleks fosfat, natrium silikat atau zeolit.
Parfum dan pewarna	Pemilihan parfum dan pewarna yang tepat akan sangat berarti bagi produk yang akan dipasarkan karena bau harum dan warna khas akan menjadi daya tarik tersendiri bagi pembeli.
Medium (pelarut)	Air digunakan sebagai pelarut produk pembersih yang berbasis cair (<i>liquid based</i>) seperti sampo. Untuk menjaga kestabilan produk, air yang ideal digunakan adalah air yang sudah mengalami deionisasi (dihilangkan ion-ion yang terkandung di dalamnya).
Vitamin, protein, dan mineral pada sampo	Vitamin, protein, dan mineral yang dapat diperoleh dari tumbuhan dan hewan terbukti mampu merawat dan menambah kesuburan serta keindahan rambut. Misalnya, kandungan mineral pada merang yang dibakar, protein pada kuning telur, beta karoten dalam wortel, kandungan zat aktif polisakarida dalam lidah buaya, atau vitamin E dan B dalam kacang hijau, semuanya bermanfaat bagi kesuburan dan keindahan rambut.
Penguat pada pembersih kaca	Metanol (CH ₃ OH) dan isopropil alkohol adalah senyawa golongan alkohol yang biasanya berfungsi sebagai penguat pada pembersih kaca.
Anti-redeposisi pada detergen	Supaya kotoran yang terlepas tidak kembali menempel, biasanya ditambahkan zat kimia tertentu yang disebut zat anti-redeposisi. Contoh zat anti-redeposisi adalah metil karboksi selulosa.
Pemanis pada pasta gigi	Sakarin biasanya digunakan sebagai pemberi rasa manis pada pasta gigi.



Kerja Mandiri 1

Kerjakan dengan baik di buku tugasmu!

1. Banyak produk pembersih kini dilengkapi dengan nama bahan baku dalam bahasa Inggris. Bukalah kamusmu dan temukan kata dalam bahasa Indonesia yang tepat untuk istilah-istilah berikut ini.
 - a. *Lauric acid*
 - b. *Stearic acid*
 - c. *Potassium*
 - d. *Sodium*
 - e. *Glyceryl*
 - f. *Hidrochloric acid*
 - g. *Ingredient*
 - h. *Fragrance*
2. Di dalam sampo sering kali ditambahkan jojoba. Apakah jojoba itu? Carilah informasi sebanyak mungkin tentang jojoba tersebut dan buatlah catatan di dalam bukumu!

3. Efek Samping Penggunaan Pembersih

Pernahkah kamu menjumpai tanaman enceng gondok yang tumbuh memenuhi hampir seluruh permukaan sungai atau danau? Apakah air di tempat tersebut banyak mengandung busa atau tampak bersih? Kira-kira apa penyebabnya?

Limbah domestik dan industri kecil dari rumah tangga, terutama yang berupa air bekas cucian pada umumnya dibuang ke parit-parit dan kadang kala dibuang ke halaman atau kebun rumah tanpa diolah terlebih dahulu. Air yang mengandung berbagai macam sisa (residu) bahan kimia mengalir dari parit-parit menuju sungai yang akhirnya menyebabkan berbagai pencemaran air. Pencemaran tersebut akan mengganggu keseimbangan ekosistem yang ada. Misalnya, bertambahnya gulma air, seperti enceng gondok, yang menyebabkan terganggunya aliran sungai. Dampak lain adalah terjadinya pendangkalan akibat lumpur yang bertumpuk sebagai media tumbuh gulma tersebut, atau matinya berbagai macam binatang air karena rendahnya kandungan oksigen di dalam air. Demikian pula yang terjadi pada tanah. Jika tanah terus-menerus terkena buangan limbah cucian maka tanah akan menjadi tidak subur lagi.

Dewasa ini pencemaran air menjadi suatu permasalahan yang cukup serius. Limbah rumah tangga yang berasal dari penggunaan detergen dan berbagai jenis sabun menjadi salah satu penyebab pencemaran air. Detergen lebih sukar diuraikan oleh mikroorganisme dalam tanah dibanding sabun. Beberapa **efek samping penggunaan detergen** terhadap lingkungan adalah sebagai berikut.



Gambar 12.5 Tanaman enceng gondok tumbuh subur sebagai akibat limbah domestik yang dibuang di perairan

Efek Samping Detergen

- Buih detergen yang menumpuk di permukaan sungai akan menghalangi penyerapan oksigen dari udara ke dalam air sungai. Akibatnya, air sungai akan mengalami penurunan kadar oksigen yang pada gilirannya akan menyebabkan satwa yang tinggal di dalamnya mati.
- Pertumbuhan ganggang tertentu dan enceng gondok akan meningkat pesat akibat kadar fosfat yang meningkat di dalam air karena kehadiran detergen. Jika permukaan air sampai tertutup oleh pertumbuhan jenis tumbuhan air ini maka kesempatan fitoplankton yang seharusnya mendapatkan sinar matahari yang cukup untuk proses fotosintesis menjadi terganggu dan akhirnya mati. Akibatnya, banyak satwa air yang ikut mati karena kehidupannya hanya mengandalkan konsumsi terhadap fitoplankton yang ada.
- Jika air yang tercemar oleh detergen digunakan untuk mandi, air tersebut dapat mengakibatkan iritasi dan gatal-gatal pada kulit yang sensitif.
- Jika air yang tercemar oleh detergen digunakan untuk memasak atau diminum, air tersebut dapat mengakibatkan sakit perut, muntah-muntah, diare, dan sebagainya.



Gambar 12.6 Sungai yang tercemar limbah detergen

Untuk menguji pemahamanmu, kerjakan pelatihan di bawah ini!

Kerja Berpasangan

Kerjakan dengan baik bersama teman sebangkumu!

- Pada bahan pembersih sering kali ditambahkan bahan aditif. Apa yang dimaksud dengan bahan aditif pada pembersih? Berikan lima contohnya!
- Apakah yang dimaksud dengan surfaktan? Berilah 3 contohnya!
- Jelaskan mekanisme detergen dalam proses pencucian!
- Jelaskan efek samping penggunaan bahan pembersih bagi kita!

B. Pemutih

Di antara teman sekelasmu, adakah yang bajunya selalu tampak putih cemerlang walaupun penggunaan dan usia baju tersebut sama dengan baju milik teman-temanmu yang lain? Jika ada, apa kira-kira penyebabnya?

Baju putih harus dirawat lebih teliti dibandingkan dengan baju berwarna. Mengapa demikian? Karena pakaian putih lebih mudah terkena noda dan sukar dihilangkan. Saat ini banyak ditawarkan berbagai produk pemutih dengan berbagai kemasan. Pemutih ada yang berbentuk padat dan cair. Bahan utama pemutih padat (bubuk putih) adalah kalsium hipoklorit dengan rumus kimia $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ yang secara umum dikenal sebagai kaporit. Bahan ini lazim dipakai untuk



Gambar 12.7 Berbagai produk pemutih

mencucikan air PAM dan kolam renang. Bahan utama pemutih cair adalah natrium hipoklorit dengan rumus NaOCl.

Natrium hipoklorit dan kalsium hipoklorit mempunyai sifat multifungsi. Selain sebagai pemutih, kedua senyawa ini dapat berfungsi sebagai penghilang noda dan disinfektan (*sanitizer*). Fungsi ganda NaOCl sebagai penghilang noda maupun disinfektan dapat menjadi peluang tersendiri dalam penjualan.

Kita dapat mengetahui kandungan bahan kimia yang terdapat di dalam pemutih dari kemasannya. Dengan menggunakan pemutih yang biasanya mengandung bahan kimia utama klorin dan natrium perborat, pakaian putih yang ternoda dapat menjadi lebih putih cemerlang. Meskipun demikian, kita harus berhati-hati dalam penggunaannya. Bahan kimia klorin dan natrium perklorat adalah bahan aktif yang cukup berbahaya. Penggunaan pemutih yang kurang berhati-hati akan menyebabkan lunturnya kain berwarna.

1. Pengaruh Penggunaan Pemutih

Pemutih (*bleaching agent*) adalah bahan-bahan kimia yang dapat digunakan untuk mengatasi kotoran yang membandel pada pakaian. Bahan aktif yang terkandung dalam pemutih pakaian, antara lain natrium hipoklorit atau natrium perklorat. Namun demikian, pemakaian pemutih yang terlalu sering dan berlebihan dapat menyebabkan pakaian cepat rusak. Ini disebabkan bahan aktif tersebut dapat merusak partikel-partikel dan serat kain. Pemakaian pemutih yang berlebihan dan terlalu sering menyebabkan serat-serat kain menjadi keras dan rapuh. Supaya pakaian tidak cepat rusak maka sebaiknya pemakaian pemutih hanya bila diperlukan saja. Pemutih sebaiknya hanya digunakan jika penggunaan detergen biasa tidak mampu mengangkat kotoran secara bersih. Perlu diketahui, pemutih pakaian dapat mengakibatkan mudarnya warna pada pakaian berwarna.

Pemakaian pemutih yang berlebihan juga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Zat aktif dalam pemutih dimungkinkan dapat membunuh bakteri dalam tanah. Cara mengatasi limbah pemakaian pemutih hampir sama dengan penanggulangan limbah sabun dan detergen.

2. Efek Samping Penggunaan Pemutih

Penggunaan pemutih yang berlebihan selain dapat menyebabkan kerusakan juga berdampak negatif pada lingkungan. Jika air bekas cucian yang mengandung pemutih dibuang ke tanah maupun ke sungai-sungai dapat menimbulkan pencemaran air. Selain itu, dalam pemutih terkandung zat-zat aktif dan bahan-bahan yang bersifat korosif yang dapat membunuh bakteri menguntungkan dalam tanah. Akibatnya, kesuburan tanah dapat terganggu. Lebih luas lagi pembuangan limbah yang mengandung pemutih akan menimbulkan pencemaran lingkungan baru.

Khusus untuk pemutih wajah yang ditawarkan melalui iklan-iklan, kita harus hati-hati dalam memilih maupun menggunakannya. Hal ini karena beberapa produk pemutih wajah dan tubuh terbukti mengandung logam berat merkuri (raksa). Pemutih yang mengandung merkuri jika digunakan secara terus-menerus dapat bersifat sebagai racun di dalam tubuh dan dapat menyebabkan kanker (bersifat karsinogen).

Bahan Aktif Pemutih



Gambar 12.8 Pencemaran air oleh logam-logam berat seperti merkuri menyebabkan kerusakan lingkungan



Praktikum

Efek Negatif Penggunaan Bahan Pemutih

A. Tujuan

Mengetahui efek penggunaan bahan pemutih terhadap kesehatan lingkungan.

B. Alat dan Bahan

1. Ember kecil 2 buah
2. Air sumur atau air leding 1 L
3. Cairan pemutih 3 sendok makan
4. Sendok makan 1 buah
5. Tanaman yang hidup di air (rumpun air, enceng gondok, atau tanaman hias tertentu)

C. Langkah Kerja

1. Isilah kedua ember kecil dengan air sampai kira-kira setengahnya!
2. Masukkan tanaman air ke dalam kedua ember!
3. Tambahkan 3 sendok makan cairan pemutih ke dalam ember pertama. Selama satu hari, setiap dua jam sekali amatilah apa yang terjadi pada tanaman di dalam kedua ember tersebut dan bandingkanlah keduanya! Catat hasil pengamatanmu! Berikan penjelasan terhadap kejadian tersebut!
4. Buatlah kesimpulan terhadap hasil percobaanmu!
5. Sampaikan kesimpulanmu di depan kelas untuk didiskusikan bersama kelompok lain!
6. Jangan lupa untuk mengembalikan semua peralatan dan bahan ke tempat semula!

C. Pewangi

Alangkah tidak menyenangkan apabila kita dijauhi karena bau tak sedap yang timbul dari badan. Ada banyak faktor yang dapat menyebabkan bau badan, misalnya keringat yang berlebihan. Keringat yang berlebihan dapat menyebabkan bakteri penyebab bau badan berkembang biak dengan subur. Bau badan yang kurang sedap dapat diatasi dengan deodoran atau parfum. Deodoran atau parfum termasuk salah satu produk pewangi. Produk pewangi yang lain, misalnya pengharum ruangan.

Produk pewangi ada yang alami dan ada yang buatan. Beberapa contoh pewangi alami adalah berbagai macam bunga dan buah-buahan segar. Pada zaman dahulu pewangi dibuat dengan penyulingan dari tumbuh-tumbuhan asli dan agak sulit didapatkan. Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, pewangi menjadi sangat mudah diperoleh. Pewangi tidak dibuat dengan tumbuh-tumbuhan alami, namun cukup dibuat dari sintesa senyawa-senyawa kimia.

1. Kegunaan Pewangi

Pewangi diperoleh melalui proses esterifikasi. Esterifikasi adalah reaksi pembuatan senyawa ester dari asam karboksilat dengan alkohol. Senyawa-senyawa ester memiliki bau yang sedap. Pewangi-pewangi yang diperoleh melalui proses esterifikasi disebut dengan **pewangi sintetis**. Di pasaran banyak sekali dijual pewangi sintetis, mulai dari pewangi dengan aroma buah-buahan sampai harum bunga. Misalnya, parfum, pengharum ruangan, dan pengharum mobil.

Selain melalui proses esterifikasi, ada juga produk-produk pewangi yang diperoleh dengan cara lain, yaitu melalui proses penyulingan dan ekstraksi dari bahan-bahan alam. Pewangi yang didapatkan dari proses ekstraksi dan penyulingan bahan alam disebut sebagai **pewangi alami**. Contoh pewangi alami adalah minyak atsiri. Beberapa kegunaan pewangi antara lain sebagai berikut.

- Sebagai pewangi badan.
- Sebagai pewangi pakaian.
- Sebagai pengharum ruangan.

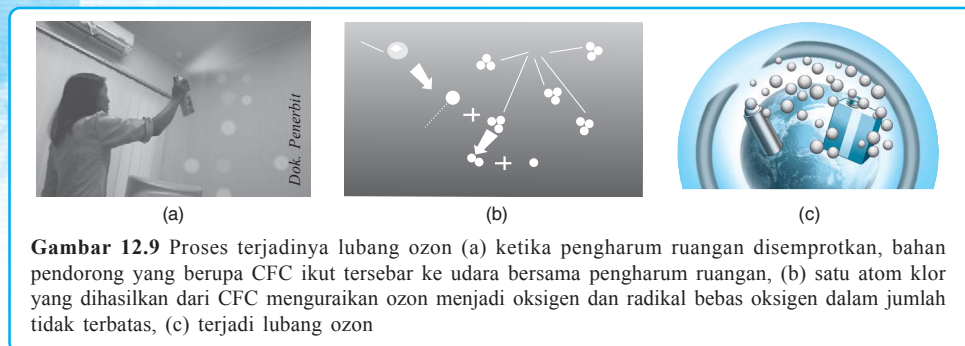
2. Efek Samping Penggunaan Pewangi

Pemakaian pewangi secara berlebihan dapat menyebabkan efek samping bagi kesehatan, misalnya pusing dan mual-mual. Selain itu, bahan pelarut pada beberapa jenis pewangi dapat menyebabkan iritasi pada kulit yang sensitif. Oleh karena itu, konsumen pewangi disarankan untuk memilih jenis pewangi yang paling tepat.

Pemakah kalian mendengar tentang terjadinya lubang ozon (O_3) di atmosfer kita? Nah, pada umumnya pewangi yang dikemas dengan bentuk semprot menggunakan bahan pendorong (propelan) dari golongan kloro fluoro karbon (CFC). Bahan kimia inilah yang dapat mengakibatkan kebocoran lapisan ozon.

CFC merupakan jenis bahan kimia yang membutuhkan jangka waktu sangat lama untuk dapat mengalami biodegradasi (penguraian). Radikal bebas (atom) klorin yang dilepaskan oleh CFC di atmosfer akan menguraikan O_3 menjadi gas oksigen (O_2) dan radikal bebas O. Satu radikal bebas klorin akan dapat menguraikan ozon menjadi oksigen sampai berkali-kali. Hal inilah yang menyebabkan lapisan ozon semakin tipis dan akhirnya timbul lubang ozon. Akibat adanya lubang ozon, radiasi sinar matahari dapat masuk ke bumi tanpa melalui filter terlebih dahulu sehingga suhu permukaan bumi semakin meningkat. Kondisi seperti ini menjadi penyebab semakin tingginya permukaan air laut karena banyak es di daerah kutub yang mencair akibat makin tingginya suhu di atmosfer bumi.

Proses terbentuknya lubang ozon dapat digambarkan sebagai berikut.



Pewangi Sintesis

Pewangi Alami

Selain itu, kebocoran lapisan ozon dapat menyebabkan efek negatif bagi kesehatan manusia. Penyakit-penyakit yang dapat timbul akibat kebocoran lapisan ozon antara lain penyakit kanker kulit dan katarak. Sampai saat ini penyakit kanker merupakan salah satu penyakit yang sulit disembuhkan.

D. Pembasmi Serangga (Insektisida)

Nyamuk termasuk serangga berbahaya yang sering mengganggu kita. Pernahkah kamu mendengar nama *Aedes aegypti*? *Aedes aegypti* merupakan jenis nyamuk yang dapat membawa virus dengue penyebab penyakit demam berdarah. Oleh karena bahaya yang dapat ditimbulkan oleh nyamuk maka dilakukan berbagai cara untuk menghindarkan diri dari gangguan nyamuk. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan obat anti nyamuk. Berikut ini adalah jenis-jenis obat anti nyamuk yang banyak beredar di pasaran.

- Obat nyamuk bakar.
- Obat nyamuk semprot.
- Obat nyamuk oles.
- Obat nyamuk elektrik.

Sebenarnya obat anti nyamuk yang diciptakan dalam berbagai bentuk tersebut tidak hanya berfungsi mengusir dan membasmi nyamuk saja, tetapi juga akan berakibat sama jika dikenakan pada serangga yang lain. Bahan yang tidak disukai oleh nyamuk atau bahan yang dapat membunuh nyamuk akan berakibat sama bagi serangga yang lain.

Bahan-bahan kimia yang terdapat di dalam obat pembasmi serangga antara lain sebagai berikut.

- Organoklor. Contoh: aldrin, dieldrin, lindan, dan DDT (dikloro difenil trikloroetana) yang kini dilarang penggunaannya.
- Organofosfat. Contoh: malation, diaziton, fention, dan metil atau etil paration.
- Antikoagulan. Contoh: wartarin, kumaklor, dan kumarin.
- Zinkfosfida.
- Karbamat. Contoh: propoksur, BPMC, dan karbofonun.
- Arsen. Contoh: arsen pentoksida.

Obat nyamuk semprot biasanya mengandung bahan aktif yang termasuk golongan organofosfat yang bersifat racun pembunuh bagi serangga. Obat nyamuk bakar memiliki cara kerja mengusir nyamuk dari asap yang ditimbulkannya. Obat nyamuk oles memanfaatkan aroma tertentu yang tidak disukai oleh nyamuk. Sedangkan obat nyamuk elektrik merupakan obat nyamuk yang memanfaatkan panas yang ditimbulkan oleh energi listrik untuk menguapkan bahan kimia tertentu yang aromanya tidak disukai oleh nyamuk atau serangga lainnya. Keistimewaan dari obat nyamuk jenis ini adalah tidak menimbulkan asap seperti pada obat nyamuk bakar.



Gambar 12.10 Berbagai jenis obat nyamuk

1. Pengaruh Penggunaan Pembasmi Serangga

Penggunaan insektisida tidak hanya mampu mengusir dan membunuh nyamuk, tetapi dapat juga mengusir atau membunuh serangga-serangga yang lain, seperti rayap, semut, lalat, kecoa, ngengat, kutu busuk, dan lain-lain.

Fungsi pemakaian obat pembasmi serangga pada umumnya meliputi tiga hal, yaitu mengusir, membasmi, atau mengusir sekaligus membasmi. Bagi para petani, kehadiran serangga dapat membawa masalah baru karena dapat mengganggu hasil panen mereka. Insektisida digunakan untuk mengusir hama tanaman yang berupa serangga seperti walang sangit, wereng, kepik, dan sebagainya.

2. Efek Samping Penggunaan Pembasmi Serangga

Penggunaan insektisida sebaiknya disesuaikan dengan keperluannya saja. Pemakaian bahan kimia jenis ini bila berlebihan dan tidak hati-hati justru dapat membahayakan manusia. Efek negatif dari pemakaian insektisida yang berlebihan atau pemakaian yang tidak hati-hati antara lain adalah keracunan yang dapat merenggut jiwa. Insektisida yang masuk ke perairan akan menimbulkan pencemaran air. Hal ini akan mengakibatkan terbunuhnya binatang-binatang air.

Penggunaan DDT sebagai pembunuh serangga telah dilarang oleh pemerintah karena DDT memiliki efek negatif bagi mikro-organisme. DDT dapat larut dalam pelarut lemak dan jaringan lemak. Oleh sebab itu, racun ini menjadi mudah berpindah dari lingkungan ke jaringan lemak hewan. DDT tidak mudah terurai, akibatnya terjadi penumpukan DDT di dalam jaringan hewan atau tumbuhan. Jika tumbuh-tumbuhan atau daging hewan yang tercemar tersebut dikonsumsi oleh manusia, akibatnya bisa fatal. Orang yang mengonsumsi dapat keracunan bahkan dapat terkena kanker yang berisiko kematian.

Selain itu, beberapa jenis obat semprot serangga masih menggunakan CFC sebagai bahan pendorong (propelan). Dengan demikian, penggunaan insektisida dalam bentuk semprot juga mempunyai efek samping yang sama dengan penggunaan parfum semprot, yaitu resiko makin lebarnya lubang ozon dan semakin tingginya suhu permukaan bumi.

3. Upaya Pencegahan Efek Samping Bahan-bahan Kimia

Melihat kenyataan yang kurang menyenangkan perihal efek samping penggunaan bahan-bahan kimia tersebut, orang mulai memikirkan upaya-upaya untuk mengatasinya. Jika hampir semua penggunaan bahan kimia mempunyai efek samping, langkah apakah yang harus kita ambil? Untuk mencegah semakin rusaknya alam sekitar kita, saat ini mulai dikembangkan upaya-upaya tertentu seperti di bawah ini.

a. Pembersih

Usaha pencegahan dampak negatif penggunaan pembersih antara lain adalah sebagai berikut.

- 1) Membuat sistem penampungan dan penanganan air limbah.
- 2) Mendaur ulang kembali air limbah rumah tangga.



Sebaiknya Tahu



Pestisida jenis DDT digunakan di seluruh dunia dari tahun 1940-an sampai tahun 1970-an untuk membasmi serangga pemakan tanaman dan pembawa penyakit. Penelitian pada tahun 1960-an menemukan bahwa zat ini ternyata mengganggu proses reproduksi pada hewan dan sering merusak rantai makanan. Akhirnya penggunaan zat ini dilarang sejak tahun 1973. (Sumber: Microsoft © Encarta © Reference Library 2005.)

- 3) Mengurangi intensitas pemakaian pembersih yang mengandung bahan-bahan yang sukar diuraikan mikroorganisme, seperti sabun dan detergen.
- 4) Selektif dalam memilih detergen serta memerhatikan kandungan bahan aktif yang ada di dalam detergen.
- 5) Mengikuti petunjuk penggunaan bahan pembersih dengan benar.
- 6) Mengganti bahan-bahan dasar detergen dengan bahan yang lebih ramah lingkungan.

b. Pemutih

Beberapa upaya untuk mencegah efek samping dari penggunaan pemutih antara lain:

- 1) Menghindari kontak langsung dengan pemutih pakaian dalam jangka waktu yang lama.
- 2) Memilih pemutih wajah yang lebih alami (tidak menggunakan merkuri).
- 3) Membuat saluran pembuangan limbah pemutih yang baik.
- 4) Mengurangi jumlah pemakaiannya.

c. Pewangi

Salah satu upaya untuk mencegah efek samping dari penggunaan pewangi adalah menghindari pemakaian pewangi yang mengandung CFC. Banyak produk pewangi yang telah menggunakan bahan pendorong (propelan) yang lebih ramah lingkungan.

d. Pembasmi serangga (Insektisida)

Upaya-upaya untuk mencegah efek samping dari penggunaan insektisida antara lain adalah sebagai berikut.

- 1) Menggunakan bahan pembasmi serangga (insektisida) yang lebih ramah lingkungan, seperti insektisida biologis, pengembangan hama jantan mandul, dan memanfaatkan ekstrak bunga atau daun tertentu sebagai pengusir nyamuk.
- 2) Mengurangi pemakaian insektisida secara berlebihan.
- 3) Selalu menjaga kebersihan lingkungan.



Kerja Mandiri 2

Kerjakan dengan baik!

1. Sebutkan produk-produk pembersih, pewangi, dan pembasmi serangga yang biasa kamu gunakan!
2. Tuliskan efek samping penggunaan produk-produk tersebut!
3. Apa yang sebaiknya dilakukan untuk mengurangi efek samping penggunaan produk-produk tersebut?
4. Jadikan jawabanmu tersebut sebagai kerangka karangan untuk dikembangkan menjadi sebuah tulisan (esai) sepanjang satu lembar folio!
5. Kumpulkan hasil tulisanmu kepada guru! Karyamu akan dijadikan sebagai tambahan referensi di perpustakaan sekolah.



Rangkuman

1. Pembersih adalah bahan yang berfungsi untuk membantu mengangkat dan melarutkan kotoran yang melekat pada suatu benda.
2. Komponen utama bahan pembersih adalah sabun dan detergen. Sabun kurang efektif membersihkan kotoran pada air sadah dan air dingin. Detergen lebih efektif membersihkan kotoran pada semua jenis air.
3. Detergen lebih sukar diuraikan oleh mikroorganisme dibandingkan sabun.
4. Pemutih terdiri atas pemutih padat dengan bahan utama kalsium hipoklorit dan pemutih cair dengan bahan utama natrium hipoklorit.
5. Pewangi terdiri atas pewangi alami dan pewangi buatan. Pewangi alami diperoleh melalui penyulingan dan ekstraksi bahan-bahan alam. Pewangi buatan diperoleh melalui proses esterifikasi.
6. Bahan pendorong (propelan) pada parfum yang mengandung CFC berpotensi menimbulkan lubang ozon.
7. Bahan kimia yang terdapat dalam obat pembasmi serangga antara lain:
 - a. organoklor,
 - b. organofosfat,
 - c. antikoagulan,
 - d. zinkfosfida,
 - e. karbamat, dan
 - f. arsen.



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

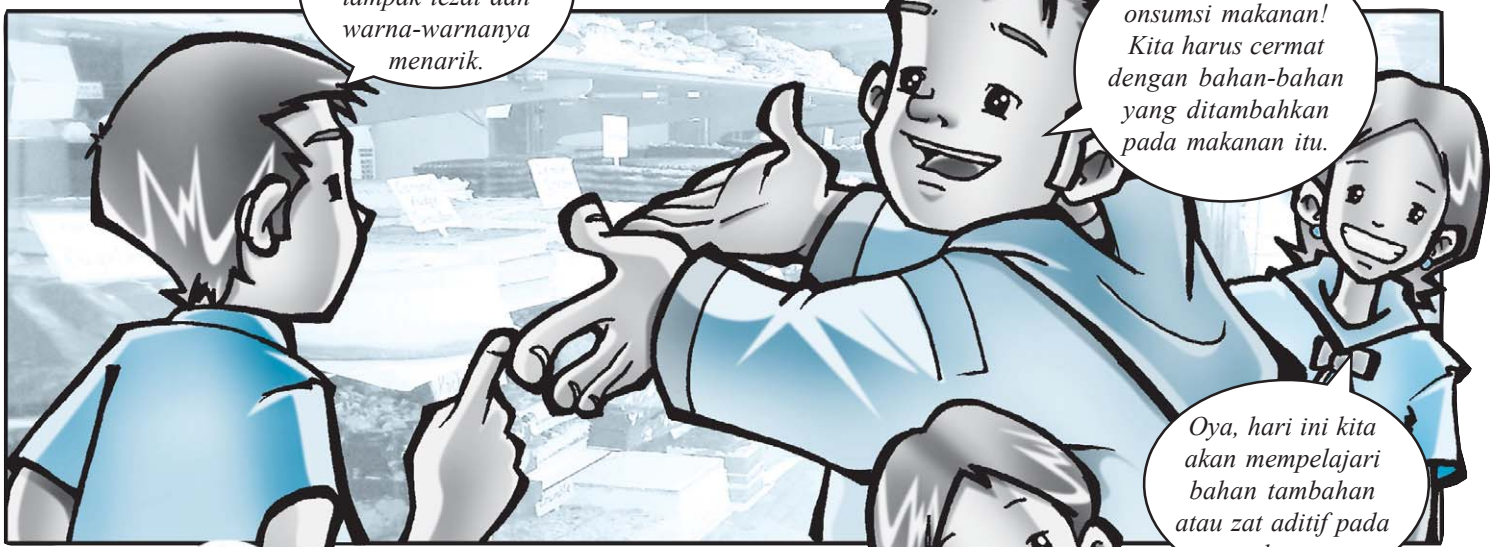
1. Jenis sabun yang mengandung basa natrium hidroksida disebut
 - a. sabun alkali
 - b. sabun asam
 - c. sabun lunak
 - d. sabun keras
2. Molekul sabun yang mengelilingi kotoran dalam pelepasan kotoran yang melekat pada pakaian adalah
 - a. hidrogenasi
 - b. hidrologi
 - c. hidrofobik
 - d. hidrofilik
3. Reaksi antara asam-asam lemak dengan basa-basa seperti kalium hidroksida atau natrium hidroksida untuk menghasilkan sabun disebut sebagai proses
 - a. *soapication*
 - b. saponifikasi
 - c. *alkaline fat process*
 - d. sponifikasi
4. Pembersih yang digunakan untuk membersihkan kerak keramik kamar mandi sebaiknya mengandung
 - a. asam mineral
 - b. garam normal
 - c. basa kuat
 - d. basa lemah
5. Aroma pewangi dari bunga dan buah alami dapat diperoleh melalui proses
 - a. esterifikasi ekstraksi
 - b. penyulingan dan ekstraksi
 - c. dehidrasi dan ekstraksi
 - d. sponifikasi dan penyulingan
6. Berikut ini yang termasuk bahan dasar detergen adalah
 - a. sulfonat alkil benzena
 - b. sulfonal alkil karboksida
 - c. sulfonal benzil benzena
 - d. sulfida alkil benzena
7. Kandungan fosfat dalam detergen dapat menimbulkan dampak negatif
 - a. menimbulkan iritasi dan gatal-gatal pada kulit
 - b. pertumbuhan zooplankton yang cepat
 - c. dapat menyebabkan air sungai keruh
 - d. pertumbuhan ganggang yang cepat
8. Bahan aktif yang terkandung dalam pemutih pakaian adalah
 - a. natrium sianida
 - b. natrium perklorat
 - c. natrium hidroksida
 - d. natrium karbonat
9. Berikut ini termasuk bahan kimia yang digunakan sebagai pembasmi serangga golongan organoklor adalah
 - a. DDT
 - b. kumarin
 - c. BPMC
 - d. diazitol
10. Di bawah ini merupakan salah satu contoh usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi efek samping penggunaan insektisida, yaitu
 - a. meningkatkan dosis insektisida
 - b. meningkatkan kualitas insektisida
 - c. menggunakan insektisida secara berlebih
 - d. menggunakan insektisida biologis

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

1. Sebutkan dan jelaskan efek samping penggunaan detergen dan sabun terhadap lingkungan beserta cara mengatasinya!
2. Jelaskan efek samping penggunaan pemutih terhadap pakaian dan lingkungan beserta cara mengatasinya!
3. Jelaskan akibat dari penggunaan senyawa jenis kloro fluoro karbon dalam pewangi!
4. Sebutkan 6 golongan bahan kimia yang digunakan sebagai insektisida! Berilah contohnya masing-masing!
5. Bagaimanakah cara memberi pertolongan pertama bagi orang yang keracunan bahan pembasmi serangga? Cobalah kamu baca pada kemasan obat nyamuk cair!

BAB
13


BAHAN KIMIA DALAM
MAKANAN




Wow lihatlah kue-kue itu! Kue-kue itu tampak lezat dan warna-warnanya menarik.

Hati-hati mengonsumsi makanan! Kita harus cermat dengan bahan-bahan yang ditambahkan pada makanan itu.

Oya, hari ini kita akan mempelajari bahan tambahan atau zat aditif pada makanan.



Memang betul. Pada bab ini kita akan belajar tentang zat pemanis, penyedap, pewarna, dan pengawet.



Oya? Setelah mempelajari bab ini kita akan dapat mengetahui bahan kimia alami dan bahan kimia buatan yang terdapat dalam makanan dan minuman.

Gerbang



Gambar 13.1 Macam-macam kue dan jajanan

Coba perhatikan gambar di atas! Berbagai jenis kue dan jajanan dapat kita beli dengan mudah di pasar ataupun swalayan. Kue-kue itu memiliki bentuk dan warna yang menarik sehingga lebih menggugah selera. Tahukah kamu bahan-bahan apa saja yang menjadikan warna makanan lebih menarik? Bahan-bahan apa saja yang ditambahkan pada makanan agar terasa lebih lezat? Apa yang ditambahkan pada makanan agar awet? Hal-hal tersebut akan kita pelajari melalui materi berikut ini.

Kata Kunci: bahan kimia alami – bahan kimia buatan – pewarna – pemanis – penyedap – pengawet

A. Bahan Pewarna

Berdasarkan fungsinya, bahan yang ditambahkan pada makanan (zat aditif makanan) digolongkan sebagai pewarna, pemanis, pengawet, dan penyedap. Sedangkan jika dilihat dari bahan asalnya zat aditif dapat dibedakan menjadi dua, yaitu zat aditif alami dan zat aditif buatan. Misalnya, kunyit merupakan salah satu bahan alami yang sudah sejak dahulu dikenal nenek moyang kita untuk ditambahkan pada makanan. Selain itu, ada daun suji yang digunakan untuk memberi warna hijau.

Bahan pewarna merupakan bahan alami ataupun bahan kimia yang ditambahkan ke dalam makanan. Penambahan bahan pewarna pada makanan bertujuan untuk memberi penampilan tertentu atau warna yang menarik. Warna yang menarik dapat menjadikan makanan lebih mengundang selera.

1. Pewarna Alami

Pewarna alami merupakan bahan pewarna yang bahan-bahannya banyak diambil dari tumbuh-tumbuhan. Coba perhatikan gambar di samping!

Bahan Pewarna



Gambar 13.2 Berbagai pewarna alami antara lain buah kakao, daun suji, kunyit, wortel, cabai merah, dan gula merah

Bahan pewarna alami yang banyak digunakan antara lain sebagai berikut.




1. Daun suji mengandung zat warna klorofil untuk memberi warna hijau menawan, misalnya pada dadar gulung, kue bika, atau kue pisang.
2. Buah kakao merupakan penghasil cokelat dan memberikan warna cokelat pada makanan, misalnya es krim, susu cokelat, atau kue kering.
3. Kunyit (*Curcuma domestica*) mengandung zat warna kurkumin untuk memberi warna kuning pada makanan, misalnya tahu, bumbu Bali, atau nasi kuning. Selain itu, kunyit dapat mengawetkan makanan.
4. Cabai merah, selain memberi rasa pedas, juga menghasilkan zat warna kapxantin yang menjadikan warna merah pada makanan, misalnya rendang daging atau sambal goreng.
5. Wortel, beta-karoten (provitamin-A) pada wortel menghasilkan warna kuning.
6. Karamel, warna cokelat karamel pada kembang gula karena proses karamelisasi, yaitu pemanasan gula tebu sampai pada suhu sekitar 170 °C.
7. Gula merah, selain sebagai pemanis juga memberikan warna cokelat pada makanan, misalnya pada bubur dan dodol.

Selain contoh di atas, beberapa buah-buahan juga dapat menjadi bahan pewarna alami, misalnya anggur menghasilkan warna ungu, stroberi warna merah, dan tomat warna oranye.

2. Pewarna Buatan

Makanan ada yang menggunakan pewarna alami ada pula yang menggunakan pewarna buatan. Bahan pewarna buatan ada dua jenis. Jenis pertama adalah pewarna buatan yang disintesa dengan struktur kimia persis seperti bahan alami, misalnya beta-karoten (warna oranye sampai kuning), santoxantin (warna merah), dan apokaroten (warna oranye). Jenis kedua adalah bahan pewarna yang disintesa khusus untuk menggantikan pewarna alami. Tabel 13.1 berikut menunjukkan contoh bahan pewarna buatan pada makanan.

Tabel 13.1 Beberapa bahan pewarna buatan pada makanan

Bahan pewarna buatan	Contoh produk makanan
Indigokarmin menghasilkan warna biru yang digunakan untuk gula-gula dan minuman ringan.	
Eritrosin menghasilkan warna merah yang digunakan untuk es krim dan jeli.	
Tartrasin menghasilkan warna kuning yang digunakan untuk es krim, yoghurt, dan jeli.	

3. Perbedaan antara Pewarna Alami dan Pewarna Buatan

Bahan pewarna alami maupun buatan digunakan untuk memberi warna yang lebih menarik pada makanan. Biasanya orang menggunakan bahan pewarna alami karena lebih aman dikonsumsi daripada bahan pewarna buatan. Bahan alami tidak memiliki efek samping atau akibat negatif dalam jangka panjang. Adapun pewarna buatan dipilih karena memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan zat pewarna alami. Tabel berikut ini menunjukkan perbedaan kedua jenis pewarna tersebut.

Tabel 13.2 Perbedaan pewarna alami dan buatan

Pewarna alami	Pewarna buatan
Lebih aman dikonsumsi.	Kadang-kadang memiliki efek negatif tertentu.
Warna yang dihasilkan kurang stabil, mudah berubah oleh pengaruh tingkat keasaman tertentu.	Dapat mengembalikan warna asli, kestabilan warna lebih tinggi, tahan lama, dan dapat melindungi vitamin atau zat-zat makanan lain yang peka terhadap cahaya selama penyimpanan.
Untuk mendapatkan warna yang bagus diperlukan bahan pewarna dalam jumlah banyak.	Praktis dan ekonomis.
Keanekaragaman warnanya terbatas.	Warna yang dihasilkan lebih beraneka ragam.
Tingkat keseragaman warna kurang baik.	Keseragaman warna lebih baik.
Kadang-kadang memberi rasa dan aroma yang agak mengganggu.	Biasanya tidak menghasilkan rasa dan aroma yang mengganggu.

Kadang-kadang terjadi kasus penyalahgunaan pemakaian zat pewarna untuk sembarang bahan pangan, misalnya zat pewarna tekstil digunakan untuk mewarnai bahan makanan. Hal ini sangat berbahaya bagi kesehatan. Sekarang, mari kita kerjakan pelatihan berikut!



Kerja Mandiri 1

Kerjakan soal-soal berikut dengan tepat!

1. Apakah yang dimaksud dengan bahan pengawet?
2. Sebutkan lima contoh pewarna alami!
3. Sebutkan lima contoh pewarna buatan!
4. Apakah perbedaan antara pewarna alami dan pewarna buatan?

B. Pemanis

Kamu tentu menyukai permen atau kembang gula, bukan? Rasa manis pada permen tersebut berasal dari bahan **pemanis** yang ditambahkan padanya. Bahan pemanis ini ada dua macam, yaitu pemanis alami dan pemanis buatan.

Pemanis



1. Pemanis Alami

Pemanis alami merupakan bahan pemberi rasa manis yang diperoleh dari bahan-bahan nabati maupun hewani. Contoh pemanis alami dapat dilihat pada gambar di samping.

- Gula tebu mengandung zat pemanis fruktosa yang merupakan salah satu jenis glukosa. Gula tebu atau gula pasir yang diperoleh dari tanaman tebu merupakan pemanis yang paling banyak digunakan. Selain memberi rasa manis, gula tebu juga bersifat mengawetkan.
- Gula merah merupakan pemanis dengan warna coklat. Gula merah merupakan pemanis kedua yang banyak digunakan setelah gula pasir. Kebanyakan gula jenis ini digunakan untuk makanan tradisional, misalnya pada bubur, dodol, kue apem, dan gulali.
- Madu merupakan pemanis alami yang dihasilkan oleh lebah madu. Selain sebagai pemanis, madu juga banyak digunakan sebagai obat.
- Kulit kayu manis merupakan kulit kayu yang berfungsi sebagai pemanis. Selain itu kayu manis juga berfungsi sebagai pengawet.



Gambar 13.3 Pemanis alami

2. Pemanis Buatan

Pemanis buatan adalah senyawa hasil sintesis laboratorium yang merupakan bahan tambahan makanan yang dapat menyebabkan rasa manis pada makanan. Pemanis buatan tidak atau hampir tidak mempunyai nilai gizi. Sebagaimana pemanis alami, pemanis buatan juga mudah larut dalam air. Beberapa pemanis buatan yang beredar di pasaran di antaranya adalah sebagai berikut.

a. Aspartam

Aspartam mempunyai nama kimia aspartil fenilalanin metil ester, merupakan pemanis yang digunakan dalam produk-produk minuman ringan. Aspartam merupakan pemanis yang berkalori sedang. Tingkat kemanisan dari aspartam 200 kali lebih manis daripada gula pasir. Aspartam dapat terhidrolisis atau bereaksi dengan air dan kehilangan rasa manis, sehingga lebih cocok digunakan untuk pemanis yang berkadar air rendah.

b. Sakarin

Sakarin merupakan pemanis buatan yang paling tua. Tingkat kemanisan sakarin kurang lebih 300 kali lebih manis dibandingkan gula pasir. Namun, jika penambahan sakarin terlalu banyak justru menimbulkan rasa pahit dan getir. Es krim, gula-gula, es puter, selai, kue kering, dan minuman fermentasi biasanya diberi pemanis sakarin. Sakarin sangat populer digunakan dalam industri makanan dan minuman karena harganya yang murah. Namun penggunaan sakarin tidak boleh melampaui batas maksimal yang ditetapkan, karena bersifat karsogenik (dapat memicu timbulnya kanker).

Dalam setiap kilogram bahan makanan, kadar sakarin yang diperbolehkan adalah 50–300 mg. Sakarin hanya boleh digunakan untuk makanan rendah kalori, dan dibatasi tingkat konsumsinya sebesar



Gambar 13.4 Berbagai macam kemasan makanan dan minuman yang menggunakan pemanis buatan

maksimal 0,5 mg tiap kilogram berat badan per hari. Jika berat badanmu 40 kilogram, berapakah massa kue dengan kandungan sakarin 50 mg/kg maksimal yang boleh kamu konsumsi?

c. Siklamat

Siklamat terdapat dalam bentuk kalsium dan natrium siklamat dengan tingkat kemanisan yang dihasilkan kurang lebih 30 kali lebih manis daripada gula pasir. Makanan dan minuman yang sering dijumpai mengandung siklamat antara lain: es krim, es puter, selai, saus, es lilin, dan berbagai minuman fermentasi. Beberapa negara melarang penggunaan siklamat karena diperkirakan mempunyai efek karsinogen. Batas maksimum penggunaan siklamat adalah 500–3.000 mg per kg bahan makanan.



Gambar 13.4 Siklamat dalam berbagai kemasan

d. Sorbitol

Sorbitol merupakan pemanis yang biasa digunakan untuk pemanis kismis, selai dan roti, serta makanan lain.

e. Asesulfam K

Asesulfam K merupakan senyawa 6-metil-1,2,3-oksatiazin-4(3H)-on-2,3-dioksida atau merupakan asam asetoasetat dan asam sulfamat. Tingkat kemanisan dari asesulfam K adalah 200 kali lebih manis daripada gula pasir. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, asesulfam K merupakan pemanis yang tidak berbahaya.

3. Perbedaan Pemanis Alami dengan Pemanis Buatan

Orang memilih jenis pemanis untuk makanan yang dikonsumsi tentu dengan alasan masing-masing. Pemanis alami tentu lebih aman, tetapi harganya lebih mahal. Pemanis buatan lebih murah, tetapi aturan pemakaiannya sangat ketat karena bisa menyebabkan efek negatif yang cukup berbahaya. Pada kadar yang rendah atau tertentu, pemanis buatan masih diijinkan untuk digunakan sebagai bahan tambahan makanan, tetapi pada kadar yang tinggi bahan ini akan menyebabkan berbagai masalah kesehatan. Tabel berikut memperlihatkan perbedaan pemanis alami dan buatan.

Tabel 13.3 Perbedaan pemanis alami dan buatan

Pemanis alami	Pemanis buatan
Pada suhu tinggi bisa terurai.	Cukup stabil bila dipanaskan.
Memiliki kalori tinggi.	Memiliki kalori rendah.
Berasa manis normal.	Berasa manis sampai puluhan bahkan ratusan kali rasa manis gula.
Harganya cenderung lebih tinggi.	Harganya sangat terjangkau.
Lebih aman dikonsumsi.	Sebagian dapat berpotensi karsinogen (penyebab kanker).

Untuk menguji pemahamanmu, kerjakanlah pelatihan berikut!



Kerja Mandiri 2

Kerjakan soal-soal berikut dengan tepat!

1. Apakah yang dimaksud dengan bahan pemanis?
2. Sebutkan lima contoh pemanis alami!
3. Sebutkan lima contoh pemanis buatan!
4. Apakah perbedaan antara pemanis alami dan pemanis buatan?

C. Pengawet

Akhir-akhir ini kita diributkan oleh adanya temuan di masyarakat bahwa ternyata banyak makanan yang beredar bercampur dengan formalin atau boraks. Apakah fungsi formalin dan boraks itu? Mengapa diributkan? Pelajarilah subbab berikut ini dengan saksama.

Di negara-negara tropis seperti di Indonesia suhu dan kelembaban udara umumnya tinggi. Keadaan ini membuat makanan cepat rusak karena mikroorganisme berkembang pesat dan merusak makanan. Untuk mencegah atau menghambat kerusakan ini perlu ditambahkan bahan yang dapat mencegah atau menghambat segala macam perubahan pada bahan makanan yang disebabkan aktivitas mikroorganisme. Bahan ini dikenal sebagai bahan **pengawet**.

Coba kamu perhatikan berbagai jenis makanan yang dijual di toko! Sudah berapa lamakah makanan itu kira-kira diproduksi? Sampai kapan tanggal kadaluwarsanya? Jika makanan tersebut tidak diberi pengawet tentu akan rusak atau menjadi busuk.

Bahan pengawet menurut asalnya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu bahan pengawet alami dan pengawet buatan.

1. Pengawet Alami

Bagaimana cara nelayan menjaga agar sisa ikan yang tidak terjual dalam keadaan segar tidak cepat membusuk dan tetap laku di pasaran? Yah, mereka menggunakan garam sebagai bahan pengawet untuk membuat ikan asin. Meskipun rasanya sudah berbeda dengan ikan segar, ikan asin masih tetap berprotein tinggi. Berikut ini adalah contoh-contoh pengawet alami.

a. Gula tebu

Gula tebu memberi rasa manis dan bersifat mengawetkan. Buah-buahan yang disimpan dalam larutan gula pekat akan menjadi awet karena mikroorganisme sukar hidup di dalamnya.

b. Gula merah

Selain sebagai pemanis gula merah juga bersifat mengawetkan seperti halnya gula tebu.



Gambar 13.5 Berbagai pengawet alami yang sering digunakan: gula, garam, kunyit, kayu manis, dan cengkih

Dok. Penerbit

Pengawet



c. Garam

Garam merupakan pengawet alami yang banyak dihasilkan dari penguapan air laut. Ikan asin dapat bertahan hingga berbulan-bulan karena pengaruh garam.

d. Kunyit

Kunyit, selain sebagai pewarna, juga berfungsi sebagai pengawet. Dengan penggunaan kunyit, tahu atau nasi kuning menjadi tidak cepat basi.

e. Kulit kayu manis

Kulit kayu manis merupakan kulit kayu yang berfungsi sebagai pengawet karena banyak mengandung asam benzoat. Selain itu, kayu manis juga berfungsi sebagai pemanis dan pemberi aroma.

f. Cengkih

Cengkih merupakan pengawet alami yang dihasilkan dari bunga tanaman cengkih. Selain sebagai pengawet, cengkih juga berfungsi sebagai penambah aroma.

2. Pengawet Buatan

Pengawet buatan ini ada berbagai macam, antara lain:

a. Asam asetat

Asam asetat dikenal di kalangan masyarakat sebagai asam cuka. Bahan ini menghasilkan rasa masam dan jika jumlahnya terlalu banyak akan mengganggu selera karena bahan ini sama dengan sebagian isi dari air keringat kita. Asam asetat sering dipakai sebagai pelengkap ketika makan acar, mi ayam, bakso, atau soto. Asam asetat mempunyai sifat antimikroba. Makanan yang memakai pengawet asam cuka antara lain acar, saos tomat, dan saus cabai.

b. Benzoat

Benzoat banyak ditemukan dalam bentuk asam benzoat maupun natrium benzoat (garamnya). Berbagai jenis *soft drink* (minuman ringan), sari buah, nata de coco, kecap, saus, selai, dan agar-agar diawetkan dengan menggunakan bahan jenis ini.

c. Sulfit

Bahan ini biasa dijumpai dalam bentuk garam kalium atau natrium bisulfit. Potongan kentang, sari nanas, dan udang beku biasa diawetkan dengan menggunakan bahan ini.

d. Propil galat

Digunakan dalam produk makanan yang mengandung minyak atau lemak dan permen karet serta untuk memperlambat ketengikan pada sosis. Propil galat juga dapat digunakan sebagai antioksidan.

e. Propianat

Jenis bahan pengawet propianat yang sering digunakan adalah asam propianat dan garam kalium atau natrium propianat. Propianat selain



Sebaiknya Tahu



Gambar 13.6 Proses pembuatan garam

Di beberapa tempat di belahan bumi ini, garam diperoleh dengan proses penguapan air laut yang ditampung dalam ladang-ladang garam. Panas matahari perlahan-lahan akan menguapkan air di ladang tersebut dan meninggalkan sisa berupa garam. Garam tersebut kemudian dikumpulkan dan dikeringkan sebagaimana terlihat dalam gambar di atas. (Sumber: Encarta eeyclopedia.)



Gambar 13.7 Berbagai kemasan makanan dan minuman yang berpengawet

menghambat kapang juga dapat menghambat pertumbuhan *bacillus mesentericus* yang menyebabkan kerusakan bahan makanan. Bahan pengawetan produk roti dan keju biasanya menggunakan bahan ini.

f. Garam nitrit

Garam nitrit biasanya dalam bentuk kalium atau natrium nitrit. Bahan ini terutama sekali digunakan sebagai bahan pengawet keju, ikan, daging, dan juga daging olahan seperti sosis, atau kornet, serta makanan kering seperti kue kering. Perkembangan mikroba dapat dihambat dengan adanya nitrit ini. Misalnya, pertumbuhan *clostridia* di dalam daging yang dapat membusukkan daging.

g. Sorbat

Sorbat yang terdapat di pasar ada dalam bentuk asam atau garam sorbat. Sorbat sering digunakan dalam pengawetan margarin, sari buah, keju, anggur, dan acar. Asam sorbat sangat efektif dalam menekan pertumbuhan kapang dan tidak memengaruhi cita rasa makanan pada tingkat yang diperbolehkan.

Semua pengawet yang telah diuraikan di atas merupakan pengawet yang diijinkan untuk dipakai dan mendapatkan lisensi secara internasional oleh badan kesehatan dunia (WHO) dengan kadar yang diijinkan. Meskipun demikian, entah karena tidak mengerti atau sengaja, pada saat ini masih sering ditemukan produsen yang menggunakan pengawet makanan yang telah dilarang oleh pemerintah. Pengawet yang telah dilarang tetapi masih sering digunakan di antaranya adalah:

- 1) Boraks atau natrium tetraborat, dengan rumus kimia $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ adalah senyawa yang biasa digunakan sebagai bahan baku disinfektan, detergen, cat, plastik, ataupun pembersih permukaan logam sehingga mudah disolder. Karena boraks bersifat antiseptik dan pembunuh kuman, bahan ini sering digunakan untuk pengawet kosmetik dan kayu. Banyak ditemukan kasus boraks yang disalahgunakan untuk pengawetan bakso, sosis, krupuk gendar, mi basah, pisang molen, lempur, siomay, lontong, ketupat, dan pangsit. Bagaimana sikapmu terhadap fenomena semacam ini?
- 2) Formalin adalah nama dagang untuk larutan yang mengandung 40 persen formaldehid (HCOH) dalam 60 persen air atau campuran air dan metanol (jenis alkohol bahan baku spiritus) sebagai pelarutnya. Formalin sering disalahgunakan untuk mengawetkan mi, tahu basah, bakso, dan ikan asin. Bacalah informasi di samping dan bagaimanakah sikap yang harus kita ambil dengan adanya penyalahgunaan formalin ini?

Untuk membantumu memahami pengaruh bahan pengawet, lakukan kegiatan berikut! Setelah itu, kerjakanlah pelatihan di bawahnya!



Sebaiknya Tahu

Bahaya Formalin

Penggunaan formalin pada makanan dapat menyebabkan keracunan. Gejalanya antara lain pusing, rasa terbakar pada tenggorokan, penurunan suhu badan, rasa gatal di dada, sukar menelan, sakit perut akut disertai muntah-muntah, dan mencret berdarah. Formalin juga menyebabkan kerusakan sistem susunan saraf pusat serta gangguan peredaran darah. Konsumsi formalin pada dosis sangat tinggi dapat mengakibatkan kejang-kejang, kencing darah, dan muntah darah yang berakhir dengan kematian. Formalin juga bersifat karsinogenik (dapat memicu kanker).



Praktikum

Bahan Pengawet

A. Tujuan

Mengetahui pengaruh bahan pengawet terhadap daya tahan hidup hewan dan tumbuhan.

B. Alat dan Bahan

- | | |
|------------------------------|------------|
| 1. Sendok makan | 2 buah |
| 2. Gelas plastik air mineral | 2 buah |
| 3. Gelas biasa | 1 buah |
| 4. Kecambah segar | 2 buah |
| 5. Cacing tanah | 2 ekor |
| 6. Air | 2 sendok |
| 7. Kapas | 2 gumpalan |
| 8. Formalin | 3 sendok |

C. Langkah Kerja

1. Tangkaplah dua ekor cacing tanah!
2. Siapkan dua buah gelas plastik air mineral dan tandai tiap-tiap gelas plastik tersebut dengan angka 1 dan angka 2!
3. Campurkan satu sendok garam dapur dengan dua sendok air di dalam gelas biasa, lalu aduk sampai larut!
4. Masukkan segumpal kapas ke dalam gelas plastik pertama lalu tuangi dengan air garam!
5. Masukkan segumpal kapas ke dalam gelas plastik kedua lalu tuangi dengan tiga sendok formalin!
6. Masukkan seekor cacing dan sebuah kecambah yang masih segar ke dalam kedua gelas air mineral tersebut!
7. Amati apa yang terjadi setiap lima menit dan catatlah di buku laporanmu! Jangan lupa mencuci tangan setelah selesai!
8. Buat kesimpulan dari kegiatan di atas dalam bentuk laporan kemudian kumpulkan pada guru!
9. Kembalikan semua alat dan bahan yang telah selesai kamu gunakan!



Kerja Mandiri 3

Kerjakan soal-soal berikut dengan tepat!

1. Apakah yang dimaksud dengan bahan pengawet?
2. Sebutkan lima contoh pengawet alami!
3. Sebutkan lima contoh pengawet buatan!
4. Apakah perbedaan antara pemanis pengawet alami dan pengawet buatan?



D. Penyedap

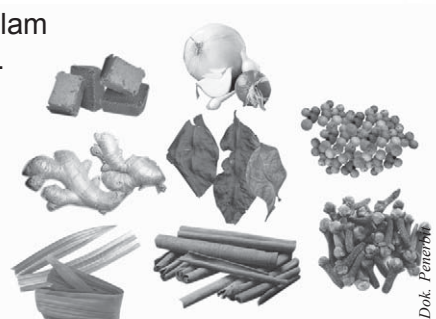
Kamu tentu sering membeli mi instan bukan? Selain mi kering, di dalam kemasan mi instan kamu akan menemukan bungkus bumbu. Apa saja bahan yang terdapat di dalam bumbu tersebut? Kamu akan menemukan bahwa bumbu yang fungsinya untuk memberi rasa sedap dan lezat pada makanan berisi bahan-bahan yang kita sebut sebagai **penyedap**. Bahan penyedap rasa merupakan bahan tambahan makanan yang berguna untuk melezatkan bahan makanan. Bahan ini dapat menimbulkan rasa enak dan mempertegas rasa. Bahan penyedap ini terdapat dalam bentuk alami dan buatan.

Penyedap

1. Penyedap Alami

Bahan penyedap dari bahan alami selalu terdapat di dalam setiap makanan. Jenis bahan penyedap ini banyak sekali. Biasanya bahan-bahan ini dicampurkan bersama-sama sebagai bumbu makanan, beberapa di antaranya terdapat pada gambar di samping.

- Bawang merupakan pemberi rasa sedap alami yang paling banyak digunakan.
- Merica memberi aroma segar dan rasa pedas yang khas.
- Terasi merupakan zat cita rasa alami yang dihasilkan dari bubuk ikan dan udang kecil yang dibumbui sedemikian rupa sehingga memberi rasa sedap yang khas.
- Daun salam memberi rasa sedap pada makanan.
- Jahe memberi aroma harum dan rasa pedas khas jahe.
- Cabai memberi rasa sedap dan pedas pada setiap masakan.
- Daun pandan memberi rasa dan aroma sedap dan wangi pada makanan.
- Kayu manis, selain memberi rasa manis dan mengawetkan juga memberi aroma harum khas kayu manis.



Gambar 13.8 Beberapa macam penyedap alami: terasi, bawang, jahe, daun salam, merica, daun pandan, kayu manis, dan cengkih

2. Penyedap Buatan

Penyedap buatan yang paling banyak digunakan dalam makanan adalah vetsin atau monosodium glutamat (MSG) yang sering juga disebut sebagai micin. MSG tidak berbau dan rasanya merupakan campuran rasa manis dan asin yang gurih. Mengonsumsi MSG secara berlebihan akan menyebabkan timbulnya gejala-gejala yang dikenal sebagai *Chinese Restaurant Syndrome*. Tanda-tandanya antara lain berupa munculnya berbagai keluhan seperti pusing kepala, sesak napas, wajah berkeringat, kesemutan pada bagian leher, rahang, dan punggung.

Sekarang, coba kerjakan pelatihan berikut!



Gambar 13.9 Micin (penyedap rasa) dalam berbagai kemasan



Kerja Berpasangan

Kerjakan bersama teman sebangkumu!

1. Apakah yang dimaksud dengan bahan penyedap? Sebutkan lima contoh penyedap alami!
2. Carilah rumus kimia MSG di buku-buku kimia tingkat SMA, lalu tulislah!
3. Apakah perbedaan antara penyedap alami dan penyedap buatan?
4. Mengapa penambahan bahan makanan tambahan terutama yang sintesis perlu mendapat pengawasan?
5. Hampir semua produksi bahan makanan tidak pernah lepas dari penggunaan zat aditif, mengapa?



Rangkuman

1. Zat aditif adalah bahan-bahan yang sengaja ditambahkan atau dicampurkan sewaktu pengolahan makanan untuk meningkatkan mutu makanan.
2. Bahan pewarna adalah bahan alami ataupun bahan kimia yang ditambahkan ke dalam makanan dengan tujuan untuk memberi penampilan tertentu atau warna yang menarik sehingga makanan menjadi lebih mengundang selera. Contoh pewarna alami: kunyit dan daun suji.
3. Bahan pemanis adalah bahan alami ataupun bahan kimia yang sengaja ditambahkan ke dalam makanan dengan tujuan untuk memberi rasa manis sehingga makanan menjadi lebih mengundang selera. Contoh pemanis alami: gula dan madu. Contoh pemanis buatan: siklamat dan sakarin.
4. Bahan pengawet adalah bahan yang sengaja ditambahkan ke dalam makanan dengan tujuan untuk mencegah atau menghambat kerusakan bahan makanan yang disebabkan aktivitas mikroorganisme. Contoh pengawet alami: gula dan garam. Contoh pengawet buatan: asam asetat dan benzoat.
5. Bahan penyedap rasa adalah bahan tambahan yang berguna untuk melezatkan makanan. Bahan ini dapat menimbulkan rasa enak dan mempertegas rasa. Bahan penyedap ini terdapat dalam bentuk alami dan buatan. Contoh penyedap rasa alami: terasi, bawang, dan cabai. Contoh penyedap rasa buatan: MSG.



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

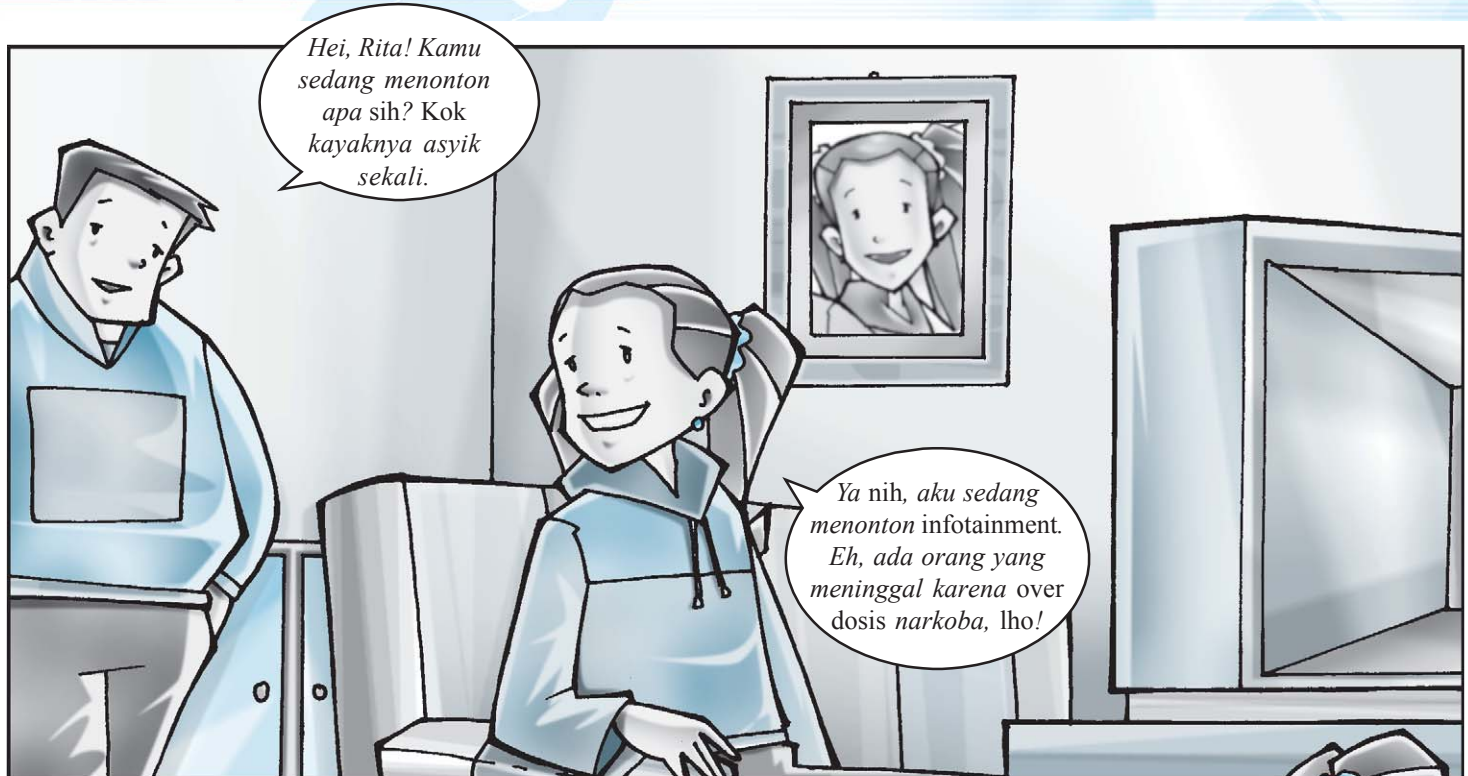
- Bahan tambahan makanan berikut ini yang **bukan** merupakan bahan pemanis alami adalah
 - aspartam
 - madu
 - xilitol
 - sukrosa
- Chinese Restaurant Syndrome* adalah gejala penyakit yang disebabkan terlalu banyak mengonsumsi makanan yang mengandung
 - gula
 - siklamat
 - sakarín
 - MSG
- Pemakaian bahan pewarna alami memiliki beberapa keuntungan, antara lain
 - banyak pilihan
 - aman dikonsumsi
 - tahan lama
 - praktis
- Nama dagang larutan 40 % formaldehid di dalam air adalah
 - boraks
 - asam benzoat
 - formalin
 - fermion
- Daun salam, terasi, serai, dan daun pandan adalah bahan alami yang biasa digunakan untuk
 - pewarna
 - pengawet
 - pemanis
 - penyedap rasa
- Penambahan zat aditif berikut ini bertujuan meningkatkan nilai gizi, **kecuali**
 - kalsium pada susu
 - vitamin A pada margarin
 - MSG pada garam meja
 - iodium pada garam dapur
- Pengganti gula untuk penderita diabetes adalah
 - aspartam
 - sukrosa
 - laktosa
 - siklamat
- Berikut ini adalah proses pengawetan makanan secara fisik, **kecuali**
 - dikeringkan
 - diasapi
 - diberi es
 - ditambah sulfít
- Beta karoten adalah zat warna yang terdapat pada
 - klorofil
 - kunyit
 - jahe
 - wortel
- Gejala keracunan formalin antara lain:
 - 1) pusing,
 - 2) rasa terbakar pada tenggorokan,
 - 3) penurunan suhu badan,
 - 4) sakit perut akut disertai muntah-muntah dan mencret berdarah.Pernyataan yang benar adalah
 - 1), 2), dan 3)
 - 1), 2), dan 4)
 - 2) dan 4)
 - semua benar

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

1. Jelaskan kekurangan dan kelebihan pemakaian zat aditif alami!
2. Sebutkan pemanis buatan yang kamu ketahui!
3. Jelaskan keuntungan penambahan pengawet pada makanan!
4. Mengapa kita lebih aman menggunakan pemanis alami daripada pemanis sintetis? Jelaskan!
5. Untuk lebih berhati-hati dan menjaga kesehatan, apa saja yang perlu diperhatikan apabila kita akan mengonsumsi makanan dalam kemasan?

**BAB
14**

**ZAT ADIKTIF DAN
PSIKOTROPIKA**



Gerbang



Gambar 14.1 Rokok merupakan salah satu zat adiktif yang banyak dikonsumsi orang

Gambar di atas menampilkan gambar orang yang sedang merokok. Pemandangan tersebut merupakan pemandangan yang lazim kamu temui dalam kehidupan sehari-hari. Kamu dapat menemukan para perokok hampir di semua tempat yang kamu lalui. Tahukah kamu bahwa sebenarnya rokok termasuk salah satu zat adiktif yang dapat membahayakan kesehatan? Apakah zat adiktif itu? Apa bahaya zat adiktif? Untuk mengetahui tentang zat adiktif dan juga obat-obatan psikotropika, simaklah materi-materi berikut!

Kata Kunci: zat adiktif – alkohol – rokok – psikotropika – narkotika

A. Zat Adiktif

Telah disebutkan bahwa rokok termasuk salah satu zat adiktif. **Zat adiktif** adalah zat yang apabila dikonsumsi dapat mengakibatkan ketagihan atau kecanduan baik fisik maupun psikologis. Zat-zat adiktif merupakan zat yang berbahaya bagi tubuh. Para pemakai zat adiktif sebenarnya tahu bahwa zat adiktif yang mereka konsumsi dapat membahayakan tubuh bahkan jiwa mereka, namun mereka tetap mengonsumsi zat tersebut. Mengapa demikian? Hal tersebut terjadi karena zat adiktif menimbulkan efek yang menenangkan.

Zat adiktif ada dua golongan, yaitu zat adiktif golongan psikotropika dan zat adiktif golongan nonpsikotropika. Zat adiktif golongan psikotropika antara lain berbagai macam obat perangsang (stimulan), obat penekan susunan saraf pusat (depresan), dan obat halusinasi (halusinogen). Sedangkan zat adiktif nonpsikotropika antara lain minuman beralkohol, rokok, kafein, dan inhalan. Pada subbab ini kamu akan mempelajari zat adiktif nonpsikotropika, sedangkan zat adiktif psikotropika akan dibahas pada subbab selanjutnya.

Zat Adiktif

1. Minuman Beralkohol

Kamu tentu pernah mendengar kata cium, arak, brem Bali, anggur, bir, atau *champagne*. Minuman-minuman tersebut termasuk minuman beralkohol. **Minuman beralkohol** adalah minuman yang mengandung alkohol. Apakah sebenarnya alkohol itu? Alkohol adalah senyawa organik turunan senyawa alkana dengan gugus OH pada atom karbon tertentu. Para ahli kimia di Eropa pada abad pertengahan kemudian menggunakan istilah tersebut untuk menyebut sebuah senyawa berbau khas yang diperoleh dari penyulingan, yaitu etanol yang mempunyai rumus kimia C_2H_5OH . Oleh karena itu, secara umum orang kemudian menggunakan istilah ini untuk menyebut sebuah senyawa alkohol secara spesifik (etil alkohol atau etanol).

Minuman beralkohol yang paling banyak dikonsumsi adalah bir. Hampir di seluruh penjuru dunia terdapat minuman yang berkadar alkohol 3–5 % ini dengan berbagai nama, warna, dan rasa. Jenis bir yang berkadar alkohol cukup tinggi adalah *sake*, minuman khas Jepang. Bir jenis ini lebih pantas disebut sebagai anggur seperti *wine*, *champagne*, atau *martini* karena minuman ini berkadar alkohol sekitar 14–15 %. Minuman beralkohol dengan kadar tinggi di antaranya *brandy* dari Perancis (biasa disebut *cognac*) dengan kadar alkohol (40–45 %), *wiski* dan *vodka* dari USA (40–50 %), *gin* dari Inggris dan Amerika (40–50 %), dan *rum* dari Jamaika (50–70 %). Alkohol dengan presentasi yang lebih tinggi, bahkan sampai 100 % dapat dibuat melalui proses penyulingan lebih lanjut.

Semua minuman bukan obat yang mengandung alkohol dikategorikan sebagai minuman keras. Berdasarkan kandungan alkoholnya, minuman keras dapat dikelompokkan menjadi 3, yaitu kelompok A dengan kadar alkohol 1–5 %, kelompok B dengan kadar alkohol 5–20 %, dan kelompok C dengan kadar alkohol 20–50 %.

a. Alkoholisme dan Kesehatan

Mengonsumsi alkohol dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan ketagihan yang sering disebut **alkoholisme**. Sedangkan pecandu alkohol disebut sebagai **alkoholik**. Ketergantungan terhadap minuman beralkohol dapat menyebabkan perubahan terhadap tingkah laku, disfungsi sosial, dan disfungsi kerja seorang alkoholik.

Ketika seseorang mengonsumsi minuman beralkohol, 20 % dari alkohol yang terkandung dalam minuman tersebut akan dialirkan ke dalam pembuluh darah. Sisanya dialirkan ke paru-paru dan diserap oleh usus halus, kemudian masuk ke aliran darah. Selanjutnya darah membawa alkohol menuju ke hati. Jika kandungan alkohol yang berada dalam darah yang dibawa ke hati terlalu tinggi, hati tidak akan mampu untuk menetralkan seluruh alkohol. Sisa alkohol yang tidak dapat ternetralkan oleh hati akan tetap berada dalam darah dan beredar ke seluruh tubuh sehingga menimbulkan efek-efek yang kurang baik bagi tubuh. Tabel berikut menampilkan beberapa efek minuman beralkohol terhadap tubuh.

Minuman Beralkohol



Gambar 14.2 Berbagai jenis minuman beralkohol

Tabel 14.1 Efek minuman beralkohol

Konsentrasi alkohol dalam darah (%)	Efek terhadap fungsi organ dan metabolisme tubuh
0,02	Berganti-ganti perasaan dan suasana hati, antara sedih, gembira, dan kadang-kadang ingin marah.
0,05	Perasaan santai, sedikit pusing, dan kemampuan motorik sedikit terganggu.
0,08	Koordinasi antara otot dan waktu reaksi tidak seimbang. Wajah, jari, tangan, dan kaki serasa digelitik, kemudian mati rasa.
0,10	Tingkah laku kikuk dan tidak terkontrol. Ketidakeimbangan kemampuan mental, penilaian, dan ingatan.
0,15	Tingkah laku tidak bertanggung jawab dan <i>euphoria</i> . Agak kesulitan berdiri, berjalan, dan berbicara.
0,20	Pusat kendali motorik dan emosi terganggu. Mencaci maki, terhuyung-huyung, kehilangan keseimbangan, dan penglihatan ganda.
0,40	Tidak sadarkan diri.
0,45	Pernapasan melambat dan dapat berhenti sama sekali.
0,50	Dapat berakibat kematian.

Selain efek fisik dan psikis di atas, pemakaian alkohol dalam jangka panjang dapat menyebabkan berbagai macam penyakit, di antaranya *fetal alcohol syndrome*, sirosis hati, kardiomiopati, hipertensi, dan *delirium tremens*.

1) FAS (*Fetal Alcohol Syndrome*)

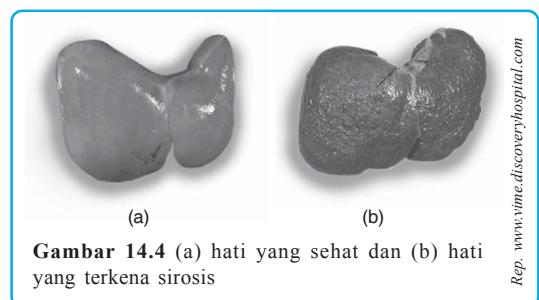
Fetal alcohol syndrome (FAS) merupakan cacat bawaan yang mengakibatkan bentuk kepala menjadi tidak simetris, kelainan tingkah laku, dan keterbelakangan mental. FAS terjadi karena seorang ibu yang mengonsumsi minuman beralkohol selama kehamilannya. Kandungan alkohol dalam darah si ibu mengakibatkan kelainan pada pertumbuhan janin yang dikandungnya.



Gambar 14.3 Seorang anak penderita FAS

2) Sirosis hati

Konsumsi minuman beralkohol yang berlebihan dapat menimbulkan sirosis hati (*cirrhosis of the liver*). Gambar 14.4 menampilkan hati yang sehat dan hati yang terkena sirosis. Sirosis hati merupakan kelainan struktur dan fungsi hati karena matinya sel-sel hati. Sel-sel hati tersebut mati karena berbagai hal, misalnya zat-zat kimia (alkohol dan obat-obatan), virus, maupun logam beracun. Tingginya kandungan alkohol dalam darah dapat membunuh sel-sel hati yang dilaluinya. Sel-sel hati yang belum mati akan menggandakan diri untuk menggantikan sel-sel yang telah mati. Akibatnya, muncul timbunan sel-sel baru.



Gambar 14.4 (a) hati yang sehat dan (b) hati yang terkena sirosis

3) Kardiomiopati (kerusakan otot jantung)

Kecanduan alkohol dapat menyebabkan kerusakan otot jantung. Otot-otot jantung, terutama pada bilik kiri dan kanan, menjadi lebih besar dan kendur. Akibatnya, jantung tidak dapat memompa darah dengan normal. Kelainan aliran darah dari jantung akan menghambat kinerja ginjal untuk menyaring air dan garam. Tingginya kandungan air dan garam dalam darah akan meningkatkan volume darah yang berpotensi merusak paru-paru.

4) Hipertensi (tekanan darah tinggi)

Sebelumnya telah disebutkan bahwa konsumsi minuman beralkohol yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan otot jantung. Perubahan kondisi jantung akibat minuman beralkohol dapat menyebabkan meningkatnya tekanan darah yang dapat mengakibatkan stroke.

5) *Delirium tremens* (DTs)

Beberapa kasus kecanduan alkohol menyebabkan timbulnya penyakit *delirium tremens* (DTs) yang ditandai dengan meningkatnya perasaan bingung, tidak dapat tidur, tekanan mental, dan halusinasi yang parah.

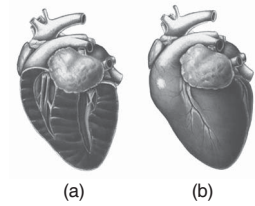
b. Cara Pencegahan dan Penyembuhan

Tampaknya masyarakat harus lebih waspada dan lebih bersatu padu dengan aparat keamanan untuk memberantas peredaran minuman keras dengan cara-cara yang sesuai prosedur hukum. Pencegahan sejak dini untuk tidak membiarkan generasi muda kita terpengaruh oleh minuman beralkohol adalah sangat penting. Pengendalian diri bagi para orang tua untuk tidak mengonsumsi minuman yang dilarang hampir semua agama itu adalah sebuah keharusan. Dan ini akan menjadi teladan yang baik bagi generasi muda kita. Selain itu, penanaman budi pekerti dan pendalaman ajaran agama akan sangat efektif menjauhkan generasi muda dari pengaruh negatif minuman keras.

Bagaimana jika sudah terlanjur mengonsumsi minuman keras dan bahkan ketagihan? Jika kecanduan masih dalam taraf ringan maka bantuan dari keluarga, teman, guru, dan orang terdekat sangat diperlukan. Introspeksi diri dan bertobat untuk tidak kembali lagi mengonsumsi minuman haram tersebut bukanlah hal yang sia-sia jika kita bersungguhsungguh.

Bagi yang sudah kecanduan berat, pertolongan seorang ahli kesehatan dan alkoholisme sangat diperlukan. Jika memang dibutuhkan, penanganan penderita dengan merawatnya di panti rehabilitasi akan lebih efektif. Biasanya dalam masyarakat terdapat kelompok-kelompok sukarelawan yang menyediakan diri untuk membantu menangani korban ketergantungan minuman keras. Mereka yang bekerja sebagai sukarelawan sebagian merupakan mantan pecandu yang sudah membebaskan diri dari pengaruh minuman keras sehingga pengalaman mereka sangat bermanfaat untuk kesembuhan si penderita.

Setelah mempelajari materi di atas, kerjakanlah pelatihan berikut!



Gambar 14.5 (a) jantung yang terkena kardiomiopati dan (b) jantung yang sehat (normal)



Diskusi

Diskusikan bersama teman sebangkumu hal-hal berikut!

1. Langkah-langkah apa yang bisa kalian lakukan untuk mencegah konsumsi minuman keras oleh generasi muda?
2. Bagaimana sebaiknya agar peredaran minuman keras di Indonesia dapat dikurangi, bahkan diberantas sama sekali?
3. Bagaimana pendapatmu tentang pemberantasan judi dan minuman keras dengan cara merusak bar dan kelab malam yang dilakukan salah satu organisasi baru-baru ini?
4. Tulis hasil diskusimu pada selembar kertas, kemudian kumpulkan pada guru untuk dinilai!

2. Rokok



Gambar 14.6 Rokok termasuk zat adiktif yang berbahaya bagi kesehatan

Rokok kemudian menjadi kebiasaan yang tersebar luas di Eropa pada tahun 1600-an.

Rokok mengandung sejumlah zat yang dapat menyebabkan ketergantungan atau ketagihan. Oleh karena itu, rokok dapat digolongkan sebagai zat adiktif. Selain menyebabkan ketagihan, zat-zat dalam rokok banyak mengandung racun yang dapat menimbulkan berbagai macam penyakit. Kini orang mulai sadar bahwa rokok berbahaya bagi kesehatan.

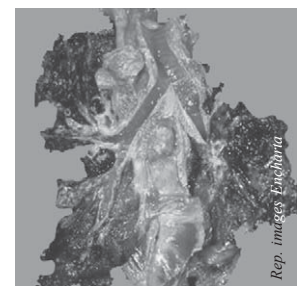
Di dalam asap rokok terkandung zat kimia lebih dari 4.000 jenis. Empat ratus macam di antaranya merupakan bahan beracun dan 43 macam yang lain dapat menyebabkan kanker (zat karsinogen). Zat kimia yang terkandung di dalam rokok tidak saja berbahaya bagi perokok (perokok aktif), tetapi juga bagi orang di sekitarnya yang tanpa sengaja ikut menghirup asap tersebut (perokok pasif). Tabel berikut ini menyajikan beberapa bahan kimia dalam rokok serta efeknya bagi kesehatan.

Merokok adalah kegiatan mengisap dan mengembuskan asap dari rokok yang dibakar. Sejarah berkembangnya kebiasaan merokok dimulai ketika para penjelajah dari Eropa pada tahun 1500-an menemukan bahwa suku Indian mempunyai kebiasaan merokok daun tembakau di dalam pipa. Mereka kemudian meniru kebiasaan orang Indian tersebut dengan menanam tembakau secara besar-besaran di daerah koloninya untuk dijadikan

Merokok



Sebaiknya Tahu



Gambar 14.7 Paru-paru yang terkena kanker

Foto di atas menunjukkan jaringan sel kanker dalam paru-paru. Sel paru-paru normal warnanya adalah merah muda, sedangkan sel paru-paru yang terkena kanker tampak berwarna hitam dan tidak mengandung udara sama sekali. Kondisi ini diakibatkan oleh endapan tar yang ditinggalkan oleh asap rokok.

Tabel 14.2 Efek bahan kimia dalam rokok bagi kesehatan

Bahan kimia	Efek
Nikotin	<ul style="list-style-type: none">• Menyebabkan ketagihan.• Merusak jaringan otak.• Menyebabkan darah mudah menggumpal.• Mengeraskan pembuluh darah arteri.
Tar	<ul style="list-style-type: none">• Membunuh sel-sel pada saluran pernapasan dan paru-paru.• Meningkatkan produksi lendir dan cairan paru-paru.• Menyebabkan kanker paru-paru.
Karbon monoksida	<ul style="list-style-type: none">• Meracuni darah karena mengikat hemoglobin darah 200 kali lebih kuat daripada oksigen.
Zat-zat karsinogen	<ul style="list-style-type: none">• Merangsang tumbuhnya sel-sel kanker di dalam tubuh.
Iritan	<ul style="list-style-type: none">• Merusak saluran pernapasan dan kantong udara pada paru-paru.• Membunuh sel-sel pada permukaan saluran pernapasan.

Meskipun rokok sangat berbahaya bagi kesehatan tetapi masih banyak orang yang merokok. Oleh karena itu, dalam setiap kemasan dan iklan rokok selalu disertakan peringatan bahaya merokok. Untuk mengkampanyekan bahaya merokok bagi kesehatan, WHO (organisasi kesehatan dunia) menetapkan tanggal 31 Mei sebagai hari bebas merokok sedunia.

Untuk membantumu memahami pengaruh rokok bagi kesehatan, lakukanlah kegiatan berikut!



Praktikum

Bahan Kimia dalam Asap Rokok

A. Tujuan

Menguji pengaruh bahan kimia dalam rokok bagi kesehatan.

B. Alat dan Bahan

- | | |
|--------------------------|------------------|
| 1. Rokok | 1 batang |
| 2. Korek api | 1 buah |
| 3. Stoples | 1 buah |
| 4. Kain putih atau kapas | 1 gumpalan kecil |

C. Langkah Kerja

1. Masukkan secarik kain putih atau kapas ke dalam stoples!
2. Nyalakan sebatang rokok kemudian tampunglah asap rokok tersebut ke dalam stoples!
3. Tutuplah stoples tersebut kemudian diamkan selama 15 menit!
4. Keluarkan kain atau kapas dari dalam stoples! Amati perubahan yang terjadi pada kain atau kapas!
5. Diskusikan dengan kelompokmu apa yang terjadi jika paru-parumu mengalami hal yang sama dengan kain putih atau kapas tersebut!

6. Sampaikan hasil diskusimu di depan kelas untuk didiskusikan bersama kelompok lain dan gurumu!
7. Jangan lupa mematikan rokok dan membersihkan meja kerjamu! Kembalikan semua alat dan bahan yang telah selesai kamu gunakan ke tempat semula!



Kerja Mandiri 1

Kerjakan dengan baik di buku tugasmu!

1. Mengapa rokok dapat digolongkan ke dalam zat adiktif?
2. Sebutkan bahan-bahan berbahaya yang terkandung dalam rokok!
3. Sebutkan langkah-langkah apa yang dapat kita lakukan untuk menghindari kebiasaan merokok!

B. Zat Psikotropika

Menurut UU No. 5 tahun 1997 tentang psikotropika, definisi **psikotropika** adalah zat atau obat, baik alamiah atau sintesis bukan narkotika, yang berkhasiat psikoaktif melalui pengaruh selektif pada susunan saraf pusat yang menyebabkan perubahan khas pada aktivitas mental dan perilaku. Psikoaktif artinya bekerja melalui mekanisme pengaktifan dimensi kejiwaan yang berupa perasaan, pikiran, dan perilaku. Zat psikotropika terdiri atas obat perangsang (stimulan), obat penekan susunan saraf pusat (depresan), dan obat halusinasi (halusinogen).

Psikotropika

1. Obat Perangsang (Stimulan)

Obat perangsang atau stimulan adalah obat-obatan yang dapat menimbulkan rangsang tertentu pada pemakainya. Obat ini bekerja dengan memberikan rangsangan terhadap otak dan saraf. Obat rangsang dapat berupa amphetamine atau turunannya. Stimulan yang sering beredar di pasaran adalah ekstasi dan shabu-shabu.

Pemakaian amphetamine sebagian besar dimanfaatkan untuk menekan nafsu makan berlebih, mengobati penderita hiperaktif, dan penderita narcolepsy, yaitu serangan rasa mengantuk berat yang tiba-tiba dan tidak terkontrol. Akan tetapi, stimulan juga banyak disalahgunakan dalam bentuk konsumsi di luar batas takaran yang dianjurkan.

Pada tahap awal pemakaian, akan timbul perasaan senang berlebihan, rasa percaya diri yang besar, dan semangat yang terlalu tinggi. Pada pemakaian dalam dosis berlebih akan menunjukkan gejala-gejala seperti kejang-kejang, panik, muntah-muntah, diare, bola mata membesar, halusinasi yang menakutkan, tidak dapat mengendalikan emosi, dan koma, yang jika dibiarkan dapat menyebabkan kematian.

a. Ekstasi

Ekstasi atau methylenedioxy amphetamine (MDMA) merupakan zat kimia turunan amphetamine yang memiliki reaksi yang lebih kuat dibandingkan dengan amphetamine. Ekstasi mempunyai rumus kimia $C_{11}H_{15}NO_2$. Ekstasi juga disebut pil setan, karena pengaruhnya seperti setan yang merusak sistem saraf pusat dan sel-sel otak. Selain itu, pil ini juga dapat menyebabkan ketergantungan.



Gambar 14.8 Ekstasi

Ekstasi yang banyak diperdagangkan biasanya berupa kapsul berwarna kuning dan merah muda atau berupa tablet berwarna coklat dan putih. Ekstasi dapat dikategorikan sebagai kelompok obat yang mudah dimodifikasi struktur kimianya untuk memperoleh bahan aktif yang lebih ampuh khasiatnya.

Jika ekstasi diminum maka akan segera timbul gejala-gejala berikut.

- 1) Perasaan menjadi sangat gembira, tersanjung, bersemangat, dan puas diri serta menjadi lebih terbuka kepada orang lain.
- 2) Tubuh gemetar, gigi gemeletuk, keluar keringat dingin, dan detak jantung tidak normal.
- 3) Nafsu makan hilang, pandangan kabur, dan keluar air mata terus-menerus.
- 4) Badan panas luar biasa (hipertermia), yang apabila diikuti dengan minum terlalu banyak air akan menimbulkan ketidakseimbangan cairan di dalam tubuh yang disebut dengan hipnotermia. Jika terjadi komplikasi dapat menimbulkan kematian.

b. Shabu-shabu

Salah satu turunan amphetamine yang lain adalah metamphetamine yang memiliki rumus kimia $C_{10}H_{15}N$. Zat ini juga dikenal sebagai shabu-shabu. Bentuknya yang berupa kristal tidak berwarna dan tak berbau sangat mudah larut dalam air. Shabu-shabu memiliki efek yang sangat keras pada susunan saraf. Efek yang dapat ditimbulkan cenderung lebih cepat dan lebih hebat daripada ekstasi. Secara psikis shabu-shabu dapat menimbulkan efek-efek berikut.



Gambar 14.9 Shabu-shabu

- 1) Timbulnya perasaan sehat, percaya diri, bersemangat, dan rasa gembira yang berlebihan.
- 2) Muncul perasaan berkuasa disertai peningkatan konsentrasi semu.
- 3) Nafsu makan menurun, sulit tidur, dan biasanya muncul halusinasi.

Mirip seperti jika mengonsumsi alkohol, pemakai ekstasi dapat dalam jangka lama dapat mengalami penurunan berat badan terus-menerus, kerusakan organ dalam, stroke, bahkan kematian. Jika orang sudah kecanduan, ia akan terus-menerus gelisah, ketakutan, sensitif, bingung, dan putus asa.

2. Obat Penekan Saraf Pusat (Depresan)

Obat jenis depresan adalah obat yang bereaksi memperlambat kerja sistem saraf pusat. Obat jenis ini biasanya berupa obat tidur dan obat penenang. Obat ini biasanya diminum untuk mengurangi rasa cemas atau

untuk membuat pikiran menjadi lebih santai. Obat ini juga dipakai untuk mengatasi insomnia (penyakit kesulitan tidur). Contoh obat penekan saraf pusat antara lain diazepam (valium), nitrazepam (mogadon), luminal, dan pil KB. Di Indonesia para pengedar menamakan obat-obatan ini sebagai pil koplo. Penyalahgunaan obat penekan saraf dapat menimbulkan berbagai macam efek, antara lain perasaan menjadi labil, bicara tak karuan dan tidak jelas, mudah tersinggung, serta daya ingat dan koordinasi motorik terganggu sehingga jalannya menjadi limbung.



Gambar 14.10 Beberapa contoh obat penekan saraf pusat

3. Halusinogen (Obat Halusinasi)

Obat jenis **halusinogen** adalah obat yang jika dikonsumsi dapat menyebabkan timbulnya halusinasi. Halusinogen paling terkenal adalah lysergic acid diethylamide (LSD). Selain itu, ada juga halusinogen yang tak kalah hebatnya dalam menciptakan halusinasi bagi pemakainya, yaitu psilocybin, yang dihasilkan dari spesies jamur tertentu, dan mescaline, yang dihasilkan dari sejenis kaktus yang bernama peyote.

Efek yang ditimbulkan oleh penyalahgunaan obat halusinasi ini adalah sebagai berikut.

- Keringat berlebihan, denyut jantung menjadi cepat dan tak teratur, timbul perasaan cemas.
- Pupil mata melebar dan pandangan mata kabur.
- Terjadi gangguan koordinasi motorik dan terjadi halusinasi.

Untuk menguji pemahamanmu, kerjakanlah pelatihan berikut!



Gambar 14.11 Lysergic acid diethylamide (LSD)



Kerja Mandiri 2

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

- Apa yang dimaksud dengan psikotropika?
- Sebut dan jelaskan macam-macam psikotropika! Berikan contohnya!
- Sebutkan efek penyalahgunaan ekstasi dan shabu-shabu!

C. Narkotika

Istilah narkotika pada mulanya sebenarnya diterapkan untuk semua senyawa yang dapat memproduksi *insensibilitas* (perasaan tidak peduli) terhadap rangsang dari luar melalui penenangan pada sistem saraf pusat. Sekarang ini istilah **narkotika** didefinisikan sebagai zat dan obat yang berasal dari tanaman opium (narkotika alam) atau zat dan obat yang bukan berasal dari tanaman (narkotika sintesis), yang dapat menyebabkan penurunan kesadaran, hilangnya rasa, mengurangi sampai menghilangkan rasa nyeri, dan dapat menimbulkan ketergantungan.

Narkotika



Sifat terpenting narkotika adalah kemampuannya untuk mengurangi rasa sakit, bukan hanya mengurangi persepsi terhadap rasa sakit tetapi juga dengan mengubah reaksi terhadap rasa sakit itu sendiri. Daya kerjanya yang luar biasa untuk memengaruhi sistem saraf menyebabkan orang yang mengonsumsinya tidak merasakan sakit, bahkan justru merasakan seperti terbang, atau berada di dunia lain yang diinginkannya. Keadaan ini disebut sebagai "nge-fly" atau "sakau" bagi penggunanya.

Meskipun narkotika memiliki efek penenang jika digunakan dalam dosis tinggi, tetapi zat tersebut pada umumnya tidak digunakan sebagai penenang. Kebanyakan orang mengonsumsinya karena ingin mencari kesenangan akibat *euphoria* yang ditimbulkannya. Selain itu, sifat narkotika yang adiktif (menimbulkan kecanduan) merangsang orang untuk mengonsumsinya dengan dosis yang terus meningkat tanpa peduli bahaya yang mengancam jiwanya.

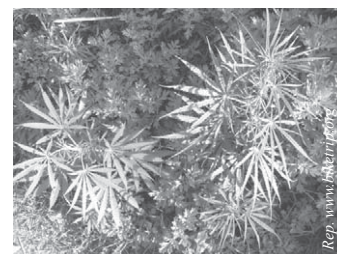
Efek yang dapat ditimbulkan karena pemakaian narkotika antara lain sebagai berikut.

1. Sedatif atau menghilangkan rasa nyeri.
2. Analgesik atau membius.
3. Depresan atau menenangkan.
4. Stimulan atau merangsang.
5. *Euphoria* atau menyenangkan.
6. Halusinogen atau menimbulkan khayalan.

Beberapa jenis narkotika antara lain ganja (marijuana), morfin, heroin, dan kokain.

1. Ganja (Marijuana)

Ganja diperoleh dari daun kering dan pucuk tanaman ganja (*Cannabis sativa*) yang sedang berbunga. Ganja dapat tumbuh dengan baik di daerah-daerah beriklim tropis dan sedang seperti di negara-negara di Asia Tenggara, Asia Tengah, Amerika Latin, Cina, dan India. Ganja dapat digunakan untuk bahan obat penenang dan penghilang rasa sakit. Kandungan zat kimia delta-9-tetrahydrocannabinol (THC) di dalam daun ganja dalam dosis tertentu dipercaya dapat memengaruhi perasaan, penglihatan, dan pendengaran. Efek tersebut menyebabkan ganja banyak dimanfaatkan untuk kemoterapi terhadap para penderita kanker. Dengan mengonsumsi pil tersebut rasa sakit, keinginan muntah terus-menerus, dan rasa mual yang hebat dapat ditanggulangi.



Gambar 14.12 Ganja

Ganja yang juga terkenal dengan sebutan rumput, cimeng, gelek, kangkung, pot, *reefer*, atau Mary Jane tampaknya lebih banyak diperdagangkan secara ilegal untuk disalahgunakan daripada dimanfaatkan untuk keperluan medis. Penjualan ganja biasanya dalam bentuk kering yang sering disebut marijuana, atau dalam kemasan cair (minyak cannabis). Ganja biasanya disalahgunakan dengan cara dihisap sebagai rokok atau dikunyah untuk mendapatkan efeknya yang memabukkan (intoksikasi).

Setiap batang rokok ganja diperkirakan memiliki kandungan THC yang berkisar antara 5–20 miligram. Orang yang mengisap ganja, pada saat intoksikasi akan mengalami hal-hal berikut.

- a. Tahap awal berupa rasa pusing dan *euphoria* (rasa gembira) diikuti rasa damai dan tenang.

- b. Perubahan suasana hati yang diikuti dengan perubahan persepsi tentang ruang dan waktu.
- c. Proses berpikir menjadi terganggu oleh terpecah-pecahnya ide dan ingatan.
- d. Beberapa pengguna menyatakan selera makan dan perasaan senang serta bahagia mereka meningkat.
- e. Efek negatif ganja bisa berupa perasaan bingung, reaksi panik yang berlebihan, keinginan untuk menyerang, ketakutan, tak berdaya, dan kehilangan kontrol diri.
- f. Pengguna ganja yang kronis akan mengalami sindrom amotivasional, yaitu menjadi sangat pasif dan tidak peduli pada apa pun.
- g. Seperti intoksikasi pada alkohol, pandangan, pendengaran, cara bicara, kemampuan menyelesaikan masalah, ingatan, waktu untuk merespon sesuatu, dan kemampuan mengendarai kendaraan bermotor menjadi terganggu.

2. Morfin

Morfin berasal dari tanaman opium atau candu. Opium mentah mengandung 4–21 % morfin. Morfin pertama kali diisolasi dan dianalisis secara kimia oleh seorang apoteker Jerman bernama F. W. A. Setürner antara tahun 1805 dan 1817. Morfin mempunyai sifat penahan nyeri yang kuat, tidak berbau, rasanya pahit, berupa kristal putih yang dapat berubah warna menjadi kecokelatan.

Morfin banyak digunakan di dunia medis sebagai bahan sedatif (penehang) dan pembunuh rasa sakit. Penyalahgunaan konsumsi morfin biasanya dilakukan melalui berbagai cara, yaitu ditelan, disuntikkan, dihirup langsung melalui hidung, dirokok, dibakar atau dipanaskan dan dihirup uapnya. Untuk menambah aroma dan rasa, morfin yang sering disalahgunakan biasanya dikonsumsi setelah dicampur dengan zat lain seperti gula, coklat, atau mint.



Gambar 14.13 Tanaman opium

3. Heroin

Heroin atau diamorfin adalah jenis obat analgesik (penahan nyeri) yang kuat dan merupakan turunan sintesis dari morfin. Heroin biasanya berbentuk serbuk putih dan pahit rasanya. Di pasar gelap, heroin dapat berbentuk aneka macam warna karena dicampur dengan gula, susu bubuk, gula merah, tepung, kinin, atau kakao. Heroin dapat menimbulkan rasa kantuk, halusinasi, dan *euphoria*. Heroin juga dikenal dengan nama putau.

Heroin merupakan jenis narkotika yang paling banyak disalahgunakan. Seperti halnya pada morfin, penyalahgunaan konsumsi heroin biasanya dilakukan melalui berbagai cara, yaitu ditelan, disuntikkan, dihirup langsung melalui hidung, dirokok, dibakar, atau dipanaskan dan dihirup uapnya.



Gambar 14.14 Heroin

4. Kokain

Tanaman coca (*Erythroxylon coca*) yang banyak tumbuh di Pegunungan Andes, Amerika Selatan, menghasilkan daun yang mengandung senyawa kimia alkaloid yang bernama kokain dan senyawa-senyawa turunan yang sejenis.



Gambar 14.15 Kokain

Dengan mengunyah daun coca, seseorang akan terkena efek narkotik dari kokain dan senyawa-senyawa lain yang ada di dalam daun coca. Senyawa ini pertama kali digunakan untuk obat bius pada suatu bedah kecil. Namun, kemudian diketahui bahwa kokain ternyata dapat menyebabkan kecanduan sehingga digantikan oleh senyawa lain yang lebih aman.

Dewasa ini kokain digolongkan sebagai narkotika dan peredarannya adalah ilegal. Kokain dapat menyebabkan kematian meskipun dikonsumsi dalam jumlah kecil oleh pemakai pemula. Sementara itu, penggunaan yang terus-menerus menyebabkan ketagihan.

Secara fisik dan psikis orang yang sudah terbiasa menggunakan narkoba berbeda dari orang normal. Ciri-ciri orang yang kecanduan narkoba adalah sebagai berikut.

1. Lesu, mata merah dan kelihatan mengantuk, pikiran melayang.
2. Tidak sabaran, apa yang diinginkan harus segera dipenuhi saat itu juga.
3. Cenderung hedonis, melakukan apa saja untuk mencapai apa yang diinginkan.
4. Bila ada permasalahan pelik, sifat agresif dan destruktif selalu dikedepankan.
5. Biasanya mengalami kesulitan dalam pergaulan dengan lawan jenisnya, malu, rendah diri, sukar didekati atau mendekati lawan jenis, dan suka menyendiri.
6. Menjadi dewasa pada usia terlalu dini dengan berperilaku seks bebas dan melakukan tindakan kriminal. Jika sudah ketagihan, apa pun akan dilakukan untuk mendapatkan narkoba dan memuaskan rasa ketagihannya.
7. Sikapnya cenderung sangat ceroboh, nekat, dan kurang perhitungan.
8. Pembosan, emosi tidak stabil, tidak konsentrasi, tidak bersemangat, malas, depresi, dan tidak memiliki motivasi.

Penanggulangan ketergantungan terhadap narkoba dapat dilakukan dengan berbagai cara. Penemuan berbagai jenis obat antinarkotika telah memungkinkan dilakukannya penanganan kasus-kasus *over dosis* dengan cepat dan efisien. Obat standar yang biasa digunakan adalah naloxone. Beberapa jenis antagonis (obat yang bersifat menetralkan pengaruh obat yang sudah dikonsumsi sebelumnya) diketahui memiliki sifat-sifat seperti narkotik, yang kemudian dimanfaatkan untuk menciptakan obat analgesik baru campuran agonis-antagonis. Obat ini diharapkan menjadi obat analgesik yang tidak menimbulkan efek *euphoria* dan kecanduan serta dapat menggantikan fungsi obat-obat analgesik jenis lama yang biasanya mengandung narkotika. Contoh obat-obatan jenis ini antara lain pentazocine, butorphanol, dan nalbuphine.

Meskipun banyak cara dan obat yang tersedia untuk menyembuhkan pecandu narkoba, namun semua cara itu sangat tergantung dengan kondisi setiap pecandu, baik itu tingkat ketergantungan, lingkungan, tekad ingin sembuh, maupun kondisi finansial. Pusat-pusat detoksifikasi (penghilang racun narkoba) dan rehabilitasi bagi pecandu narkoba juga sangat beragam. Ada yang hanya menyediakan detoksifikasi sehingga pasien tidak perlu menginap, misalnya rumah sakit, klinik, dan puskesmas. Ada juga tempat-tempat rehabilitasi yang menyediakan penginapan seperti asrama, dengan fasilitas yang lengkap, udara segar, dan pemandangan alam yang indah. Ada juga pusat rehabilitasi yang memasukkan ajaran-ajaran agama di dalam program mereka.

Untuk membantu memahami materi di atas, kerjakanlah pelatihan berikut!



Kerja Kelompok

Kerjakan bersama kelompokmu!

Buatlah sebuah klipng yang bertema "Narkoba, akibat, dan cara menghindarinya"! Kumpulkan klipng tersebut kepada gurumu untuk dinilai!



Rangkuman

1. Zat adiktif adalah zat yang apabila dikonsumsi dapat mengakibatkan ketagihan atau kecanduan baik fisik maupun psikologis. Contoh zat adiktif antara lain minuman beralkohol, rokok, kafein, dan inhalan.
2. Minuman beralkohol adalah minuman yang mengandung alkohol, misalnya cium, arak, brem Bali, anggur, bir, dan *champagne*. Ketergantungan terhadap minuman beralkohol dapat menyebabkan perubahan tingkah laku, disfungsi sosial, dan disfungsi kerja. Minuman beralkohol juga dapat menyebabkan berbagai penyakit, di antaranya FAS, sirosis hati, kardiomiopati, hipertensi, dan DTs.
3. Merokok adalah kegiatan mengisap dan mengembuskan asap dari rokok yang dibakar.
4. Psicotropika adalah zat atau obat baik alamiah atau sintesis bukan narkotika, yang berkhasiat psikoaktif melalui pengaruh selektif pada susunan saraf pusat yang menyebabkan perubahan khas pada aktivitas mental dan perilaku. Zat psicotropika terdiri atas obat perangsang (stimulan), obat penekan susunan saraf pusat (depresan), dan obat halusinasi (halusinogen).
5. Obat perangsang atau stimulan adalah obat-obatan yang dapat menimbulkan rangsang tertentu pada pemakainya. Contoh obat perangsang adalah ekstasi dan shabu-shabu.
6. Obat penekan saraf pusat atau depresan adalah obat yang bereaksi memperlambat kerja sistem saraf pusat. Contoh depresan adalah diazepam (valium), nitrazepam (mogadon), luminal, pil KB, dan pil koplo.
7. Obat halusinogen adalah obat yang jika dikonsumsi dapat menyebabkan timbulnya halusinasi. Contoh halusinogen adalah LSD, psilocybin, dan mescaline.
8. Narkotika adalah zat atau obat yang berasal dari tanaman opium atau zat dan obat yang bukan berasal dari tanaman, yang dapat menyebabkan penurunan kesadaran, hilangnya rasa, mengurangi sampai menghilangkan rasa nyeri, dan dapat menimbulkan ketergantungan. Contoh narkotika adalah ganja, morfin, heroin, dan kokain.



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

1. Penyakit yang timbul akibat kecanduan alkohol adalah
 - a. FAS, bronchitis, kardiomiopati
 - b. FAS, sirosis hati, kardiomiopati
 - c. FAS, bronchitis, sirosis hati
 - d. sirosis hati, bronchitis, kardiomiopati
2. Zat yang berasal dari tanaman atau bukan yang dapat menyebabkan penurunan kesadaran dan ketergantungan disebut
 - a. narkotika
 - b. zat adiktif
 - c. psikotropika
 - d. ekstasi
3. Racun utama yang terdapat dalam rokok antara lain
 - a. nikotin, tar, dan karbon monoksida
 - b. tar, nikotin, dan karbon dioksida
 - c. nikotin, tar, dan hidrogen
 - d. nikotin, tar, dan oksigen
4. Zat-zat berikut termasuk dalam kelompok narkotika, **kecuali**
 - a. ganja
 - b. kokain
 - c. morfin
 - d. karbon monoksida
5. Zat yang sering disebut dengan pil setan adalah
 - a. marijuana
 - b. shabu-shabu
 - c. nikotin
 - d. ekstasi
6. Kecanduan alkohol yang ditandai dengan meningkatnya perasaan bingung, sulit tidur, tekanan mental, dan halusinasi yang parah diakibatkan oleh penyakit
 - a. FAS
 - b. DTs
 - c. MTs
 - d. SSD
7. Penyalahgunaan narkoba biasanya terjadi karena hal-hal berikut, **kecuali**
 - a. merasa mengikuti zaman
 - b. tidak siap mental dalam menghadapi hidup dan kehidupan

- c. sering mengakses informasi tentang bahaya narkoba
 - d. lingkungan keluarga yang kurang harmonis
8. Dalam rokok terdapat senyawa yang mempunyai daya ikat terhadap hemoglobin 200 kali lebih kuat dari oksigen. Senyawa itu adalah
 - a. nikotin
 - b. tar
 - c. iritan
 - d. karbon monoksida
 9. Beberapa obat terlarang seperti ganja, LSD, kanabis, dan hashish termasuk obat jenis
 - a. halusinogen
 - b. stimulan
 - c. depresan
 - d. inhalan
 10. Seorang pecandu narkotika yang langsung berhenti mengonsumsi narkotika akan mengalami gejala:
 - 1) gelisah
 - 2) suhu badan naik
 - 3) sukar tidur
 - 4) kulit tergoresPernyataan yang benar adalah
 - a. 1) dan 2)
 - b. 1) dan 3)
 - c. 2) dan 3)
 - d. 1), 2), dan 3)

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

1. Apa yang dimaksud dengan:
 - a. zat adiktif
 - b. psikotropika, dan
 - c. narkotika?
2. Sebut dan jelaskan jenis-jenis psikotropika!
3. Sebutkan efek pemakaian narkotika!
4. Sebutkan ciri-ciri orang yang kecanduan narkoba!
5. Bagaimana cara mencegah penyalahgunaan zat adiktif, psikotropika, dan narkoba?





Prediksi Ulangan Semester

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

- Ukuran tubuhmu bertambah. Pertambahan ukuran tubuh disebut
 - pergerakan
 - pertumbuhan
 - perkembangan
 - penuaan
- Kucing mengalami peristiwa perkembangan di bawah ini, **kecuali**
 - beranak
 - kucing kecil berubah menjadi kucing dewasa, bentuk tidak mengalami perubahan yang ekstrim
 - terjadi perubahan kelakuan antara kucing kecil dengan kucing dewasa
 - mengalami metagenesis
- Pernyataan yang menggambarkan otot yang bekerja pada rahang adalah
 - rahang digerakkan oleh otot polos
 - otot rahang bekerja secara sadar
 - otot rahang berupa otot lurik yang bekerja secara tidak sadar
 - rahang mempunyai gerakan peristaltik
- Pada saat bisep lengan mengendur maka
 - trisep lengan mengendur
 - trisep lengan tidak bergerak
 - tangan menjadi lurus
 - lengan menekuk
- Salah satu contoh bagian organ yang sendinya tidak bergerak adalah
 - sendi pada perbatasan antara tulang tengkorak dengan tulang belakang
 - sendi pada siku
 - sendi pada lutut
 - sendi antartulang pada tengkorak
- Di bawah ini yang tersusun dari tulang rawan adalah
 - tungkai
 - tulang paha
 - tulang belikat
 - tulang daun telinga
- Organ pernapasan yang membantu paru-paru melakukan gerakan menampung dan mengeluarkan udara napas adalah
 - hidung
 - farink
 - diafragma
 - trakhea
- Pernapasan diafragma terjadi saat
 - rusuk bergerak ke atas dan keluar, diafragma bergerak ke atas, rongga dada mengerut, udara masuk
 - rusuk bergerak ke atas dan keluar, diafragma bergerak ke bawah, rongga dada mengerut, udara masuk
 - rusuk bergerak ke bawah dan keluar, diafragma bergerak ke atas, rongga dada mengembang, udara masuk
 - rusuk bergerak ke atas dan keluar, diafragma bergerak ke bawah, rongga dada mengembang, udara masuk
- Tumbuhan menghasilkan energi melalui proses
 - fotosintesis
 - respirasi
 - modifikasi
 - radiasi

10. Suatu gerak terjadi pada bagian tubuh tumbuhan tertentu. Arah geraknya tidak dipengaruhi arah datang rangsang. Gerak tersebut merupakan

- a. tropisme
- b. taksis
- c. endonom
- d. nasti

11. Berikut merupakan jaringan pada tumbuhan, **kecuali**

- a. flagella
- b. rhizoma
- c. stolon
- d. folium

12. Tanaman yang sering mengganggu tanaman lain disebut

- a. penggerek
- b. gulma
- c. pestisida
- d. penyakit

13. Aktivitas pembentukan suara ada di organ

- a. paru-paru
- b. hidung
- c. laring
- d. lidah

14. Molekul adalah partikel (spesi) netral yang terdiri atas dua atau lebih atom. Molekul yang ditunjukkan dalam gambar berikut adalah



- a. molekul senyawa
- b. molekul unsur
- c. molekul ionik
- d. a dan b benar

15. Pada suatu peristiwa kimia, suatu atom unsur yang menangkap elektron yang dilepaskan atom unsur lain akan menghasilkan

- a. elektron positif
- b. elektron negatif
- c. ion negatif
- d. ion positif

16. Molekul sulfur (S_8) disebut sebagai molekul

- a. oktaatomik
- b. tetraatomik
- c. diatomik
- d. heksaatomik

17. Zat yang ditambahkan ke dalam detergen agar kotoran yang sudah terlepas tidak menempel kembali pada pakaian disebut

- a. antikoagulan
- b. antirekonstruksi
- c. antiredeposisi
- d. antiregenerasi

18. Berikut ini adalah bahan-bahan kimia yang biasanya terdapat dalam obat pembasmi serangga, **kecuali**

- a. organoklor
- b. organofosfat
- c. etil alkohol
- d. arsen

19. Sabun yang mengandung ion kalium disebut

- a. sabun lunak
- b. sabun empuk
- c. sabun keras
- d. sabun colek

20. Di bawah ini merupakan kegunaan pemberian bahan makanan tambahan dalam makanan.

- 1) memperbaiki gizi makanan
- 2) mematangkan makanan
- 3) memberi warna pada makanan
- 4) lebih mudah dicerna

Pernyataan yang benar adalah

- a. 1) dan 3)
- b. 1), 2), dan 4)
- c. 1), 3), dan 4)
- d. 2) dan 4)

21. Di bawah ini merupakan bahan yang dapat memberi warna hijau adalah

- kunyit
- daun suji
- kentang
- daun pandan

22. Pemanis yang memiliki tingkat kemanisan 300 kali lebih tinggi dari gula pasir adalah

- siklalat
- sakarin
- dulsin
- sorbitol

23. Racun utama yang terdapat dalam rokok antara lain

- nikotin, tar, dan karbon monoksida
- tar, nikotin, dan karbon dioksida
- nikotin, tar, dan hidrogen
- nikotin, tar, dan oksigen

24. Zat-zat berikut yang termasuk dalam kelompok narkotika adalah

- ganja
- kokain
- morfin
- karbon monoksida

25. Orang yang sering mengisap asap rokok, tetapi tidak merokok disebut sebagai perokok


- pasif
- sensitif
- aktif
- berat

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!


- Tuliskan perbedaan antara metamorfosis dan metagenesis!
- Sebutkan dan jelaskan faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan!
- Bagaimanakah cara mengetahui bahwa makanan yang kita makan mengandung protein?
- Sebut dan jelaskan hal-hal yang menghambat laju fotosintesis!
- Sebutkan contoh-contoh gerak nasti!
- Sebut dan jelaskan partikel-partikel penyusun atom!
- Sebutkan upaya-upaya untuk mencegah efek samping penggunaan insektisida!
- Mengapa kita lebih aman menggunakan pemanis alami daripada pemanis sintetis? Jelaskan!
- Apa yang dimaksud dengan narkotika?
- Penyakit apa saja yang diakibatkan oleh kebiasaan minum minuman keras?

**BAB
15**


GAYA




Aduh, berat sekali lemari ini! Dari tadi aku mencoba mendorongnya tapi lemari ini tidak mau bergerak.




Mari kita coba mendorongnya bersama-sama! Resultan gaya yang kita berikan mungkin dapat menggerakkan lemari ini.



Resultan gaya? Apa itu?



Resultan gaya sama dengan penjumlahan gaya. Hari ini kita akan mempelajari gaya dan resultan gaya. Juga gaya gesek dan gaya berat.



Benar. Setelah mempelajari bab ini kita akan memahami peranan gaya dalam kehidupan sehari-hari.

Gerbang



Gambar 15.1 Menendang bola berarti memberikan gaya pada bola

Perhatikan gambar di atas! Pada gambar terlihat seorang siswa sedang bermain bola. Siswa tersebut menendang bola dengan kakinya. Jika tendangannya keras maka bola akan bergerak dengan cepat. Mengapa bola bergerak setelah ditendang siswa? Apa yang sebenarnya diberikan siswa tersebut pada bola? Dapatkah bola yang diam bergerak dengan sendirinya?

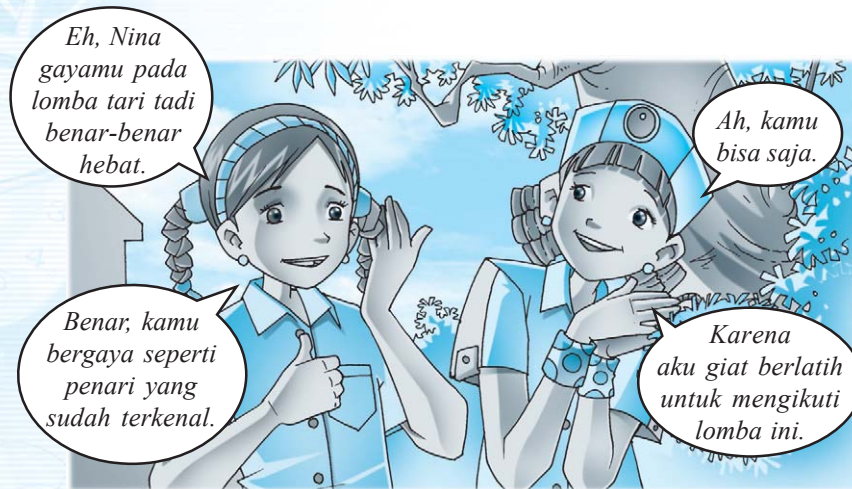
Guna menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas, marilah kita pelajari tentang gaya! Apakah yang dimaksud dengan gaya? Simaklah materi berikut dengan saksama!

Kata kunci: gaya – resultan gaya – neraca pegas – gaya gesek – gaya berat

A. Pengertian Gaya

Gambar 15.1 menunjukkan seorang siswa yang sedang menendang bola. Kegiatan seperti menendang bola sama artinya dengan siswa tersebut memberikan gaya pada bola. Pengertian gaya dalam fisika berbeda dengan pengertian gaya dalam kehidupan sehari-hari. Simaklah cerita berikut!

Siswa SMP Citra sedang mengadakan lomba tari. Siswa yang mengikutinya harus menampilkan tariannya di atas panggung. Berikut ini cuplikan pembicaraan di antara mereka.



Gaya yang dimaksud pada percakapan di atas merupakan gaya dalam kehidupan sehari-hari yang memiliki arti gerakan yang bagus. Lalu, apa pengertian gaya dalam fisika?

Agar dapat lebih memahami pengertian gaya dalam fisika, lakukanlah kegiatan berikut!



Praktikum 1

Gaya

A. Tujuan

Memahami pengertian gaya dalam fisika.

B. Alat dan Bahan

- | | |
|-----------------------------------|------------|
| 1. Meja | 1 buah |
| 2. Bola kasti | 1 buah |
| 3. Tongkat pemukul | 1 buah |
| 4. Lilin mainan (malam/plastisin) | secukupnya |

C. Langkah Kerja

1. Doronglah sebuah meja! Apa yang terjadi?
2. Tariklah meja tersebut! Apa yang terjadi?
3. Bentuklah lilin mainan (malam/plastisin) menjadi bola!
4. Letakkan bola tersebut di atas meja kemudian tekan dengan jarimu! Apa yang terjadi?
5. Pergilah ke halaman sekolah! Lempar bola kasti ke arah temanmu! Minta temanmu tadi untuk memukul bola kasti yang kamu lempar dengan tongkat pemukul! Apa yang terjadi? (Berhati-hatilah saat melempar dan memukul bola kasti agar bola tidak mengenai tubuh siapa pun dan tidak memecahkan kaca!)
6. Buatlah kesimpulan dari kegiatan di atas! Sampaikan kesimpulanmu di depan kelas untuk didiskusikan bersama gurumu!
7. Kembalikan semua peralatan ke tempat semula!

Berdasarkan kegiatan di atas, mendorong meja berarti memberikan gaya dorong pada meja. Sedangkan menarik meja berarti memberikan gaya tarik pada meja.

Saat kamu menekan lilin mainan dengan jari berarti kamu memberikan gaya tekan pada lilin mainan. Gaya tekan yang kamu berikan pada lilin mainan mampu mengubah bentuk lilin mainan.

Hal yang berbeda terjadi ketika temanmu memukul bola yang kamu lemparkan. Saat temanmu memukul bola, ia memberi gaya yang mengubah arah gerak bola.

Dari penjelasan di atas dapat kita simpulkan bahwa gaya adalah tarikan atau dorongan yang dapat mengakibatkan perubahan gerak dan atau bentuk benda. Gaya dapat kita bedakan menjadi dua, yaitu gaya sentuh dan gaya tak sentuh.

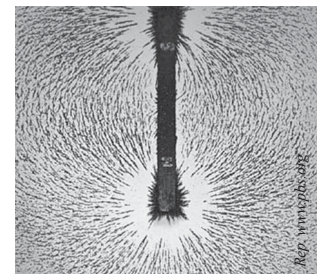
Gaya

1. Gaya Sentuh

Seseorang yang sedang mengangkat barbel berarti memberikan gaya pada barbel. Orang tersebut memberikan gaya dengan kontak langsung dengan barbel. Gaya inilah yang dikenal dengan gaya sentuh. Gaya sentuh adalah gaya yang bekerja pada benda akibat adanya sentuhan. Contoh gaya sentuh antara lain gaya otot dan gaya gesek.

2. Gaya Tak Sentuh

Perhatikan gambar 15.2 di samping! Sebatang magnet dapat menarik besi dengan mudah tanpa perlu disentuhkan pada besi. Gaya yang dimiliki magnet merupakan contoh gaya tak sentuh. Jadi gaya tak sentuh adalah gaya yang bekerja pada benda tanpa adanya sentuhan dengan benda tersebut. Contoh gaya tak sentuh antara lain gaya gravitasi bumi dan gaya listrik.



Gambar 15.2 Magnet memiliki gaya tarik magnet

Dalam fisika ada bermacam-macam gaya, di antaranya adalah sebagai berikut.

1. Gaya Berat

Gaya berat merupakan gaya gravitasi yang bekerja pada suatu benda. Gaya berat akan kita bahas lebih lanjut pada sub D.

2. Gaya Normal

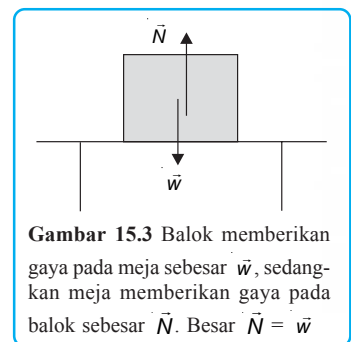
Gaya normal adalah gaya sentuh yang timbul akibat sentuhan dua benda. Arah gaya normal selalu tegak lurus terhadap bidang sentuh. Besarnya gaya normal suatu benda yang terletak pada bidang horisontal sama dengan berat benda dan dirumuskan sebagai berikut.

$$\vec{N} = \vec{w} = m \cdot g \quad \dots (15.1)$$

Keterangan:

\vec{N} : gaya normal (N)

\vec{w} : gaya berat (N)



Gambar 15.3 Balok memberikan gaya pada meja sebesar \vec{w} , sedangkan meja memberikan gaya pada balok sebesar \vec{N} . Besar $\vec{N} = \vec{w}$

3. Gaya Tegangan Tali

Gaya tegangan tali bekerja pada dua benda yang dihubungkan oleh tali. Besarnya gaya tegangan tali sebuah benda yang digantung dirumuskan sebagai berikut.

$$\vec{T} - m \cdot g = 0 \quad \dots (15.2)$$

Jika benda bergerak ke atas dengan percepatan \vec{a} , berlaku persamaan berikut.

$$\vec{T} - m \cdot g = m \cdot \vec{a} \quad \dots (15.3)$$

Jika benda bergerak ke bawah dengan percepatan \vec{a} , berlaku persamaan berikut.

$$m \cdot g - \vec{T} = m \cdot \vec{a} \quad \dots (15.4)$$

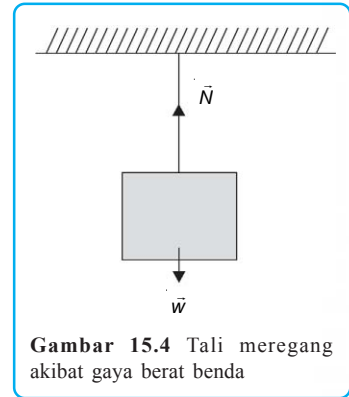
Keterangan:

\vec{T} : gaya tegangan tali (N)

\vec{a} : percepatan (m/s^2)

g : percepatan gravitasi (m/s^2) ($g = 10 m/s^2$)

m : massa benda (kg)



Gambar 15.4 Tali meregang akibat gaya berat benda

4. Gaya Gesek

Gaya gesek terjadi pada bidang sentuh antara permukaan dua benda. Arah gaya gesek berlawanan dengan arah gerak benda. Gaya gesek akan kita pelajari pada sub C.

5. Gaya Tekan

Tekanan merupakan besarnya gaya tekan tiap satuan luas permukaan. Tekanan dirumuskan sebagai berikut.

$$P = \frac{\vec{F}}{A} \quad \dots (15.5)$$

Keterangan:

P : tekanan (N/m^2 atau Pa)

\vec{F} : gaya tekan (N)

A : luas permukaan (m^2)

Gaya merupakan besaran turunan yang diturunkan dari besaran pokok panjang, massa, dan waktu. Gaya memiliki besar dan arah sehingga gaya termasuk besaran vektor. Satuan gaya dalam sistem SI adalah newton disingkat N. Satu newton didefinisikan sebagai besarnya gaya yang memberikan percepatan sebesar $1 m/s^2$ kepada benda yang mempunyai massa 1 kg. Jadi, $1 N = 1 kg \cdot m/s^2$.

Satuan gaya dalam sistem cgs adalah dyne (dibaca dine). Satu dyne adalah besarnya gaya yang memberikan percepatan sebesar $1 cm/s^2$ pada benda yang bermassa 1 gram. Hubungan antara newton dengan dyne adalah sebagai berikut.

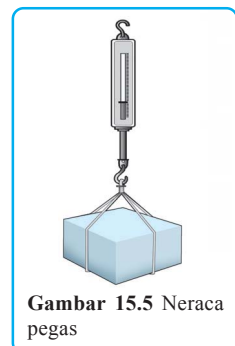
$$1 N = 1 kg \cdot m/s^2$$

$$1 N = 1 \times 1.000 g \times 100 cm/s^2$$

$$1 N = 100.000 g \cdot cm/s^2$$

$$1 N = 10^5 dyne$$

$$\text{Jadi, } 1 N = 10^5 dyne.$$



Gambar 15.5 Neraca pegas

Besarnya gaya yang bekerja pada sebuah benda dapat diukur dengan menggunakan neraca pegas. Besar gaya tersebut ditunjukkan oleh jarum penunjuk yang terdapat pada neraca pegas. Untuk lebih memahami cara mengukur dengan menggunakan neraca pegas, lakukanlah kegiatan berikut!



Praktikum 2

Pengukuran Gaya

A. Tujuan

Mengukur besar gaya dengan menggunakan neraca pegas.

B. Alat dan Bahan

1. Beban 3 buah berbeda massa
2. Neraca pegas 1 buah
3. Statif dan klem 1 set

C. Langkah Kerja

1. Gantungkan neraca pegas pada statif!
2. Kaitkan beban I pada neraca pegas! Catat besar gaya yang ditunjukkan oleh neraca pegas!
3. Ganti beban I dengan beban II, kemudian ganti dengan beban III! Catat ketiga hasil pengukuranmu ke dalam tabel berikut!

No.	Beban	Besar Gaya
1.	Beban I	... N
2.	Beban II	... N
3.	Beban III	... N

4. Buatlah kesimpulan dari kegiatan di atas! Sampaikan kesimpulanmu di depan kelas untuk didiskusikan bersama gurumu!
5. Jangan lupa untuk mengembalikan semua peralatan ke tempat semula!

Untuk menguji pemahamanmu tentang pengertian gaya, kerjakan pelatihan berikut!



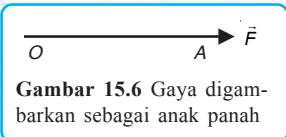
Kerja Mandiri 1

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

1. Apa yang dimaksud dengan gaya?
2. Dapatkah gaya mengakibatkan perubahan pada suatu benda? Perubahan apa saja yang terjadi?
3. Apakah satuan SI untuk gaya? Diturunkan dari satuan besaran apa sajakah satuan gaya?



B. Resultan Gaya



Gambar 15.6 Gaya digambarkan sebagai anak panah

Ada kalanya suatu benda dikenai lebih dari satu gaya. Dua gaya atau lebih yang bekerja pada suatu benda dapat dijumlahkan. Penjumlahan dari gaya-gaya yang bekerja pada suatu benda disebut **resultan gaya**. Untuk menjumlahkan beberapa gaya kamu harus melukiskan gaya-gaya yang bekerja.

Resultan Gaya

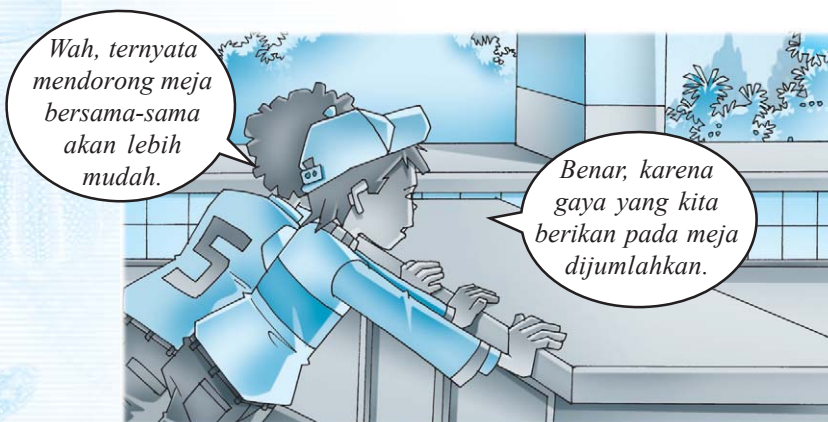
Sebelumnya telah disebutkan bahwa gaya merupakan besaran vektor yang memiliki arah dan besar. Gaya dapat digambarkan sebagai garis berupa anak panah. Gaya biasa disimbolkan dengan \vec{F} . Perhatikan gambar 15.6 di atas!

1. Titik O merupakan titik pangkal gaya yang disebut titik tangkap gaya.
2. OA merupakan panjang anak panah yang menunjukkan besarnya gaya.
3. Arah anak panah menunjukkan arah gaya.

Gaya-gaya yang bekerja pada suatu benda dapat berupa gaya-gaya yang searah, berlawanan arah, saling tegak lurus, atau saling membentuk sudut. Berikut ini akan kita pelajari resultan gaya-gaya yang searah dan berlawanan arah.

1. Resultan Gaya-gaya Searah

Simaklah percakapan berikut!



Berdasarkan peristiwa di atas dapat diperoleh kesimpulan bahwa gaya dorong kedua anak tersebut menghasilkan sebuah resultan gaya yang mampu menggerakkan meja. Perhatikan gambar 15.7 di samping! Dari gambar dapat disimpulkan bahwa resultan dua gaya atau lebih yang searah dan segaris dirumuskan sebagai berikut.

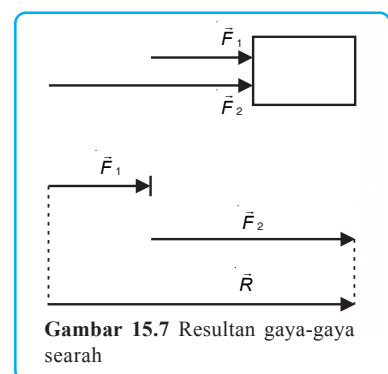
$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n \quad \dots (15.6)$$

Keterangan:

\vec{R} : resultan gaya (N)

n : banyaknya gaya

Dengan demikian, dua buah gaya atau lebih yang segaris dan searah dapat diganti dengan sebuah gaya lain yang besarnya sama dengan jumlah gaya-gaya tersebut.



Gambar 15.7 Resultan gaya-gaya searah

2. Resultan Gaya-gaya yang Berlawanan Arah

Perhatikan gambar 15.8 di samping! Tentu kalian pernah mengikuti atau melihat lomba tarik tambang. Pada lomba tarik tambang tahukah kamu kemana tali akan bergerak? Tentu tali akan bergerak ke arah tim yang kuat, bukan?

Apabila pada sebuah benda bekerja dua gaya yang segaris tetapi berlawanan arah, besarnya kedua gaya tersebut dapat diganti dengan sebuah gaya yang besarnya sama dengan selisih kedua gaya tersebut dan arahnya sama dengan arah gaya yang besar. Perhatikan gambar 15.9 di samping!

Dari gambar 15.9 dapat dirumuskan:

$$\vec{R} = \vec{F}_1 - \vec{F}_2 \quad \dots (15.7)$$

Keterangan:

\vec{F}_1 : gaya pertama yang lebih besar (N)

\vec{F}_2 : gaya kedua yang lebih kecil (N)

Guna membantumu memahami resultan gaya pada suatu benda, simaklah contoh soal berikut! Setelah kamu memahami contoh soal tersebut, kerjakan latihan di bawahnya!

Contoh Soal

1. Dua orang anak mendorong sebuah lemari dengan gaya searah masing-masing 25 N dan 33 N. Berapakah resultan gaya kedua anak tersebut?

Penyelesaian:

Diketahui:

$$\vec{F}_1 = 25 \text{ N}$$

$$\vec{F}_2 = 33 \text{ N}$$

Ditanyakan: $\vec{R} = \dots?$

Jawab:

Kedua anak tersebut mendorong lemari sehingga kedua gaya yang diberikan searah.

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$\vec{R} = 25 + 33$$

$$\vec{R} = 58 \text{ N}$$

Jadi, resultan gaya kedua anak adalah 58 N.

2. Dua buah gaya masing-masing $\vec{F}_1 = 12 \text{ N}$ ke kanan dan $\vec{F}_2 = 8 \text{ N}$ ke kiri. Tentukan besar dan arah resultan gaya-gaya tersebut!

Penyelesaian:

Diketahui:

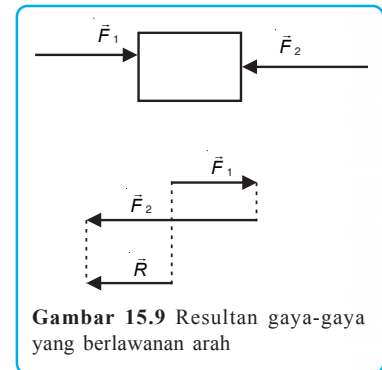
$$\vec{F}_1 = 12 \text{ N ke kanan}$$

$$\vec{F}_2 = 8 \text{ N ke kiri}$$

Ditanyakan: $\vec{R} = \dots?$



Gambar 15.8 Lomba tarik tambang memperlihatkan resultan gaya-gaya yang berlawanan arah



Gambar 15.9 Resultan gaya-gaya yang berlawanan arah

Jawab:

Karena kedua gaya berlawanan arah maka

$$\vec{R} = \vec{F}_1 - \vec{F}_2$$

$$\vec{R} = 12 - 8$$

$$\vec{R} = 4 \text{ N ke kanan}$$

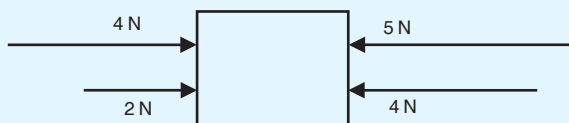
Jadi, resultan kedua gaya tersebut adalah 4 N ke arah kanan.



Kerja Mandiri 2

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

1. Tiga buah gaya segaris dan searah masing-masing besarnya 2 N, 5 N, dan 10 N. Tentukan resultan gaya-gaya tersebut!
2. Perhatikan gambar di bawah ini!



Tentukan besar dan arah resultan gaya-gaya tersebut!

C. Gaya Gesek



Gambar 15.10 Bola yang menggelinding di tanah kasar mengalami gaya gesek

Gelindingkan sebuah bola di atas lantai yang licin, apa yang terjadi? Ternyata bola meluncur terus sepanjang lantai. Sekarang gelindingkan bola tersebut di atas tanah! Apakah yang terjadi? Ternyata gerakan bola akan semakin lambat dan akhirnya berhenti. Mengapa demikian? Hal ini terjadi karena adanya **gaya gesek** antara bola dengan tanah. Gaya gesek dapat terjadi pada zat padat, cair, bahkan gas. Benda-benda yang bergesekan selalu menimbulkan panas. Gaya gesek ada 2 macam, yaitu gaya gesek statis dan gaya gesek kinetis. Gaya gesek statis terjadi pada benda diam atau akan bergerak. Sedangkan gaya gesek kinetis terjadi pada benda yang bergerak. Untuk lebih memahami gaya gesek, lakukanlah kegiatan berikut ini!

Gaya Gesek



Praktikum 3

Gaya Gesek

A. Tujuan

Mengetahui besar gaya gesek pada benda yang memiliki kekasaran yang berbeda.

B. Alat dan Bahan

1. Kubus kayu 1 buah
2. Kubus kayu yang dilapisi karpet 1 buah
3. Kubus kayu yang dilapisi ampelas 1 buah
4. Neraca pegas 1 buah

C. Langkah Kerja

1. Letakkan kubus kayu di atas meja dan kaitkan dengan neraca pegas!
2. Tariklah neraca pegas sedikit demi sedikit sampai kayu tepat akan bergerak! Catat besar gaya yang ditunjukkan oleh neraca pegas!
3. Ulangi langkah 1–2 dengan menggunakan kubus lainnya! Catat hasilnya ke dalam tabel berikut!

No.	Benda	Gaya Gesek
1.	Kubus kayu	... N
2.	Kubus kayu yang dilapisi karpet	... N
3.	Kubus kayu yang dilapisi ampelas	... N

4. Bandingkan hasil dari ketiga percobaan di atas!
5. Buatlah kesimpulan dari kegiatan di atas! Sampaikan kesimpulanmu di depan kelas untuk didiskusikan bersama kelompok lain dan gurumu!
6. Jangan lupa mengembalikan semua peralatan ke tempat semula!

Berdasarkan kegiatan di atas dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Antara dua buah benda yang bersentuhan terjadi gaya gesek.
2. Sebuah benda akan bergerak jika gaya yang bekerja pada benda lebih besar dari gaya geseknya.
3. Gaya gesek selalu berlawanan arah dengan arah gerak benda.
4. Besarnya gaya gesek antara dua buah benda ditentukan oleh kekasaran atau kehalusan permukaan-permukaan yang bersentuhan.



Diskusi

Diskusikan dengan teman sebangkumu mengapa kita tidak dapat berjalan dengan baik pada lantai yang licin! Tulis hasil diskusimu kemudian kumpulkan kepada gurumu untuk didiskusikan bersama di depan kelas!



Sebelumnya telah disebutkan bahwa besar gaya gesek ditentukan oleh kekasaran permukaan bidang yang bersentuhan. Dengan demikian, besar gaya gesek tidak tergantung pada luas permukaan bidang yang bergesekan. Besar gaya gesek dirumuskan sebagai berikut.

$$f = \mu \cdot N \quad \dots (15.8)$$

Keterangan:

- f : gaya gesek (N)
- μ : koefisien gesek
- N : gaya normal (N)

Kita sering memanfaatkan gaya gesek, dalam kehidupan sehari-hari. Ada gaya gesek yang menguntungkan dan ada yang merugikan.

Contoh gaya gesek yang menguntungkan antara lain:

1. Gaya gesek yang timbul ketika kita berjalan. Jika tidak ada gaya gesek maka kita tidak dapat berjalan dengan baik.
2. Ban mobil dibuat bergerigi untuk menghindari selip ketika melewati jalan yang licin.

Sedangkan contoh gaya gesek yang merugikan antara lain:

1. Gesekan antara bagian-bagian mesin yang menyebabkan aus. Gesekan ini dapat dikurangi dengan pemberian oli.
2. Permukaan jalan raya yang kasar menyebabkan ban mobil cepat halus.

Mudah, bukan? Sekarang coba kamu kerjakan pelatihan berikut!



Gambar 15.11 Pemberian oli pada mesin dapat mengurangi gaya gesek



Kerja Kelompok

Kerjakan bersama kelompokmu!

Buatlah sebuah karangan ilmiah yang bertema memanfaatkan gaya gesek dalam kehidupan sehari-hari! Presentasikan hasil karyamu di depan kelas! Beri kesempatan kelompok lain untuk menanggapi hasil karyamu!

D. Gaya Berat

Kali ini kita akan membahas mengenai gaya berat atau lebih sering disebut dengan berat. Pada umumnya orang telah salah dengan mengatakan massa sebagai berat benda. Perhatikan percakapan berikut!

Gaya Berat



Berdasarkan percakapan di atas, tampak bahwa penjual menyatakan berat dengan satuan kilogram. Di kelas VII kita telah mempelajari bahwa kilogram merupakan satuan dari massa dan bukan satuan berat. Dengan demikian, kita mengetahui bahwa berat yang dikatakan oleh si penjual sebenarnya adalah massa. Masih ingatkah kamu apa perbedaan antara massa dengan berat benda?

Massa suatu benda merupakan banyaknya partikel yang terdapat dalam benda. Massa benda bersifat tetap, artinya tidak dipengaruhi oleh gravitasi. Sedangkan berat benda menyatakan besarnya gaya gravitasi yang bekerja pada benda tersebut. Karena berat merupakan sebuah gaya maka berat benda dapat diukur dengan menggunakan neraca pegas.

Guna lebih mengetahui perbedaan antara massa dan berat, lakukanlah kegiatan berikut!



Praktikum 4

Massa dan Berat

A. Tujuan

Mengetahui perbedaan antara massa dengan berat suatu benda.

B. Alat dan Bahan

1. Timbangan 1 buah
2. Neraca pegas 1 buah
3. Bandul 3 buah

C. Langkah Kerja

1. Ukurlah massa bandul I dengan menggunakan timbangan! Catat hasilnya!
2. Ukurlah berat bandul I dengan menggunakan neraca pegas! Catat hasilnya!
3. Lakukan langkah 1–2 untuk bandul II dan bandul III!
4. Bawalah semua alat dan bahan ke tempat yang lebih tinggi dari tempat semula, misalnya di lantai II gedung sekolahmu!
5. Lakukan langkah 1–3 di tempat tersebut!
6. Catat hasil pengukuranmu pada tabel berikut!

No.	Beban	Massa		Berat	
		Tempat I	Tempat II	Tempat I	Tempat II
1.	Bandul I	... kg	... kg	... N	... N
2.	Bandul II	... kg	... kg	... N	... N
3.	Bandul III	... kg	... kg	... N	... N

7. Bandingkan hasil pengukuran di kedua tempat!
8. Buat kesimpulan dari hasil kegiatan di atas! Sampaikan kesimpulanmu di depan kelas! Beri kesempatan pada kelompok lain untuk menanggapi!
9. Kembalikan semua alat dan bahan yang telah selesai kamu gunakan ke tempat semula!

Berdasarkan kegiatan di atas diperoleh kesimpulan bahwa massa benda besarnya sama di mana pun pengukuran massa dilakukan, sedangkan berat benda berubah tergantung letaknya. Hal ini disebabkan besar percepatan gravitasi di setiap tempat tidak sama, tergantung jaraknya dari pusat bumi. Berat benda di daerah kutub akan lebih besar daripada berat benda di khatulistiwa. Hal ini disebabkan jarak kutub lebih dekat ke pusat bumi bila dibandingkan dengan khatulistiwa. Dengan demikian, berat suatu benda berubah tergantung letaknya dari pusat bumi. Setiap benda yang ada di bumi memiliki berat. Berat benda secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\vec{w} = m \cdot g \quad \dots (15.9)$$

Keterangan:

m : massa benda (kg)

Guna memahami penghitungan matematis dari berat, pelajirlah contoh soal berikut! Setelah kamu memahaminya, coba kerjakan pelatihan di bawahnya!

Contoh Soal

Sebuah kayu bermassa 3 kg terletak di atas lantai. Berapakah berat kayu jika percepatan gravitasi di tempat itu $9,8 \text{ m/s}^2$?

Penyelesaian:

Diketahui:

$$m = 3 \text{ kg}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Ditanyakan: $\vec{w} = \dots?$

Jawab:

$$\vec{w} = m \cdot g$$

$$\vec{w} = 3 \cdot 9,8$$

$$\vec{w} = 29,4 \text{ N}$$

Jadi, berat kayu tersebut adalah 29,4 N.



Kerja Berpasangan

Kerjakan bersama teman sebangkumu!

1. Jelaskan perbedaan konsep massa dan berat!
2. Jika berat benda di suatu tempat 50 N dan percepatan gravitasi bumi di tempat itu 10 m/s^2 , hitunglah massa benda tersebut!
3. Sebuah bola logam bermassa 4 kg terletak di atas lantai. Berapakah berat bola logam jika percepatan gravitasi di tempat itu $9,8 \text{ m/s}^2$?
4. Hitunglah massa sebuah benda yang beratnya 65 N jika percepatan gravitasi di tempat tersebut $9,8 \text{ m/s}^2$!
5. Sebuah kubus kayu massanya 5 kg. Berat kubus kayu tersebut di suatu tempat adalah 48 N. Berapa percepatan gravitasi di tempat tersebut?



Rangkuman

1. Gaya adalah tarikan atau dorongan yang dapat mengakibatkan perubahan gerak benda dan atau mengubah bentuk benda.
2. Gaya sentuh adalah gaya yang bekerja pada benda akibat adanya sentuhan.
3. Gaya tak sentuh adalah gaya yang bekerja pada benda tanpa adanya sentuhan dengan benda tersebut.
4. Resultan dua gaya atau lebih yang searah dan segaris dirumuskan sebagai berikut.

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n$$

5. Resultan gaya segaris dan berlawanan arah dirumuskan sebagai berikut.

$$\vec{R} = \vec{F}_1 - \vec{F}_2$$

6. Gaya gesek terjadi pada bidang sentuh antara permukaan dua benda. Besar gaya gesek dirumuskan sebagai berikut.

$$f = \mu \cdot N$$

7. Berat benda merupakan besarnya gaya tarik bumi yang bekerja pada benda itu. Berat benda secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\vec{w} = m \cdot g$$



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

1. Perhatikan peristiwa-peristiwa berikut ini.
- (1) busur direntangkan
 - (2) karet ditarik
 - (3) per ditekan
 - (4) jarum kompas bergerak

Dari peristiwa-peristiwa di atas yang menimbulkan gaya pegas adalah

- a. (1), (2), dan (3)
- b. (1), (2), dan (4)
- c. (1), (3), dan (4)
- d. (2), (3), dan (4)

2. Satuan gaya dalam SI adalah

- a. newton
- b. joule
- c. kg.m/s
- d. pascal

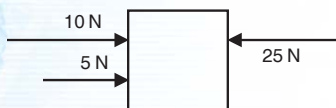
3. Resultan dua gaya yang segaris dan searah sama dengan

- a. jumlah kedua gaya itu
- b. selisih kedua gaya itu
- c. perkalian kedua gaya itu
- d. pembagian kedua gaya itu

4. Sebuah benda akan berada dalam keadaan setimbang apabila dua buah gaya yang bekerja pada benda

- a. sama besar dan searah
- b. sama besar dan berlawanan arah
- c. tidak sama besar dan searah
- d. tidak sama besar dan berlawanan arah

5. Perhatikan gambar berikut!



Resultan ketiga gaya di atas adalah

- a. 30 N ke kanan
- b. 20 N ke kiri
- c. 10 N ke kanan
- d. 10 N ke kiri

6. Jika suatu benda dibawa ke atas bukit maka beratnya . . . sedangkan massanya

- a. semakin besar, tetap
- b. semakin kecil, tetap
- c. tetap, semakin besar
- d. tetap, semakin kecil

7. Seorang astronaut memiliki berat 750 N ketika ditimbang di bumi. Jika percepatan

gravitasi bulan $\frac{1}{6}$ kali percepatan gravitasi bumi maka berat astronaut ketika di bulan

- a. 900 N
- b. 400 N
- c. 150 N
- d. 125 N

8. Di bawah ini yang termasuk gaya tak sentuh adalah

- a. gaya gesek
- b. gaya gravitasi bumi
- c. gaya kerbau menarik bajak
- d. gaya anak mengangkat kursi

9. Gaya gravitasi di permukaan bulan besarnya seperenam kali gaya gravitasi bumi. Dengan demikian, berat benda di permukaan bulan jika massa benda 6 kg dan percepatan gravitasi bumi $9,8 \text{ m/s}^2$ adalah

- a. 58,8 newton
- b. 15,8 newton
- c. 9,8 newton
- d. 3,8 newton

10. Berat suatu benda 3,4 N. Jika percepatan gravitasi di tempat tersebut 10 m/s^2 maka besar massa benda tersebut adalah

- a. 0,34 gram
- b. 3,4 gram
- c. 34 gram
- d. 340 gram

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

1. Apakah yang dimaksud dengan gaya, gaya sentuh, dan gaya tak sentuh?
2. Apa yang dimaksud dengan gaya gesek?
3. Sebuah benda ditimbang beratnya di daerah khatulistiwa. Kemudian benda tersebut ditimbang lagi beratnya di daerah kutub utara. Bagaimana hasil penimbangan di kedua tempat tersebut? Jelaskan!
4. Dua buah gaya searah dan segaris masing-masing 10 N dan 40 N. Berapa resultan kedua gaya itu?
5. Berat suatu benda di bumi 1.200 N. Percepatan gravitasi bumi 10 m/s^2 . Berapakah berat benda tersebut di bulan jika percepatan gravitasi bulan $\frac{1}{6}$ kali percepatan gravitasi bumi?

BAB
16

HUKUM-HUKUM NEWTON



Gerbang



Gambar 16.1 Bola tetap menggelinding meski gaya dorong telah dilepaskan

Perhatikan gambar di atas! Seorang anak sedang bermain bola. Dengan sedikit memberi dorongan pada bola, bola akan menggelinding di atas lantai. Meskipun tangan anak tersebut sudah tidak mendorong bola, tetapi bola tersebut tetap menggelinding beberapa saat. Mengapa hal itu bisa terjadi? Untuk menjawab pertanyaan tersebut simaklah materi berikut dengan saksama.

Kata kunci: hukum I Newton – hukum II Newton – hukum III Newton – kelembaman – gaya aksi – gaya reaksi

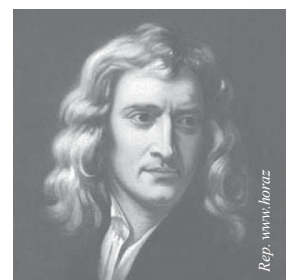
A. Hukum Newton

Pada pelajaran sebelumnya kita telah mempelajari gaya. Gaya yang dikenakan atau diberikan pada suatu benda dapat mengakibatkan perubahan bentuk dan atau gerak benda tersebut. Kali ini kita akan mempelajari gerak benda dan gaya yang memengaruhi gerak benda tersebut.

Permasalahan gerak dan penyebabnya telah menarik perhatian para ahli filsafat alam selama berabad-abad. Permasalahan ini mulai menemukan titik terang pada masa Galileo dan Newton.

Pada abad ke-17, Galileo menyadari bahwa suatu benda menjadi lebih lambat atau lebih cepat jika sejumlah gaya bekerja pada benda tersebut. Jika gaya yang bekerja pada benda dihilangkan maka benda akan terus bergerak pada garis lurus.

Galileo menyatakan bahwa suatu benda akan mengalami perubahan kelajuan hanya saat benda dikenai suatu gaya. Dia juga berpendapat bahwa suatu benda akan bertambah cepat atau melambat selama gaya yang bekerja pada benda tidak saling meniadakan. Berdasarkan gagasan Galileo tersebut, seorang ilmuwan Inggris, yaitu Sir Isaac Newton menjelaskan tentang gaya dan gerak.



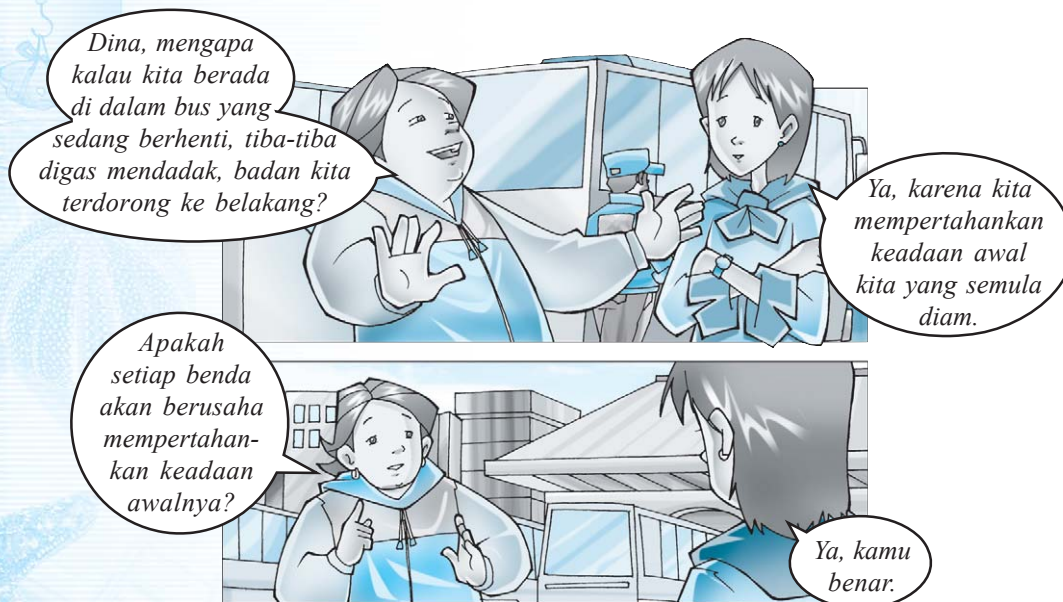
Gambar 16.2 Isaac Newton mengemukakan hukum-hukum tentang gerak yang dikenal sebagai hukum Newton

Gagasan-gagasan Newton dituangkan melalui ketiga hukumnya dalam buku berjudul *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* atau yang lebih dikenal sebagai *Principia*. Ketiga hukum tentang gerak dan gaya yang dikemukakan oleh Newton dikenal sebagai hukum Newton. Hukum I dan II Newton mengikuti gagasan yang dikemukakan oleh Galileo. Sedangkan hukum III Newton membicarakan mengenai gaya aksi dan reaksi. Apa dan bagaimana penerapan ketiga hukum Newton tersebut akan kita pelajari berikut ini.

B. Hukum I Newton

Gambar 16.1 di depan menunjukkan seorang anak yang menggelindingkan bola di atas lantai. Bola menggelinding karena diberi gaya dorong oleh anak tersebut. Namun, bola tetap menggelinding meskipun tangan anak tersebut tidak lagi menyentuh bola.

Dengan demikian, bola tetap menggelinding meskipun tidak ada gaya yang bekerja pada bola. Hal ini merupakan contoh dari hukum I Newton. Untuk lebih memahami hukum I Newton, perhatikan percakapan di bawah ini!



Dari percakapan di atas dapat kita ketahui bahwa jika kita berada di dalam sebuah bus yang sedang berhenti kemudian digas mendadak maka badan kita akan terdorong ke belakang. Hal ini terjadi karena badan kita akan mempertahankan keadaan awalnya, yaitu diam. Bus yang digas mendadak akan bergerak ke depan sehingga badan kita terdorong ke belakang (berlawanan dengan arah gerak bus).

Berdasarkan peristiwa di atas, dapat disimpulkan bahwa ketika gaya luar dihilangkan, setiap benda akan berusaha mempertahankan keadaan awalnya, yaitu diam atau bergerak lurus beraturan. Hal ini sesuai dengan **hukum I Newton** yang berbunyi:

Jika resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol maka benda yang mula-mula diam akan tetap diam dan benda yang mula-mula bergerak lurus beraturan akan tetap bergerak lurus beraturan.

Secara matematis, hukum I Newton dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\Sigma \vec{F} = 0$$

... (16.1)



Sebaiknya Tahu

Keterangan:

$\Sigma \vec{F}$: resultan gaya (N)

Sifat benda yang mempertahankan keadaan awalnya disebut **kelembaman atau inersia**. Sehingga hukum I Newton disebut juga hukum kelembaman. Kelembaman yang dimiliki suatu benda diam membuatnya sulit digerakkan. Akan tetapi jika benda tersebut bergerak maka kelembamannya akan menyebabkan benda terus bergerak lurus. Untuk melawan kelembaman benda diperlukan suatu gaya tertentu. Gaya yang diperlukan untuk melawan kelembaman sebanding dengan massa benda, karena semakin besar massa benda tersebut, kelembamannya juga semakin besar.

Untuk memahami hukum I Newton, lakukan kegiatan berikut! Setelah kamu memahami hukum I Newton melalui praktikum 1, coba kerjakan pelatihan di bawahnya!



Gambar 16.3 Sabuk pengaman dan kantong udara berfungsi menahan kelembaman

Salah satu penerapan hukum I Newton adalah sabuk pengaman dan kantong udara. Tanpa adanya gaya penahan dari sabuk pengaman atau kantong udara, kelembaman boneka uji tabrakan pada gambar di atas akan membawanya menembus kaca depan mobil. (Dikutip seperlunya dengan perubahan dari *Pustaka Sains Tersambung Internet: Energi, Gaya, dan Gerak*. Pakar Raya. 2006)



Praktikum 1

Hukum I Newton

A. Tujuan

Menyelidiki sifat kelembaman suatu benda.

B. Alat dan Bahan

1. Meja 1 buah
2. Kertas 1 buah
3. Gelas plastik 1 buah



C. Langkah Kerja

1. Letakkan kertas di atas meja!
2. Letakkan gelas di atas kertas tersebut!
3. Tariklah kertas dengan cepat! Amati apa yang terjadi!
4. Lakukan langkah 1–2 kemudian tarik kertas secara perlahan-lahan! Amati apa yang terjadi!
5. Buatlah kesimpulan dari kegiatan di atas!
6. Sampaikan kesimpulan di depan kelas! Beri kesempatan pada kelompok lain untuk menanggapi!
7. Kembalikan alat dan bahan yang telah selesai kamu gunakan ke tempat semula!

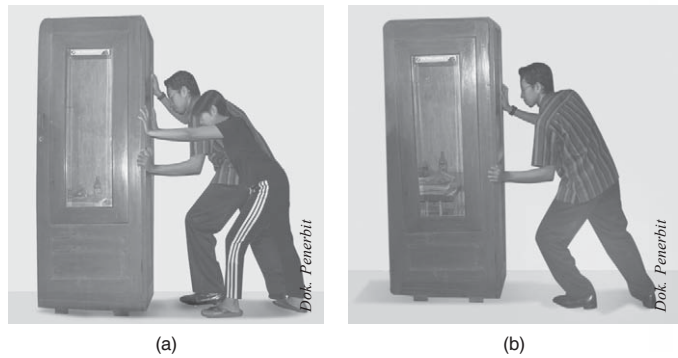


Diskusi

Diskusikan dengan kelompokmu tentang peristiwa-peristiwa di sekitarmu yang sesuai dengan hukum I Newton! Tulis hasil diskusimu dan kumpulkan pada gurumu untuk didiskusikan bersama!

C. Hukum II Newton

Kita telah mempelajari tentang resultan gaya pada bab sebelumnya. Masih ingatkah kamu apa yang dimaksud dengan resultan gaya? Perhatikan gambar 16.4 di samping! Pada gambar tampak 2 orang sedang mendorong lemari. Resultan gaya yang bekerja pada lemari merupakan penjumlahan dari gaya yang diberikan oleh masing-masing orang. Resultan gaya yang dialami lemari lebih besar daripada gaya yang diberikan oleh masing-masing orang, sehingga lemari lebih mudah digeser. Jika lemari tersebut hanya didorong oleh salah satu orang dengan gaya yang lebih kecil daripada resultan gaya kedua orang tersebut maka lemari akan lebih sulit digeser. Dengan demikian, semakin besar gaya yang bekerja pada benda, benda akan bergerak semakin cepat.



Gambar 16.4 Lemari akan lebih mudah digeser dengan gaya yang lebih besar



Gambar 16.5 Meja yang massanya lebih kecil lebih mudah digeser daripada lemari

Perhatikan gambar 16.5 di samping! Jika kamu mendorong sebuah meja dengan gaya yang besarnya sama dengan besar gaya yang digunakan untuk menggeser lemari maka meja tersebut akan bergeser lebih cepat. Jadi, dapat kita simpulkan bahwa semakin kecil massa suatu benda, benda akan lebih cepat bergerak.

Peristiwa-peristiwa di atas sesuai dengan **hukum II Newton** yang berbunyi:

Percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada benda berbanding lurus dengan besar gayanya dan berbanding terbalik dengan massa benda.

Secara matematis, hukum II Newton dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}}{m}$$

$$\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

... (16.2)

Keterangan:

\vec{a} : percepatan benda (m/s^2)

m : massa benda (kg)

Hukum II Newton

Contoh penerapan hukum II Newton adalah pada gerakan di dalam lift. Ketika kita berada di dalam lift yang sedang bergerak, gaya berat kita akan berubah sesuai pergerakan lift. Saat lift bergerak ke atas, kita akan merasakan gaya berat yang lebih besar dibandingkan saat lift dalam keadaan diam. Hal yang sebaliknya terjadi ketika lift yang kita tumpangi bergerak ke bawah. Saat lift bergerak ke bawah, kita akan merasakan gaya berat yang lebih kecil daripada saat lift dalam keadaan diam.

Cara penghitungan matematis dari hukum II Newton dapat kamu simak pada contoh soal berikut ini.

Contoh Soal

Sebuah benda bermassa 10 kg bergerak dengan percepatan 2 m/s. Berapakah besar gaya yang diberikan pada benda?

Penyelesaian:

Diketahui:

$$m = 10 \text{ kg}$$

$$\bar{a} = 2 \text{ m/s}$$

Ditanyakan: $\bar{F} = \dots?$

Jawab:

$$\bar{F} = m \cdot \bar{a}$$

$$\bar{F} = 10 \cdot 2$$

$$\bar{F} = 20 \text{ N}$$

Jadi, gaya yang bekerja pada benda adalah 20 N.

Ketika kamu duduk di kelas VII, kamu telah mempelajari gerak lurus. Hukum II Newton juga dapat diterapkan pada gerak lurus, terutama gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Dalam GLBB berlaku persamaan berikut.

$$\bar{v} = \bar{v}_0 + \bar{a} \cdot t$$

$$s = \bar{v}_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot \bar{a} \cdot t^2 \quad \dots (16.3)$$

$$\bar{v} = \bar{v}_0^2 + 2 \cdot \bar{a} \cdot s$$

Untuk lebih memahami penerapan hukum II Newton pada GLBB, simaklah contoh soal berikut!

Contoh soal

Sebuah mobil bermassa 2.000 kg bergerak dengan kelajuan 16 m/s. Jika mobil tersebut direm dengan gaya 8.000 N, berapakah jarak yang ditempuh mobil mulai direm sampai berhenti?

Penyelesaian:

Diketahui:

$$m = 2.000 \text{ kg}$$

$$\bar{v}_0 = 16 \text{ m/s}$$

$$\bar{v}_t = 0 \text{ m/s (karena berhenti)}$$

$$\Sigma \vec{F} = -8.000 \text{ N}$$

Ditanyakan: $s = \dots?$

Jawab:

Langkah 1

Menentukan perlambatan mobil, karena mobil mengalami pengereman maka percepatan bernilai negatif.

$$\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$$-8.000 = 2.000 \cdot \vec{a}$$

$$\vec{a} = -4 \text{ m/s}^2$$

Langkah 2

Menentukan jarak yang ditempuh selama perlambatan.

$$\vec{v}^2 = \vec{v}_0^2 + 2 \cdot \vec{a} \cdot s$$

$$0 = 16^2 + 2 \cdot (-4) \cdot s$$

$$0 = 256 - 8s$$

$$8s = 256$$

$$s = 32 \text{ m}$$

Jadi, jarak yang ditempuh mobil dari mulai direm hingga berhenti adalah 32 m.

Setelah kamu memahami materi dan contoh soal di atas, coba kerjakan soal-soal berikut!



Kerja Mandiri 1

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

1. Sebutkan bunyi hukum II Newton!
2. Sebutkan 3 contoh peristiwa sehari-hari yang melibatkan hukum II Newton!
3. Seorang anak mendorong balok yang massanya 5 kg dengan gaya 4,5 N. Berapakah percepatan balok tersebut?

D. Hukum III Newton

Mengapa ketika jari tangan kita menekan meja semakin kuat akan terasa sakit? Sebenarnya ketika kita menekan meja berarti kita memberikan gaya pada meja. Tangan kita akan merasa sakit sebab meja akan memberikan gaya yang besarnya sama dengan gaya tekan tangan kita, tetapi arahnya berlawanan. Jadi, jika kita perhatikan, gaya bukanlah sesuatu dalam benda tersebut tetapi merupakan interaksi antara dua benda.

Peristiwa di atas merupakan contoh dari **hukum III Newton**, yang dikenal sebagai hukum aksi-reaksi, yang bunyinya:

**Hukum III
Newton**

Jika benda pertama memberikan gaya pada benda kedua maka benda kedua akan memberikan gaya yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan.

Secara matematis, hukum III Newton dapat dinyatakan dengan rumus berikut.

$$\vec{F}_{\text{aksi}} = \vec{F}_{\text{reaksi}} \quad \dots (16.4)$$

Hukum III Newton berlaku pada dua gaya yang merupakan pasangan aksi-reaksi. Dua gaya dikatakan pasangan aksi-reaksi jika:

1. bekerja pada dua benda yang berbeda,
2. saling berinteraksi,
3. besarnya sama dan berlawanan arah.

Untuk lebih memahami hukum III Newton tentang gaya aksi-reaksi perhatikan gambar 16.6 di samping! Pada gambar 16.6 gaya-gaya yang bekerja adalah sebagai berikut.

\vec{F}_1 = gaya yang diberikan tali pada dinding

\vec{F}_2 = gaya yang diberikan dinding pada tali

\vec{F}_3 = gaya yang diberikan bola pada tali

\vec{F}_4 = gaya yang diberikan tali pada bola

\vec{w} = gaya berat bola

\vec{F}_1 dan \vec{F}_2 serta \vec{F}_3 dan \vec{F}_4 adalah pasangan gaya aksi-reaksi. Kedua pasang gaya tersebut bekerja pada dua benda yang berbeda dan saling berinteraksi. Besar gaya \vec{F}_1 dan \vec{F}_2 adalah sama tetapi arahnya berlawanan. Demikian pula dengan gaya \vec{F}_3 dan \vec{F}_4 .

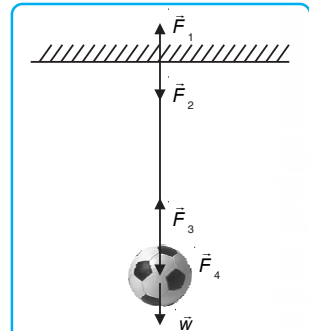
Sedangkan gaya \vec{F}_2 dan \vec{F}_3 bukan pasangan gaya aksi-reaksi karena kedua gaya tersebut bekerja pada satu benda yang sama, yaitu tali. \vec{F}_3 dan \vec{w} bukan merupakan pasangan aksi-reaksi meskipun kedua gaya tersebut besarnya sama, berlawanan arah, dan bekerja pada dua benda yang berbeda, karena kedua gaya tersebut tidak saling berinteraksi.

Jadi, dari kelima gaya tersebut yang merupakan pasangan aksi-reaksi adalah:

1. \vec{F}_1 dan \vec{F}_2
2. \vec{F}_3 dan \vec{F}_4

Contoh penerapan hukum III Newton dapat kita jumpai pada peristiwa merapatnya perahu ke dermaga. Ketika tali perahu telah terikat ke dermaga namun perahu belum merapat ke dermaga maka nelayan akan menarik tali perahu. Nelayan tersebut memberikan gaya tarik yang arahnya menjauhi dermaga, hal ini menyebabkan perahu mendekat ke dermaga. Perahu dapat mendekat ke dermaga karena adanya gaya reaksi yang arahnya berlawanan dengan gaya tarik yang diberikan oleh nelayan.

Untuk lebih memahami gaya aksi-reaksi, lakukan praktikum berikut!



Gambar 16.6 Bola digantung dengan tali pada dinding



Sebaiknya Tahu



Gambar 16.7 Roket menggunakan prinsip hukum III Newton

Hukum ketiga Newton berlaku pada roket. Roket mendorong dan membuang gas ke bawah. Sesuai hukum III Newton maka gas mendorong roket ke atas. Jika dorongan ke atas melebihi berat pesawat maka roket akan meluncur ke atas.



Tips

Jika terdapat pasangan gaya aksi-reaksi, kita tentukan salah satu gaya sebagai aksi dan yang lain sebagai reaksi (boleh dibolak-balik).



Praktikum 2

Hukum III Newton

A. Tujuan

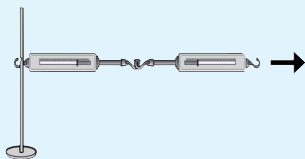
Mengetahui besarnya gaya aksi dan reaksi dengan menggunakan neraca pegas.

B. Alat dan Bahan

1. Neraca pegas 2 buah
2. Statif dan klem 1 set

C. Langkah Kerja

1. Pasang statif dan klem pada meja kemudian gantungkan kedua pegas secara seri seperti tampak pada gambar!



2. Tarik neraca pegas kedua dan perhatikan besar skala yang ditunjukkan oleh kedua neraca!
3. Ulangi langkah 1–2 sebanyak 4 kali dengan besar gaya yang berbeda-beda! Catat besar gaya yang terbaca pada neraca pegas ke dalam tabel berikut!

Tarikan	Gaya	
	Neraca I	Neraca II
1	... N	... N
2	... N	... N
3	... N	... N
4	... N	... N
5	... N	... N

4. Diskusikan kegiatan di atas dengan kelompokmu kemudian buat kesimpulannya! Sampaikan hasil diskusimu di depan kelas! Beri kesempatan pada kelompok lain untuk menanggapi hasil diskusimu!
5. Kembalikan semua alat dan bahan ke tempat semula!

Berdasarkan percobaan di atas, diperoleh hasil bahwa jarum pada kedua neraca pegas menunjukkan angka yang sama. Dengan demikian, terbukti bahwa

$$\vec{F}_{\text{aksi}} = \vec{F}_{\text{reaksi}}$$

Sekarang, coba kamu kerjakan pelatihan berikut!



Kerja Mandiri 2

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

Sebuah mangkuk plastik diletakkan di atas buku. Kedua benda tersebut diletakkan di atas meja. Gambarkan gaya-gaya yang bekerja pada benda tersebut kemudian sebut dan jelaskan gaya-gaya mana sajakah yang merupakan pasangan aksi-reaksi! Kumpulkan tugasmu pada guru untuk kemudian didiskusikan bersama teman-teman sekelas!



Rangkuman

1. Hukum I Newton berbunyi: *"Jika resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol maka benda yang mula-mula diam akan tetap diam dan benda yang mula-mula bergerak lurus beraturan akan tetap bergerak lurus beraturan"*. Secara matematis, hukum I Newton dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\Sigma \vec{F} = 0$$

Contoh penerapan hukum I Newton adalah ketika kita berada dalam bus yang bergerak kemudian direm mendadak maka tubuh kita akan terdorong ke depan.

2. Hukum II Newton yang berbunyi: *"Percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada benda berbanding lurus dengan besar gayanya dan berbanding terbalik dengan massa benda"*. Secara matematis, hukum II Newton dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}}{m} \text{ atau } \Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Contoh penerapan hukum II Newton adalah ketika menggeser benda. Misalnya, sebuah lemari akan lebih mudah digeser atau didorong oleh 2 orang daripada hanya didorong oleh 1 orang saja.

3. Hukum III Newton bunyinya: *"Jika benda pertama memberikan gaya pada benda kedua maka benda kedua akan memberikan gaya balasan yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan"*. Secara matematis, hukum III Newton dirumuskan:

$$\vec{F}_{\text{aksi}} = \vec{F}_{\text{reaksi}}$$

Contoh penerapan hukum III Newton adalah ketika kita menekan benda. Misalnya, kita menekan meja. Semakin keras kita menekan meja, tangan kita akan semakin sakit. Hal ini dikarenakan meja memberikan gaya dorong yang besarnya sama dengan gaya tekan yang kita berikan.

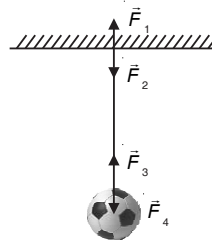


Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

- Hukum I Newton dikenal sebagai hukum
 - kekekalan
 - kelembaman
 - aksi-reaksi
 - keseimbangan
- Benda akan cenderung tetap diam atau bergerak jika resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan
 - nol
 - 1
 - 2
 - 3
- Jika kita berada di dalam bus yang sedang berjalan, tiba-tiba direm maka badan kita akan terdorong
 - ke samping
 - ke bawah
 - ke depan
 - ke belakang
- Hukum I Newton dirumuskan
 - $\Sigma \vec{a} = m \cdot \vec{F}$
 - $\Sigma m = \vec{F} \cdot \vec{a}$
 - $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$
 - $\Sigma \vec{F} = 0$
- Sebuah mobil bergerak dengan percepatan 4 m/s^2 . Jika massa mobil 1.500 kg , besar gaya yang bekerja pada mobil adalah
 - 375 N
 - 750 N
 - 1.500 N
 - 6.000 N
- Sebuah balok bermassa 2 kg didorong dengan gaya $2,5 \text{ newton}$. Besar percepatan balok adalah
 - 1 m/s^2
 - $1,25 \text{ m/s}^2$
 - $1,5 \text{ m/s}^2$
 - 2 m/s^2

- Seorang anak melempar bola dengan gaya 3 N sehingga bola bergerak dengan percepatan 3 m/s^2 . Massa bola yang dilempar adalah
 - 1 kg
 - 2 kg
 - 3 kg
 - 4 kg
- Hukum III Newton dikenal dengan hukum
 - kelembaman
 - aksi-reaksi
 - kesetimbangan
 - Pascal
- Berikut ini yang **bukan** merupakan syarat aksi-reaksi adalah
 - besarnya gaya sama
 - arah gaya berlawanan
 - gayanya searah
 - terjadi pada dua benda
- Gambar di bawah ini yang merupakan gaya aksi reaksi adalah



- \vec{F}_1 dan \vec{F}_2
- \vec{F}_1 dan \vec{F}_3
- \vec{F}_1 dan \vec{F}_4
- \vec{F}_2 dan \vec{F}_3

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

1. Sebutkan bunyi hukum I Newton!
2. Jelaskan faktor-faktor yang memengaruhi percepatan suatu benda sesuai hukum II Newton!
3. Sebuah benda bermassa 100 gram ditarik dengan gaya 20 newton. Berapakah besar percepatan benda yang bergerak?
4. Sebutkan bunyi hukum III Newton!
5. Gambar dan jelaskan gaya aksi-reaksi yang terjadi ketika tangan kita mendorong tembok!



Gerbang



Gambar 17.1 Seorang pelari membutuhkan energi yang besar untuk dapat berlari dengan kencang

Perhatikan gambar di atas! Pada gambar tampak para pelari yang sedang mengikuti perlombaan. Pelari tersebut membutuhkan energi yang cukup besar agar dapat berlari dengan cepat. Dari manakah pelari tersebut mendapatkan sumber energi? Untuk menjawab pertanyaan tersebut simaklah materi berikut dengan saksama!

Kata kunci: energi – perubahan bentuk energi – energi mekanik – energi kinetik – energi potensial – hukum kekekalan energi – usaha – daya

A. Energi

Pelari pada gambar 17.1 di atas dapat berlari karena memiliki energi. Tanpa adanya energi pelari tersebut tidak akan sanggup untuk berlari, bahkan tanpa energi tidak akan ada kehidupan. Tidak akan ada cahaya, panas, atau bunyi lirih sekalipun. Energi dapat kita peroleh dari sumber-sumber energi yang ada di sekitar kita. Sumber energi yang diperlukan oleh pelari untuk berlari berasal dari bahan makanan yang dimakan. Selain makanan, masih ada banyak sumber energi lainnya, misalnya matahari, listrik, dan bahan bakar minyak bumi. Untuk lebih memahami tentang energi dan sumber energi, simaklah percakapan berikut!

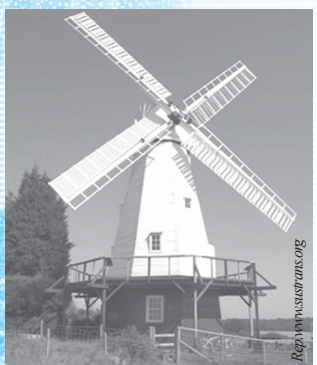
Rudi sedang mencari pensilnya yang jatuh di kolong tempat tidur. Kolong tempat tidur Rudi sangat gelap, oleh karena itu ia memerlukan lampu senter sebagai sumber cahaya. Tetapi baterai pada lampu senter Rudi tidak dapat dipakai lagi, kemudian ia pergi ke kamar kakaknya.



Energi

Pada percakapan di atas, Rudi membutuhkan baterai untuk menyalakan lampu senter. Dengan demikian, baterai merupakan sumber energi. Dari peristiwa-peristiwa di atas dapat kita simpulkan bahwa jika kita memiliki energi maka kita dapat melakukan sesuatu. Jadi, **energi** adalah kemampuan untuk melakukan kerja atau usaha. Dalam kehidupan sehari-hari, energi sering kita sebut sebagai tenaga.

Energi merupakan salah satu besaran penting dalam fisika, karena fisika adalah ilmu yang mempelajari tentang energi dan perubahannya. Sebagai salah satu besaran fisika, energi mempunyai satuan. Satuan SI untuk energi adalah joule (J). Satu joule setara dengan 1 newtonmeter (Nm). Selain joule, masih ada satuan energi lain yang sering kita gunakan, di antaranya erg dan kalori. Energi yang dimiliki suatu benda jika digunakan terus-menerus, lambat laun akan habis. Oleh karena itu, kita harus memberikan tambahan energi, misalnya dengan makan secara teratur atau mengganti baterai lampu senter.



Gambar 17.2 Angin yang menggerakkan kincir angin merupakan sumber energi terbarukan

Sebelumnya telah disebutkan bahwa makanan, matahari, listrik, dan bahan bakar minyak bumi merupakan contoh sumber energi. Berdasarkan ketersediaannya, sumber energi dibagi menjadi dua jenis, yaitu sumber energi terbarukan dan sumber energi yang tidak terbarukan. **Sumber energi terbarukan** adalah sumber energi yang tidak pernah habis. Matahari, angin, dan air merupakan contoh sumber energi terbarukan. **Sumber energi yang tidak terbarukan** adalah sumber energi yang hanya dapat digunakan sekali atau dapat habis. Contoh sumber energi tidak terbarukan antara lain kayu, batu bara, minyak, dan gas alam.



Studi Pustaka

Coba kamu cari artikel yang memuat tentang sumber energi terbarukan dan sumber energi tidak terbarukan! Tulis hasilnya di buku catatanmu, kemudian sampaikan hasilnya di depan kelas untuk didiskusikan bersama teman sekelas dan gurumu!

1. Bentuk-bentuk Energi

Energi ada berbagai macam. Makanan yang dimakan pelari pada gambar 17.1 memiliki energi kimia. Batu baterai pada percakapan di depan mempunyai energi kimia, tetapi lampu senter menyala karena adanya energi listrik. Selain energi kimia dan energi listrik masih ada banyak jenis energi lainnya, antara lain energi bunyi, energi kalor, energi cahaya, energi pegas, energi nuklir, dan energi mekanik. Berikut ini akan kita pelajari bentuk-bentuk energi tersebut.

a. Energi kimia



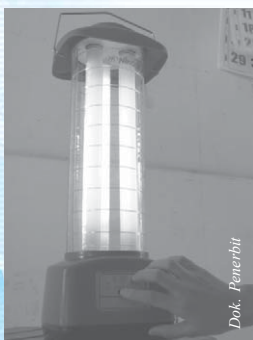
Gambar 17.3 Bahan makanan yang kita makan merupakan sumber energi kimia

Energi kimia adalah energi yang dilepaskan selama reaksi kimia. Contoh sumber energi kimia adalah bahan makanan yang kita makan. Perhatikan gambar 17.3 di samping! Bahan makanan yang kita makan mengandung unsur kimia. Dalam tubuh kita, unsur kimia yang terkandung dalam makanan mengalami reaksi kimia. Selama proses reaksi kimia, unsur-unsur yang bereaksi melepaskan sejumlah energi kimia. Energi kimia yang dilepaskan berguna

bagi tubuh kita untuk membantu kerja organ-organ tubuh, menjaga suhu tubuh, dan untuk melakukan aktivitas sehari-hari.

Contoh energi kimia lainnya adalah pada peristiwa menyala kembang api. Kembang api dibuat dari sejenis mesiu. Ketika mesiu tersebut terbakar, sejumlah gas terlepas dengan kecepatan tinggi. Akibatnya, terjadi pelepasan energi ke udara. Selain dalam bahan makanan dan kembang api, energi kimia juga tersimpan di dalam bahan bakar seperti bensin, solar, dan minyak tanah. Energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar jenis ini sangat besar sehingga dapat digunakan untuk menggerakkan mobil, pesawat terbang, dan kereta api.

b. Energi listrik



Gambar 17.4 Bohlam lampu dapat menyala karena energi listrik

Coba kamu perhatikan kembali percakapan antara Rudi dengan kakaknya! Lampu senter yang akan digunakan Rudi dapat menyala karena ada energi listrik yang mengalir pada lampu. **Energi listrik** terjadi karena adanya muatan listrik yang bergerak. Muatan listrik yang bergerak akan menimbulkan arus listrik. Energi listrik banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya sebagai penerangan, seperti pada gambar 17.4 di samping. Energi listrik juga dapat digunakan untuk menggerakkan mesin-mesin. Energi listrik yang biasa kita gunakan dalam rumah tangga berasal dari pembangkit listrik. Pembangkit listrik

tersebut menggunakan berbagai sumber energi, seperti air terjun, reaktor nuklir, angin, atau matahari. Energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik sangat besar. Untuk menghasilkan sumber energi listrik yang lebih kecil, kita dapat menggunakan aki, baterai, dan generator.

Energi Kimia

Energi Listrik

c. Energi bunyi

Bunyi dihasilkan dari benda yang bergetar. Ketika kita mendengar bunyi guntur yang sangat keras, terkadang kaca jendela rumah kita akan ikut bergetar. Hal ini disebabkan bunyi sebagai salah satu bentuk energi merambatkan energinya melalui udara. Sebenarnya ketika terjadi guntur, energi yang dimiliki guntur tidak hanya mengenai kaca rumah tetapi mengenai seluruh bagian rumah. Akan tetapi, energi yang dimiliki guntur tidak cukup besar untuk menggetarkan bagian rumah yang lainnya.

d. Energi kalor (panas)



Gambar 17.5 Menggosok-gosokkan tangan dapat menimbulkan panas (kalor)

Ketika kamu duduk di kelas VII kamu telah mempelajari kalor atau panas. Masih ingatkah kamu apa yang dimaksud dengan kalor? **Kalor** merupakan salah satu bentuk energi yang dapat mengakibatkan perubahan suhu maupun perubahan wujud zat. Energi kalor biasanya merupakan hasil sampingan dari perubahan bentuk energi lainnya. Energi kalor dapat diperoleh dari energi kimia, misalnya pembakaran bahan bakar. Energi kalor juga dapat dihasilkan dari energi kinetik benda-benda yang bergesekan. Sebagai contoh, ketika kamu menggosok-gosokkan telapak tanganmu maka kamu akan merasakan panas pada telapak tanganmu.

e. Energi cahaya

Matahari merupakan salah satu sumber energi cahaya. **Energi cahaya** dapat diperoleh dari benda-benda yang dapat memancarkan cahaya, misalnya api dan lampu. Energi cahaya biasanya disertai bentuk energi lain seperti energi kalor (panas). Bahkan dengan menggunakan sel surya, energi yang dipancarkan oleh matahari dapat diubah menjadi energi listrik.

f. Energi pegas



Gambar 17.6 Trampolin memiliki energi pegas sehingga trampolin selalu kembali ke bentuk asalnya

Semua benda yang elastis atau lentur memiliki **energi pegas**. Contoh benda elastis antara lain pegas, per, busur panah, trampolin, dan ketapel. Jika kamu menekan, menggulung, atau meregangkan sebuah benda elastis, setelah kamu melepaskan gaya yang kamu berikan maka benda tersebut akan kembali ke bentuk semula. Ketika benda tersebut kamu beri gaya maka benda memiliki energi potensial. Ketika gaya kamu lepaskan, energi potensial pada benda berubah menjadi energi kinetik.

g. Energi nuklir

Energi nuklir merupakan energi yang dihasilkan selama reaksi nuklir. Reaksi nuklir terjadi pada inti atom yang pecah atau bergabung menjadi inti atom yang lain dan partikel-partikel lain dengan melepaskan energi kalor. Reaksi nuklir terjadi di matahari, reaktor nuklir, dan bom nuklir. Energi yang ditimbulkan dalam reaksi nuklir sangat besar, oleh karena itu energi nuklir dapat digunakan sebagai pembangkit listrik.

Energi Bunyi

Energi Kalor

Energi Cahaya

Energi Pegas

Energi Nuklir



Kerja Kelompok

Kerjakan bersama kelompokmu!

Buatlah sebuah karya ilmiah yang memuat tentang pemanfaatan energi dalam kehidupan sehari-hari! Sampaikan karyamu di depan kelas! Beri kesempatan pada kelompok lain untuk menanggapi karyamu!

h. Energi mekanik

Mengapa kaki kita terasa sakit saat kejatuhan buah mangga dari atas pohon? Hal itu disebabkan buah mangga yang berada di atas pohon memiliki energi. Buah mangga yang jatuh dari pohonnya memiliki energi mekanik. Pada saat buah mangga masih berada di pohon, energi mekaniknya sama dengan energi potensialnya. Ketika buah mangga tersebut jatuh sampai di tanah, energi mekaniknya sama dengan energi kinetiknya.

Besarnya **energi mekanik** merupakan penjumlahan antara besarnya energi kinetik dengan energi potensial. Energi mekanik yang dimiliki suatu benda dapat ditulis secara matematis sebagai berikut.

$$E_m = E_k + E_p \quad \dots (17.1)$$

Keterangan:

E_m : energi mekanik (J)

E_k : energi kinetik (J)

E_p : energi potensial (J)

Berikut ini akan kita pelajari tentang energi kinetik dan energi potensial yang dimiliki suatu benda.

1) Energi kinetik

Setiap benda yang bergerak memiliki energi kinetik. Dengan demikian, **energi kinetik** adalah energi yang dimiliki suatu benda karena geraknya. Misalnya, angin yang bertiup dapat menggerakkan kincir angin. Energi yang dimiliki oleh benda yang bergerak disebut dengan energi kinetik. Untuk lebih memahami tentang energi kinetik simaklah percakapan berikut!



Energi Mekanik

Energi Kinetik

Percakapan di atas menunjukkan bahwa motor melaju lebih cepat daripada truk. Hal ini disebabkan massa motor lebih kecil dibandingkan massa truk. Akibatnya, untuk dapat melaju lebih cepat truk tersebut membutuhkan energi yang lebih besar. Jadi, semakin besar massa suatu benda maka energi kinetiknya akan semakin besar. Semakin cepat benda itu bergerak, energi kinetiknya juga semakin besar.

Besarnya energi kinetik suatu benda ditentukan oleh besar massa benda dan kecepatan geraknya. Hubungan antara massa benda (m), kecepatan (v), dan energi kinetik (E_k) dituliskan secara matematis dalam rumus berikut.

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad \dots (17.2)$$

Keterangan:

m : massa (kg)

v : kecepatan benda (m/s)

Untuk membantumu memahami penghitungan energi kinetik suatu benda, simaklah contoh soal berikut! Setelah kamu memahami contoh soal tersebut, coba kerjakan pelatihan di bawahnya!

Contoh Soal

Seorang anak yang massanya 40 kg berlari dengan kecepatan 5 m/s. Berapakah energi kinetik yang dimiliki oleh anak tersebut?

Penyelesaian:

Diketahui:

$$m = 40 \text{ kg}$$

$$v = 5 \text{ m/s}$$

Ditanyakan: $E_k = \dots ?$

Jawab:

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$E_k = 500 \text{ J}$$

Jadi, energi kinetik yang dimiliki anak tersebut adalah 500 J.



Kerja Mandiri 1

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

1. Apa yang dimaksud dengan energi kinetik?
2. Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan 72 km/jam ke arah utara. Jika energi kinetik mobil tersebut 30.000 joule, berapa massa mobil tersebut?
3. Seorang anak sedang naik sepeda ke arah barat. Jika massa anak dan sepeda tersebut 50 kg dan energi kinetiknya 625 joule, berapa kecepatan mereka?

2) Energi potensial

Energi potensial adalah energi yang dimiliki suatu benda karena kedudukannya terhadap tanah. Misalnya, pada peristiwa jatuhnya buah mangga. Ketika buah mangga terjatuh, buah mangga tersebut memiliki energi kinetik karena geraknya. Akan tetapi ketika buah mangga masih berada di pohon, buah mangga tersebut memiliki energi potensial karena kedudukannya terhadap tanah. Sedangkan, saat buah mangga menyentuh tanah, energi potensialnya nol karena kedudukannya terhadap tanah nol. Untuk lebih memahami energi potensial yang dimiliki suatu benda, lakukan kegiatan berikut!



Praktikum 1

Energi Potensial

A. Tujuan

Mengetahui pengaruh massa dan ketinggian benda terhadap perubahan bentuk tanah liat.

B. Alat dan Bahan

1. Tanah liat secukupnya
2. Bola yang bermassa sama 2 buah
3. Bola yang massanya berbeda 1 buah

C. Langkah Kerja

1. Letakkan dua bagian tanah liat di atas lantai!
2. Jatuhkan dua bola yang massanya berbeda dari ketinggian ± 1 m! (Masing-masing bola harus jatuh tepat di atas tanah liat). Amati perubahan bentuk tanah liat setelah terbentur bola!
3. Ulangi langkah 1–2 dengan dua bola yang massanya sama!
4. Jatuhkan satu bola dari ketinggian 1 m dan bola lainnya dari ketinggian 2 m! Amati perubahan tanah liat setelah terbentur bola!
5. Bandingkan 2 percobaan di atas! Diskusikan hal-hal berikut bersama kelompokmu!
 - a. Adakah pengaruh massa pada perubahan bentuk tanah liat?
 - b. Adakah pengaruh ketinggian terhadap bentuk tanah liat?
6. Buat kesimpulan dari kegiatan di atas kemudian sampaikan hasil diskusimu di depan kelas! Beri kesempatan pada kelompok lain untuk menanggapi!
7. Kembalikan peralatan yang telah kamu gunakan ke tempat semula!
8. Jangan lupa untuk membersihkan tanah liat yang telah kalian gunakan! Jagalah kebersihan lingkunganmu!

Berdasarkan percobaan di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar massa benda maka semakin besar energi potensial yang dimilikinya. Semakin tinggi letaknya, energi potensial yang dimiliki juga semakin besar. Besarnya energi potensial dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

... (17.3)

Keterangan:

g : percepatan gravitasi bumi (m/s^2) ($g = 10 m/s^2$)

h : ketinggian (m)

Agar kamu lebih memahami energi potensial, pelajilah contoh soal berikut!

Contoh Soal

Buah kelapa yang massanya 1,2 kg berada pada pohon setinggi 5 m. Jika percepatan gravitasi di tempat itu $10 m/s^2$, berapakah besar energi potensial yang dimiliki buah kelapa tersebut?

Penyelesaian:

Diketahui:

$$m = 1,2 \text{ kg}$$

$$h = 5 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanyakan: $E_p = \dots ?$

Jawab:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$E_p = 1,2 \cdot 10 \cdot 5$$

$$E_p = 60 \text{ J}$$

Jadi, energi potensial yang dimiliki kelapa tersebut sebesar 60 J.

Nah, tidak sulit, bukan? Sekarang coba kamu kerjakan soal berikut!



Kerja Mandiri 2

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

1. Apa yang dimaksud dengan energi potensial suatu benda?
2. Buah kelapa yang memiliki massa 1 kg jatuh dari atas pohon yang tingginya 4 m. Berapakah energi potensial yang dimiliki buah kelapa?
3. Sebuah bola jatuh dari ketinggian 8 m. Jika energi potensial yang dialami bola adalah 10 joule, berapa massa bola tersebut?

2. Perubahan Bentuk Energi

Sebelumnya telah disebutkan bahwa dalam baterai terdapat energi kimia dan lampu senter menyala karena adanya energi listrik. Lalu bagaimana cara lampu senter memperoleh energi listrik? Energi listrik yang digunakan untuk menyalakan lampu berasal dari baterai. Baterai mengubah energi kimia menjadi energi listrik.

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering mengatakan bahwa kita kehabisan energi setelah melakukan suatu aktivitas atau baterai senter kita telah habis. Benarkah energi dapat habis? Sebenarnya ketika kita melakukan aktivitas, energi yang tersimpan dalam tubuh kita telah berubah bentuk menjadi

energi kinetik. Energi kimia yang dimiliki oleh baterai tidak habis, tetapi energi tersebut telah berubah menjadi energi listrik.

Suatu bentuk energi dapat berubah menjadi bentuk energi yang lain. Perubahan bentuk energi yang biasa dimanfaatkan sehari-hari antara lain sebagai berikut.

a. Energi listrik menjadi energi panas

Contoh perubahan energi listrik menjadi energi panas terjadi pada mesin pemanas ruangan, kompor listrik, setrika listrik, *heater*, selimut listrik, dan solder.

b. Energi mekanik menjadi energi panas

Contoh perubahan energi mekanik menjadi energi panas adalah dua buah benda yang bergesekan. Misalnya, ketika kamu menggosok-gosokkan telapak tanganmu maka kamu akan merasa panas.

c. Energi mekanik menjadi energi bunyi

Perubahan energi mekanik menjadi energi bunyi dapat terjadi ketika kita bertepuk tangan atau ketika kita memukulkan dua buah benda keras.

d. Energi kimia menjadi energi listrik

Perubahan energi pada baterai dan aki merupakan contoh perubahan energi kimia menjadi energi listrik.

e. Energi listrik menjadi energi cahaya dan kalor

Perubahan energi listrik menjadi energi cahaya dan kalor terjadi pada berpijarnya bohlam lampu. Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa energi cahaya biasanya disertai bentuk energi lainnya, misalnya kalor. Coba dekatkan tanganmu ke bohlam lampu yang berpijar! Lama-kelamaan tanganmu akan merasa semakin panas.

f. Energi cahaya menjadi energi kimia

Perubahan energi cahaya menjadi energi kimia dapat kita amati pada proses pemotretan hingga terbentuknya foto.

Agar kamu lebih memahami peristiwa perubahan bentuk energi, lakukan kegiatan berikut!



Gambar 17.7 Setrika listrik mengubah energi listrik menjadi energi kalor



Praktikum 2

Perubahan Bentuk Energi

A. Tujuan

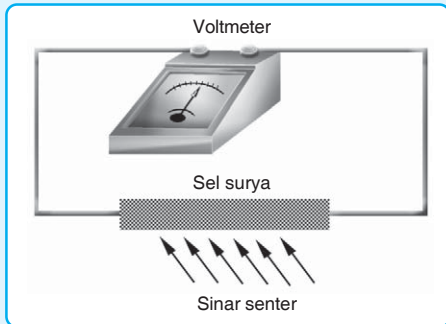
Mengamati perubahan bentuk energi.

B. Alat dan Bahan

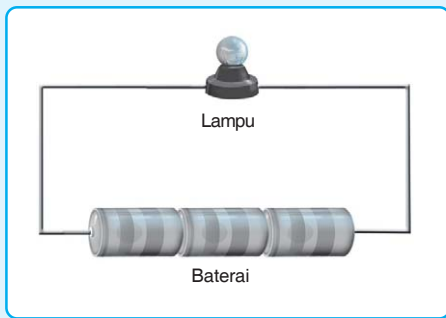
- | | |
|-----------------------|------------|
| 1. Bohlam lampu kecil | 1 buah |
| 2. Baterai | 3 buah |
| 3. Kabel | secukupnya |
| 4. Lampu senter | 1 buah |
| 5. Sel surya | 1 buah |
| 6. Voltmeter | 1 buah |
| 7. Termometer | 1 buah |

C. Langkah Kerja

1. Rangkailah alat dan bahan seperti gambar berikut!



2. Nyalakan senter ke arah sel surya! Amati apa yang terjadi!
3. Rangkailah alat dan bahan seperti pada gambar berikut!



4. Tempelkan termometer pada bohlam lampu! Amati apa yang terjadi!
5. Ulangi langkah 3 dan 4 untuk jumlah baterai dan lama pengamatan yang berbeda! Catat hasil pengamatanmu pada tabel berikut!

No.	Jumlah Baterai	Waktu	Keadaan Lampu	Suhu
1.	2 buah	3 menit		
		6 menit		
		9 menit		
2.	3 buah	3 menit		
		6 menit		
		9 menit		

6. Buatlah kesimpulan dari kegiatan di atas! Sampaikan kesimpulanmu di depan kelas untuk didiskusikan bersama! Beri kesempatan pada kelompok lain untuk menanggapi!
7. Berhati-hatilah dalam melakukan setiap percobaan! Jangan menyentuh peralatan listrik jika tangan atau anggota badanmu basah agar tidak terkena sengatan listrik! Jangan lupa untuk mengembalikan semua alat dan bahan ke tempat semula!

Berdasarkan hasil percobaan di atas, dapat kita simpulkan bahwa semakin lama kita menyinari sel surya, energi yang terkandung dalam sel surya akan semakin besar. Semakin banyak jumlah baterai yang kita gunakan, bohlam lampu akan menyala semakin terang. Semakin lama kita menyalakan bohlam lampu, energi kalor yang dihasilkan juga semakin besar. Sekarang coba kerjakan pelatihan berikut!



Kerja Berpasangan

Kerjakan bersama teman sebangkumu!

Buatlah sebuah karya ilmiah yang memuat tentang penerapan perubahan energi dalam kehidupan sehari-hari! Kumpulkan hasil karyamu kepada gurumu untuk dinilai!

3. Hukum Kekekalan Energi

Sebelumnya kita telah mempelajari perubahan bentuk energi. Pada materi perubahan bentuk energi telah disebutkan bahwa energi tidak hilang atau habis, namun mengalami perubahan menjadi bentuk energi lain. Energi juga tidak dapat dimunculkan tanpa menimbulkan perubahan bentuk energi lainnya.

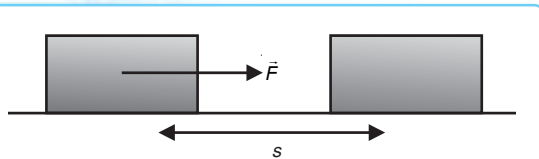
Banyaknya energi yang berubah menjadi bentuk energi lain sama dengan banyaknya energi yang berkurang sehingga total energi dalam sistem tersebut adalah tetap. Dengan demikian, dapat kita simpulkan bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, energi hanya dapat berubah bentuk menjadi bentuk energi lain. Pernyataan ini dikenal sebagai **hukum kekekalan energi**.

Hukum Kekekalan Energi

B. Usaha

Kata usaha sudah tidak asing lagi bagi kita. Apa sebenarnya usaha itu? Sering kali kita mendengar orang berkata bahwa untuk mencapai suatu tujuan tertentu maka kita harus melakukan kerja atau usaha. Dalam fisika, **usaha** didefinisikan sebagai hasil kali antara besarnya gaya yang diberikan pada benda dengan besar perpindahan benda tersebut. Usaha merupakan besaran skalar karena tidak memiliki arah dan hanya memiliki besar. Usaha dalam fisika dikatakan bernilai jika usaha yang dilakukan menghasilkan perubahan kedudukan.

Usaha



Gambar 17.8 Gaya sebesar \vec{F} dapat menggeser balok sejauh s

Ketika sebuah gaya bekerja pada suatu benda sehingga menimbulkan perpindahan benda, dikatakan bahwa gaya melakukan usaha pada benda tersebut. Perhatikan gambar 17.8 di samping! Jika gaya sebesar \vec{F} yang dapat menyebabkan balok berpindah

sejauh s terletak pada sebuah garis lurus maka besarnya usaha W dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$W = \vec{F} \cdot s \quad \dots (17.4)$$

Keterangan:

W : usaha (Nm atau J)

\vec{F} : gaya (N)

s : perpindahan (m)



Agar kamu lebih memahami penghitungan matematis dari usaha, simaklah contoh soal berikut!

Contoh Soal

Sebuah meja didorong dengan sebuah gaya sebesar 200 N dan bergeser sejauh 2,5 m. Berapakah besar usaha yang dilakukan?

Penyelesaian:

Diketahui:

$$\vec{F} = 200 \text{ N}$$

$$s = 2,5 \text{ m}$$

Ditanyakan: $W = \dots?$

Jawab:

$$W = \vec{F} \cdot s$$

$$W = 200 \cdot 2,5$$

$$W = 500 \text{ J}$$

Jadi, usaha yang dilakukan untuk memindahkan meja sebesar 500 J.

Bagaimana mudah, bukan? Sekarang, coba kamu kerjakan pelatihan berikut!



Kerja Mandiri 3

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

1. Apa yang dimaksud dengan usaha dalam fisika?
2. Untuk menggeser lemari sejauh 1,5 m, seorang anak melakukan usaha sebesar 800 J. Berapakah gaya yang diberikan anak tersebut pada lemari?
3. Berapa besar perpindahan yang dilakukan oleh gaya 300 N jika gaya tersebut melakukan usaha sebesar 1.200 J?

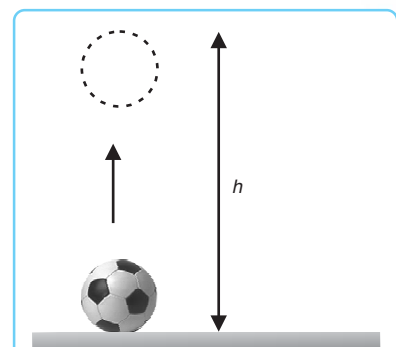
Hubungan antara Energi dengan Usaha

Sebelumnya telah disebutkan bahwa energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha. Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar 17.9 di samping!

Sebuah bola berada di atas lantai. Bola tersebut kemudian digerakkan ke atas dengan gaya \vec{F} , akibatnya bola berpindah setinggi h . Hal ini berarti kita melakukan usaha untuk memindahkan bola dari lantai sampai setinggi h . Ketika bola bergerak, bola memiliki energi kinetik. Pada saat bola berada setinggi h , bola memiliki energi potensial. Besarnya usaha yang diperlukan untuk memindahkan bola sama dengan selisih energi kinetiknya atau selisih energi potensialnya.

$$\Delta E_p = \Delta E_k = W = \vec{F} \cdot s \quad \dots (17.5)$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa besarnya usaha sama dengan besarnya perubahan energi pada benda.



Gambar 17.9 Usaha yang dilakukan oleh bola untuk berpindah setinggi h memerlukan energi

C. Daya

Daya adalah perubahan energi potensial atau energi kinetik tiap satu satuan waktu.

$$P = \frac{\Delta E_p}{t} = \frac{\Delta E_k}{t} \quad \dots (17.6)$$

Daya

Dengan demikian, daya didefinisikan sebagai usaha yang dilakukan tiap satuan waktu. Daya merupakan besaran fisika yang mempunyai satuan J/s atau watt. Secara matematis daya dapat dituliskan sebagai berikut.

$$P = \frac{W}{t} \quad \dots (17.7)$$

Keterangan:

P : daya (J/s atau watt)

t : waktu (s)

Semakin besar daya yang dimiliki oleh suatu benda, semakin besar pula kemampuan benda tersebut untuk mengubah suatu bentuk energi menjadi bentuk energi lain. Untuk dapat lebih memahami daya, coba kamu pelajari contoh soal berikut ini!

Contoh Soal

Seorang anak melakukan usaha sebesar 750 J untuk memindahkan balok selama 5 menit. Berapakah daya anak tersebut?

Penyelesaian:

Diketahui:

$$W = 750 \text{ J}$$

$$t = 5 \text{ menit} = 5 \times 60 \text{ s} = 300 \text{ s}$$

Ditanyakan: $P = \dots?$

Jawab:

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{750}{300}$$

$$P = 2,5 \text{ watt}$$

Jadi, daya yang dimiliki oleh anak tersebut adalah sebesar 2,5 watt.

Sekarang, mari kita uji pemahamanmu dengan mengerjakan pelatihan berikut!



Kerja Mandiri 4

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

1. Apa yang dimaksud dengan daya? Bagaimana rumus daya dan apa satuannya?
2. Sebuah benda memiliki daya 140 watt. Jika usaha yang dilakukan sebesar 6.400 J, berapa menitkah usaha itu dilakukan?
3. Sebuah lampu yang memiliki daya 40 watt dinyalakan selama 1,5 jam. Berapa besar usaha yang diperlukan?



Rangkuman

1. Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja atau usaha.
2. Bentuk-bentuk energi antara lain energi kimia, energi listrik, energi bunyi, energi kalor, energi cahaya, energi pegas, energi nuklir, dan energi mekanik.
Suatu bentuk energi dapat berubah menjadi bentuk energi yang lain. Misalnya:
 - a. Energi listrik menjadi energi panas, contoh: setrika listrik, kompor listrik, dan solder.
 - b. Energi mekanik menjadi energi panas, contoh: menggosokkan tangan.
 - c. Energi mekanik menjadi energi bunyi, contoh: bertepuk tangan dan memukul benda.
 - d. Energi kimia menjadi energi listrik, contoh: baterai dan aki.
 - e. Energi listrik menjadi energi cahaya dan kalor, contoh: bohlam lampu yang berpijar.
 - f. Energi cahaya menjadi energi kimia, contoh: proses pemotretan hingga menjadi foto.
3. Energi mekanik (E_m) merupakan penjumlahan antara besarnya energi kinetik dengan energi potensial. Energi mekanik dapat dirumuskan dengan:

$$E_m = E_k + E_p$$

4. Energi kinetik (E_k) adalah energi yang dimiliki suatu benda karena geraknya. Energi kinetik dituliskan secara matematis sebagai berikut.

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

5. Energi potensial (E_p) adalah energi yang dimiliki suatu benda karena kedudukannya. Energi potensial dirumuskan sebagai berikut.

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

6. Hukum kekekalan energi berbunyi: "*Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, energi hanya dapat berubah bentuk menjadi bentuk energi lain.*"
7. Usaha adalah hasil kali antara besarnya gaya yang diberikan pada benda dengan besar perpindahan benda tersebut. Besarnya usaha dapat dirumuskan:

$$W = \vec{F} \cdot s$$

8. Daya adalah usaha yang dilakukan tiap satuan waktu. Besarnya daya dapat dirumuskan:

$$P = \frac{W}{t}$$



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

- Satuan energi dalam SI adalah
 - dyne
 - joule
 - newton
 - watt
- Jika kita menyalakan kipas angin maka terjadi perubahan energi dari
 - energi listrik menjadi energi panas
 - energi listrik menjadi energi kimia
 - energi listrik menjadi energi gerak
 - energi panas menjadi energi listrik
- Energi yang tersimpan dalam makanan adalah energi
 - kimia
 - gerak
 - cahaya
 - bunyi
- Mobil balap A bergerak lebih lambat daripada mobil balap B. Jika $m_A = m_B$ maka energi kinetik mobil balap A
 - lebih kecil daripada energi kinetik mobil balap B
 - lebih besar daripada energi kinetik mobil balap B
 - sama dengan energi kinetik mobil balap B
 - berubah-ubah
- Benda A dan B bermassa sama. Jika benda A berada pada tempat yang lebih tinggi dari B maka
 - $E_p A = E_p B$
 - $E_p A < E_p B$
 - $E_p A > E_p B$
 - $E_p A = 0$
- Sebuah mobil bermassa 1 ton bergerak dengan kecepatan 20 m/s. Energi kinetik mobil adalah
 - 2.000.000 J
 - 200.000 J
 - 20.000 J
 - 2.000 J

- Sebuah bola berada pada ketinggian 2 m. Jika massa bola 0,25 kg dan percepatan gravitasi di tempat itu 10 m/s², besar energi potensial bola adalah
 - 2 J
 - 3 J
 - 4 J
 - 5 J
- Seorang anak mendorong tembok, usaha yang dilakukan anak tersebut adalah
 - tetap
 - berubah-ubah
 - 0
 - 0,5 J
- Untuk mencari besarnya usaha dapat dicari dengan persamaan
 - $W = \vec{F} - s$
 - $W = \vec{F} + s$
 - $W = \vec{F} \cdot s$
 - $W = \vec{F} \cdot 2s$
- Andi melakukan usaha untuk mengangkat karung beras sebesar 250 J dalam waktu 125 sekon. Besar daya Andi adalah
 - 1 watt
 - 1,5 watt
 - 2 watt
 - 2,5 watt

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

- Sebut dan jelaskan 3 macam bentuk energi!
- Sebutkan 3 macam sumber energi!
- Sebuah sepeda motor bergerak dengan kecepatan 36 km/jam. Jika massa sepeda motor 8 kg, berapakah besar energi kinetiknya?
- Sebuah meja berpindah sejauh 1,5 m setelah didorong dengan gaya 12 N. Berapakah besarnya usaha yang dilakukan oleh gaya tersebut?
- Seorang anak memiliki daya 7 watt melakukan usaha selama 7 sekon. Berapakah besarnya usaha yang dilakukan anak tersebut?



Gerbang



Gambar 18.1 Pembuka tutup botol merupakan pesawat sederhana yang sering kita gunakan

Perhatikan gambar di atas! Pada gambar tampak seseorang sedang membuka tutup botol. Untuk membuka tutup botol tersebut, ia menggunakan sebuah alat pembuka tutup botol. Pembuka tutup botol termasuk pesawat sederhana yang sering digunakan sehari-hari. Mengapa orang tersebut menggunakan alat untuk membuka tutup botol? Dapatkah dia dengan mudah membuka tutup botol dengan jarinya? Apakah yang dimaksud dengan pesawat sederhana? Pelajari materi berikut dengan saksama!

Kata kunci: pesawat sederhana – tuas – katrol – bidang miring – titik tumpu – kuasa – beban – lengan kuasa – lengan beban – keuntungan mekanis – roda dan poros

A. Pengertian Pesawat Sederhana

Gambar 18.1 di atas memperlihatkan seseorang yang sedang membuka tutup botol dengan menggunakan pembuka tutup botol. Pada penjelasan di atas disebutkan bahwa pembuka tutup botol termasuk pesawat sederhana. Untuk lebih memahami tentang pesawat sederhana, simaklah percakapan berikut!

Untuk melaksanakan program penghijauan, siswa SMP Citra menanam beberapa tanaman di lingkungan sekolah. Setiap kelas menyiapkan alat-alat seperti cetok dan gunting rumput. Simaklah percakapan berikut!



Dari percakapan di atas, dapat kita ketahui bahwa Nina mengalami kesulitan saat memotong rumput dengan menggunakan tangan. Namun, ketika Nina menggunakan gunting pemotong rumput, pekerjaannya menjadi lebih mudah dilakukan. Pekerjaan yang sulit dilakukan akan lebih ringan dengan menggunakan alat bantu.

Dalam kehidupan sehari-hari, manusia sering menggunakan alat bantu untuk mempermudah pekerjaan yang dilakukan. Alat-alat yang digunakan manusia untuk mempermudah dalam melakukan kerja atau usaha disebut **pesawat**. Sebuah pesawat berfungsi untuk memperbesar gaya atau usaha. Alat pembuka tutup botol, gunting rumput, komputer, dan mobil merupakan beberapa contoh pesawat. Selain digunakan untuk memperbesar gaya, manusia juga menggunakan pesawat untuk mengubah energi, memindahkan energi, memperbesar kecepatan, dan mengubah arah benda.

Pesawat ada dua macam, yaitu pesawat sederhana dan pesawat rumit. **Pesawat sederhana** merupakan peralatan yang dibuat sangat praktis dan mudah digunakan. Pembuka tutup botol, gunting, resleting, dan tang merupakan beberapa contoh pesawat sederhana. **Pesawat rumit** terdiri atas beberapa pesawat sederhana. Contoh pesawat rumit antara lain komputer, mobil, dan sepeda.



Gambar 18.2 Komputer merupakan pesawat rumit yang mempermudah pekerjaan manusia

Pesawat Sederhana

B. Jenis-jenis Pesawat Sederhana

Pesawat sederhana ada beberapa jenis. Tuas atau pengungkit, katrol, bidang miring, serta roda dan poros merupakan beberapa jenis pesawat sederhana yang sering digunakan sehari-hari. Berikut ini akan kita pelajari satu per satu.

1. Tuas atau Pengungkit

Tuas atau pengungkit merupakan pesawat sederhana yang sudah tidak asing lagi bagi kita. Tuas telah digunakan oleh manusia untuk mempermudah pekerjaannya sejak zaman prasejarah. Tuas biasa digunakan untuk mempermudah mengungkit atau memindahkan beban dengan cara memperbesar gaya yang diberikan. Tuas terdiri atas sebuah batang yang berputar pada sebuah titik tetap yang disebut **titik tumpu**. Contoh tuas yang paling sederhana adalah sebuah tongkat. Prinsip kerja tuas dapat kamu pahami dengan menyimak contoh berikut.

Perhatikan gambar 18.3 di samping! Pada gambar tampak seseorang sedang berusaha mengangkat seongkah batu besar dengan menggunakan tongkat kayu dan sebuah balok kayu. Orang tersebut meletakkan salah satu ujung tongkat kayu di bawah batu kemudian meletakkan balok kayu di bawah tongkat kayu. Tongkat kayu tersebut berfungsi sebagai pengungkit dan balok kayu berfungsi sebagai titik tumpu.

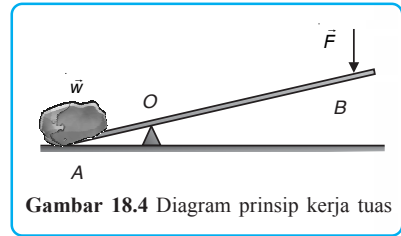
Orang tersebut kemudian menekan ujung tongkat kayu yang paling jauh dari batu. Tekanan yang diberikan akan menyebabkan tongkat kayu bergerak. Pergerakan ujung tongkat kayu yang ditekan menyebabkan pergerakan kecil pada ujung tongkat kayu yang dekat



Gambar 18.3 Tongkat kayu dapat digunakan sebagai tuas untuk mengangkat batu

dengan batu. Meskipun pergerakan yang terjadi sangat kecil, namun pergerakan ini membuat gaya tekan menjadi lebih besar. Pertambahan gaya yang terjadi akan mampu mengangkat batu.

Batu pada contoh di atas disebut **beban**, sedangkan gaya tekan yang diberikan orang tersebut disebut dengan **usaha atau kuasa**. Untuk lebih mudahnya, perhatikan gambar 18.4 di samping!



Gambar 18.4 Diagram prinsip kerja tuas

\bar{w} menyatakan beban yang akan diangkat atau dipindahkan. \bar{F} merupakan gaya yang diberikan (kuasa). Titik O adalah titik tumpu tuas. Panjang OA merupakan panjang lengan beban (l_b), sedangkan panjang OB merupakan panjang lengan kuasa (l_k). Agar kamu dapat lebih memahami konsep tentang tuas, lakukan kegiatan berikut!



Praktikum

Tuas

A. Tujuan

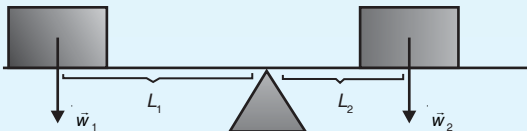
Menentukan keuntungan mekanis tuas.

B. Alat dan Bahan

1. Kayu yang panjangnya ± 100 cm 1 buah
2. Beban 1 N 2 buah
3. Balok kayu 1 buah

C. Langkah Kerja

1. Susun alat dan bahan seperti gambar berikut!



2. Letakkan beban pertama dan beban kedua masing-masing pada jarak 0,25 m dari balok! Amati apa yang terjadi!
3. Ubah jarak beban pertama dan biarkan beban kedua tetap di tempat semula! Amati apa yang terjadi!
4. Lakukan langkah 3 sebanyak empat kali! Amati apa yang terjadi dan catat hasilnya ke dalam tabel berikut!

No.	\bar{w}_1	L_1	\bar{w}_2	L_2	$\bar{w}_1 \times L_1$	$\bar{w}_2 \times L_2$
1.	1 N	0,25 m	1 N	0,25 m	0,25 Nm	0,25 Nm
2.	1 N	...	...	...
3.	1 N	...	...	...
4.	1 N	...	...	...
5.	1 N	...	...	...

5. Buatlah kesimpulan dari kegiatan di atas! Sampaikan kesimpulanmu di depan kelas untuk didiskusikan bersama kelompok lain.
6. Jangan lupa untuk mengembalikan semua peralatan ke tempat semula!

Berdasarkan percobaan di atas, diperoleh bahwa tuas berada dalam keadaan setimbang jika perkalian antara beban (\bar{w}) dengan lengan beban (l_b) sama dengan perkalian antara kuasa (\bar{F}) dengan lengan kuasa (l_k). Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$\bar{w} \times l_b = \bar{F} \times l_k \quad \dots (18.1)$$

atau

$$\frac{\bar{w}}{\bar{F}} = \frac{l_k}{l_b} \quad \dots (18.2)$$

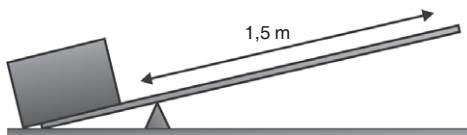
Sebuah pesawat dirancang untuk mempermudah pekerjaan manusia, oleh karena itu sebuah pesawat selalu mempunyai keuntungan. Keuntungan yang dimiliki sebuah pesawat disebut dengan keuntungan mekanis. Keuntungan mekanis adalah perbandingan antara beban yang diangkat dengan kuasa. **Keuntungan mekanis tuas** merupakan perbandingan antara lengan kuasa dengan lengan beban. Secara matematis dapat dirumuskan:

$$K_m = \frac{\bar{w}}{\bar{F}} = \frac{l_k}{l_b} \quad \dots (18.3)$$

Perhatikan contoh penghitungan keuntungan mekanis tuas berikut!

Contoh Soal

Perhatikan gambar di bawah ini!



Jika diketahui bahwa beban yang dimiliki kardus besarnya 150 N dan panjang pengungkit adalah 2 meter, tentukan besar kuasa dan keuntungan mekanis dari tuas tersebut!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$\bar{w} = 150 \text{ N}$$

$$l_b = 0,5 \text{ m}$$

$$l_k = 1,5 \text{ m}$$

Ditanyakan:

$$\bar{F} = \dots ?$$

$$K_m = \dots ?$$

Keuntungan Mekanis Tuas

Jawab:

Langkah 1:

Menentukan besar kuasa yang diperlukan untuk mengangkat beban.

$$\bar{F} = \frac{l_k}{l_b} \times \bar{w}$$

$$\bar{F} = \frac{0,5}{1,5} \times 150$$

$$\bar{F} = 50 \text{ N}$$

Langkah 2:

Menentukan keuntungan mekanis yang dimiliki tuas.

$$K_m = \frac{l_k}{l_b}$$

$$K_m = \frac{1,5}{0,5}$$

$$K_m = 3$$

Jadi, besar kuasa yang diperlukan untuk mengangkat beban adalah 50 N dan keuntungan mekanis yang diperoleh adalah 3.

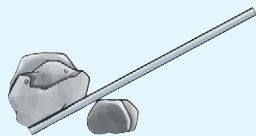
Tidak sulit, bukan? Sekarang coba kamu kerjakan pelatihan berikut!



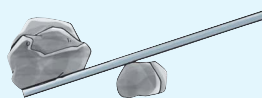
Kerja Berpasangan 1

Kerjakan bersama teman sebangkumu!

1. Sebuah tuas panjangnya 100 cm. Benda diletakkan 20 cm dari titik tumpu. Berapakah berat benda jika pada tuas bekerja gaya sebesar 40 N dan berapa pula keuntungan mekanisnya?
2. Perhatikan gambar berikut!



(a)



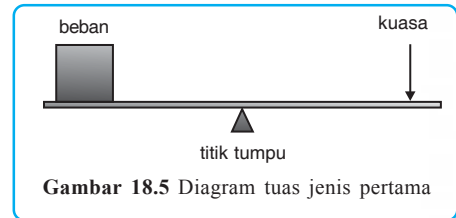
(b)

Diskusikan dengan teman sebangkumu pengungkit manakah yang lebih mudah digunakan untuk mengangkat beban? Pengungkit pada gambar a atau gambar b? Ungkapkan pula alasanmu memilih pengungkit tersebut! Sampaikan hasil diskusimu di depan kelas untuk kemudian didiskusikan bersama gurumu!

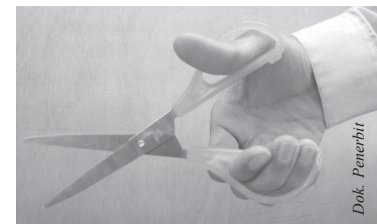
Tuas dibedakan menjadi tiga, yaitu tuas jenis pertama, tuas jenis kedua, dan tuas jenis ketiga. Ketiga jenis tuas tersebut didasarkan pada posisi sistem kerjanya.

a. Tuas jenis pertama

Tuas jenis pertama memiliki susunan seperti gambar 18.5 di samping. Posisi titik tumpu sistem kerja tuas jenis pertama berada di antara beban dan kuasa. Tuas jenis ini bekerja dengan memperbesar gaya yang diberikan. Contoh tuas jenis pertama adalah palu cakar, yaitu palu yang digunakan untuk mencabut paku. Paku yang akan dicabut merupakan beban. Titik tumpu palu cakar berada pada kepala palu dan kuasa diberikan pada gagang palu. Contoh tuas jenis pertama lainnya adalah gunting. Gunting terdiri atas dua buah tuas jenis pertama yang bekerja dalam waktu bersamaan. Bagian tengah gunting merupakan titik tumpu. Bebannya berupa benda yang akan dipotong. Beban diletakkan pada salah satu ujung gunting. Sedangkan jari-jari tangan kita merupakan kuasa dan diletakkan pada ujung yang lain. Tuas seperti ini disebut dengan tuas gabungan jenis pertama.



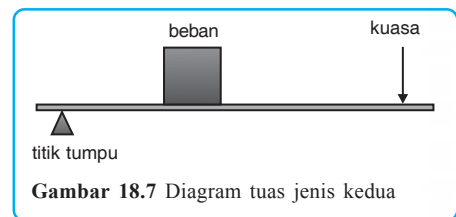
Gambar 18.5 Diagram tuas jenis pertama



Gambar 18.6 Gunting merupakan tuas jenis pertama

b. Tuas jenis kedua

Gambar 18.7 di samping menunjukkan diagram tuas jenis kedua. **Tuas jenis kedua** juga bekerja dengan cara memperbesar gaya. Beban tuas jenis kedua terletak di antara titik tumpu dan kuasa. Pembuka tutup botol merupakan contoh tuas jenis kedua. Titik tumpu pembuka tutup botol terletak pada ujung pembuka. Untuk membuka tutup botol, titik tumpu pembuka tutup botol diletakkan pada tutup botol. Dalam hal ini tutup botol merupakan beban, sedangkan tangan kita yang membuka bertindak sebagai kuasa. Contoh tuas jenis kedua adalah gerobak dorong satu roda dan pemecah kemiri. Pemecah kemiri terdiri atas dua buah tuas jenis kedua yang bekerja bersamaan. Tuas seperti pemecah kemiri disebut sebagai tuas gabungan jenis kedua.



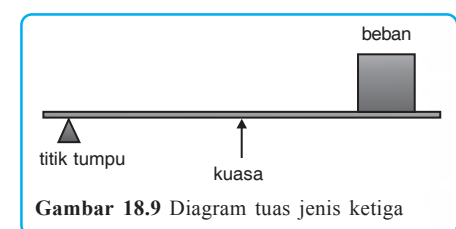
Gambar 18.7 Diagram tuas jenis kedua



Gambar 18.8 Gerobak dorong satu roda termasuk tuas jenis kedua

c. Tuas jenis ketiga

Tuas jenis ketiga mempunyai posisi kuasa yang terletak di antara titik tumpu dan beban seperti terlihat pada gambar 18.9 di samping. Tuas jenis ketiga bekerja dengan cara memperbesar gerakan. Sumpit mi merupakan contoh tuas jenis ketiga. Mi yang akan dimakan merupakan beban dan diletakkan pada ujung sumpit. Ujung yang lain merupakan titik tumpu. Sedangkan posisi tangan kita diletakkan di tengah antara beban dan titik tumpu. Contoh dari tuas jenis ketiga antara lain pinset, penjepit roti, dan staples. Ketiga contoh tersebut merupakan contoh tuas gabungan jenis ketiga.



Gambar 18.9 Diagram tuas jenis ketiga



Gambar 18.10 Staples termasuk tuas jenis ketiga



Kerja Kelompok

Kerjakan bersama kelompokmu!

Carilah pesawat sederhana yang menggunakan prinsip tuas jenis pertama, kedua, dan ketiga, masing-masing 1 buah! Uraikan bagaimana cara kerja ketiga pesawat sederhana tersebut! Sampaikan hasilnya di depan kelas untuk didiskusikan bersama kelompok lain! Beri kesempatan pada kelompok lain untuk menanggapi!

2. Katrol

Katrol merupakan pesawat sederhana berupa roda yang dikelilingi rantai atau tali. Kegunaan katrol untuk mengangkat beban atau menarik suatu benda. Jika kamu menimba air di sumur tanpa bantuan katrol maka kamu akan mengalami kesulitan saat melakukannya. Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan katrol. Katrol yang dipasang pada tali untuk menimba akan mengubah gaya tarik ke bawah menjadi gaya angkat ke atas sehingga air dapat ditimba dengan lebih mudah.

Seperti halnya tuas, katrol juga memiliki kuasa, beban, dan titik tumpu. Dengan demikian, katrol juga memiliki keuntungan mekanis. Katrol dapat dibedakan menjadi katrol tetap, katrol bergerak, dan katrol ganda.

a. Katrol tetap

Katrol tetap adalah katrol yang jika digunakan untuk melakukan usaha, tidak berpindah tempat melainkan hanya berputar pada porosnya. Perhatikan gambar 18.11 di samping! Katrol yang digunakan untuk menimba air di sumur merupakan contoh katrol tetap dalam kehidupan sehari-hari.

Keuntungan mekanis katrol tetap dapat dicari dengan membandingkan antara beban yang diangkat dengan kuasa. Jika gesekan antara tali dan katrol diabaikan maka keuntungan mekanis katrol tetap dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\vec{w} \times l_b = \vec{F} \times l_k$$

Karena $l_b = l_k$ (jari-jari katrol) maka $\vec{w} = \vec{F}$. Dengan demikian, keuntungan mekanis katrol tetap adalah 1 (satu). Artinya gaya yang dikerjakan untuk mengangkat benda sama dengan berat benda yang diangkat. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

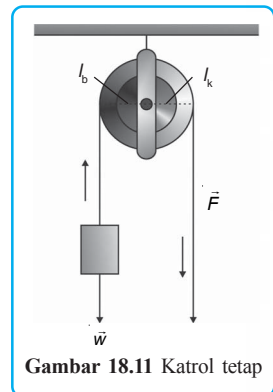
$$K_m = \frac{\vec{w}}{\vec{F}} = 1 \quad \dots (18.4)$$

Keuntungan menggunakan katrol tetap, yaitu arah kuasa searah dengan gaya berat beban.

b. Katrol bergerak

Katrol bergerak adalah katrol yang dapat bergerak bebas apabila digunakan untuk mengangkat benda. Perhatikan gambar 18.12 berikut! Pada katrol bergerak, gaya yang dikerjakan sama dengan setengah berat benda. Hal ini disebabkan pada katrol bergerak, benda yang akan diangkat

Katrol



Gambar 18.11 Katrol tetap

diikatkan pada poros katrol. Salah satu ujung katrol bergerak diikatkan pada suatu tempat tetap, sedangkan ujung yang lainnya digunakan sebagai kuasa. Keuntungan mekanis pada katrol bergerak adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \vec{w} \times l_b &= \vec{F} \times l_k \\ \vec{w} \times AB &= \vec{F} \times CA \\ \vec{w} \times AB &= \vec{F} \times 2AB \\ \frac{\vec{w}}{\vec{F}} &= 2 \end{aligned}$$

... (18.5)

Dengan demikian, keuntungan mekanis pada katrol bergerak adalah 2.

c. Katrol ganda

Katrol ganda merupakan gabungan antara katrol tetap dan katrol bergerak yang digunakan bersama-sama. Gambar 18.13 menampilkan contoh katrol berganda. Katrol berganda pada gambar 18.13 di samping terdiri atas 2 katrol tetap dan 2 katrol bergerak. Dengan menggunakan katrol berganda, keuntungan mekanisnya akan lebih besar. Keuntungan mekanis katrol dapat ditentukan dengan menghitung jumlah tali yang menghubungkan katrol bergerak atau menghitung banyaknya gaya yang bekerja melawan beban. Pada gambar 18.13 jumlah tali yang menghubungkan katrol bergerak ada 4. Dengan demikian, keuntungan mekanis katrol tersebut adalah 4. Keuntungan mekanis dari katrol berganda dirumuskan:

$$K_m = x \text{ atau } K_m = 2n$$

... (18.6)

Keterangan:

x : banyak tali

n : banyak katrol bergerak

Agar kamu lebih memahami konsep tentang katrol, simaklah contoh soal berikut!

Contoh Soal

1. Pak Rudi menimba air di sumur dengan menggunakan katrol tetap. Jika berat ember dan air 80 N, berapakah gaya tarik yang dikerjakan Pak Rudi?

Penyelesaian:

Diketahui: $\vec{w} = 80 \text{ N}$

Ditanyakan: $\vec{F} = \dots ?$

Jawab:

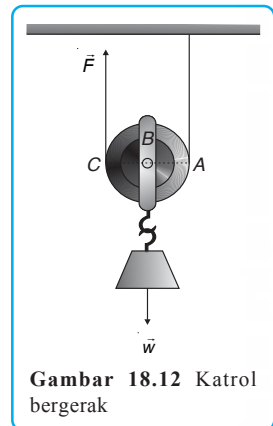
Karena keuntungan mekanik katrol tetap adalah 1 maka

$$K_m = \frac{\vec{w}}{\vec{F}}$$

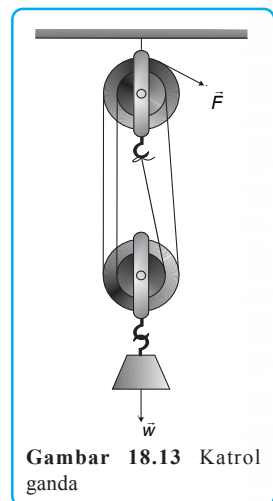
$$1 = \frac{80}{\vec{F}}$$

$$\vec{F} = 80 \text{ N}$$

Jadi, Pak Rudi mengerjakan gaya tarik sebesar 80 N.



Gambar 18.12 Katrol bergerak



Gambar 18.13 Katrol ganda

2. Sebuah benda seberat 100 N digantungkan pada katrol ganda dengan jumlah katrol yang bergerak 2 buah. Berapakah keuntungan mekanisnya?

Penyelesaian:

Diketahui:

$$\bar{w} = 100 \text{ N}$$

$$n = 2$$

Ditanyakan: $K_m = \dots?$

Jawab:

$$K_m = 2n$$

$$K_m = 2 \times 2$$

$$K_m = 4$$

Jadi, keuntungan mekanis yang dihasilkan oleh katrol ganda tersebut adalah 4.

Sekarang, coba kita uji pemahamanmu dengan mengerjakan pelatihan berikut!



Kerja Mandiri 1

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

1. Sebuah beban seberat 150 N digantungkan pada katrol tetap. Berapakah besarnya gaya yang diberikan?
2. Sebuah benda 30 N digantungkan pada sebuah katrol bergerak. Jika berat katrol 20 N, berapakah besar gaya yang harus diberikan?
3. Sebuah benda seberat 350 N digantungkan pada sebuah sistem katrol berganda. Jika jumlah katrol yang bergerak ada 3, berapa keuntungan mekanis sistem tersebut? Hitung pula besar gaya yang diperlukan untuk menarik beban sebesar 600 N!

3. Bidang Miring



Gambar 18.14 Bidang miring merupakan salah satu jenis pesawat sederhana

Memindahkan benda dari suatu tempat ke tempat yang lebih tinggi akan terasa berat jika langsung kita angkat. Dengan menggunakan bidang miring hal tersebut akan lebih mudah dilakukan. **Bidang miring** merupakan bidang datar yang diletakkan miring atau membentuk sudut terhadap lantai seperti tampak pada gambar 18.14.

Besarnya gaya yang diperlukan untuk memindahkan benda adalah:

$$\bar{F} \times s = \bar{w} \times h \quad \dots (18.7)$$

Keterangan:

s : panjang bidang miring (m)

h : tinggi bidang miring (m)

Bidang Miring

Dengan demikian, keuntungan mekanis dari bidang miring adalah sebagai berikut.

$$K_m = \frac{\bar{w}}{F} = \frac{s}{h} \quad \dots (18.8)$$

Dalam kehidupan sehari-hari, prinsip kerja bidang miring digunakan pada pembuatan jalan-jalan di bukit dan pegunungan, sekrup, resleting, dan tangga. Sekrup bekerja dengan menggunakan prinsip bidang miring. Pada sekrup terdapat silinder dan uliran yang bekerja bersamaan. Jika sekrup diputar satu kali maka kepala sekrup dan sumbu sekrup akan bergerak melingkar satu kali. Besar keuntungan mekanis dari sekrup dirumuskan sebagai berikut.

$$K_m = \frac{\text{keliling sekrup}}{\text{interval sekrup}} \quad \dots (18.9)$$

Interval sekrup merupakan jarak antaruliran.

Keuntungan menggunakan bidang miring adalah memperkecil usaha yang dilakukan dengan menambah jarak tempuh. Kelemahan dari pesawat ini adalah untuk menggunakannya diperlukan waktu yang relatif lebih lama. Untuk membantumu memahami bagaimana cara bidang miring memperkecil usaha yang dilakukan, pelajari contoh soal berikut ini! Setelah kamu benar-benar memahami konsep bidang miring, kerjakan pelatihan di bawahnya!

Contoh Soal

Sebuah balok akan dinaikkan ke dalam sebuah truk dengan menggunakan bidang miring sepanjang 2,5 m. Gaya yang dibutuhkan sebesar 400 N. Jika tinggi bidang miring 2 m, berapakah berat balok tersebut?

Penyelesaian :

Diketahui:

$$\bar{F} = 400 \text{ N}$$

$$s = 2,5 \text{ m}$$

$$h = 2 \text{ m}$$

Ditanyakan: $\bar{w} = \dots?$

Jawab:

$$\bar{F} \times s = \bar{w} \times h$$

$$400 \times 2,5 = \bar{w} \times 2$$

$$2\bar{w} = 1.000$$

$$\bar{w} = 500$$

Jadi, berat balok tersebut adalah 500 N.



Sebaiknya Tahu



Gambar 18.15 Sekrup archimedes digunakan untuk menaikkan air

Sekitar tahun 236 SM, penemu dari Yunani, yaitu Archimedes, merancang sebuah pompa putar yang disebut sekrup Archimedes. Prinsip kerja sekrup Archimedes menggunakan bidang miring. Pada zaman dahulu sekrup Archimedes banyak digunakan untuk mengangkat air dari sungai menuju lahan pertanian. Hingga saat ini sekrup Archimedes masih digunakan dalam bidang industri.



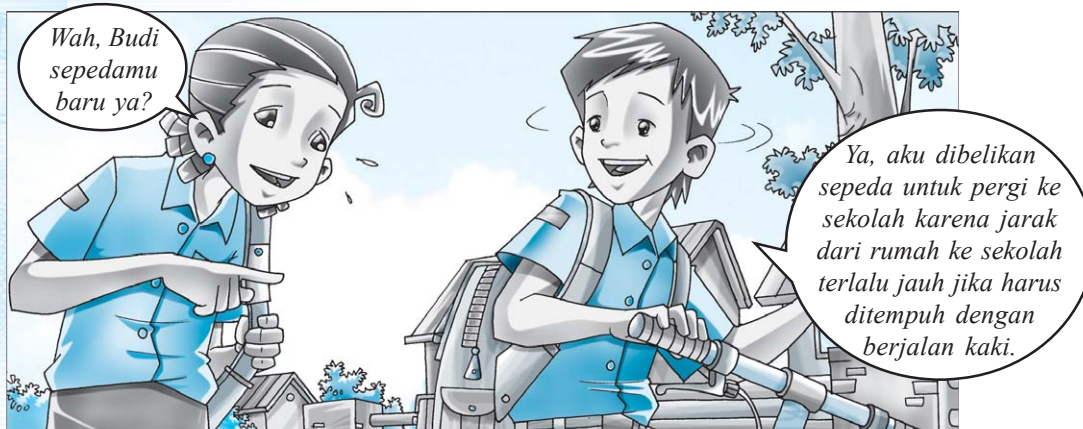
Kerja Mandiri 2

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

1. Untuk memindahkan sebuah benda ke tempat yang tingginya 1,25 m digunakan bidang miring sepanjang 1,5 m. Jika berat benda 100 N, tentukan:
 - a. gaya yang dikerjakan pada benda dan
 - b. keuntungan mekanisnya!
2. Sebuah lemari akan dinaikkan ke dalam sebuah truk dengan menggunakan bidang miring sepanjang 3 m. Jika tinggi bidang miring 1,2 m dan gaya yang dibutuhkan adalah sebesar 750 N, berapa berat lemari tersebut? Hitung pula keuntungan mekanis bidang miring tersebut!
3. Sebutkan 3 contoh penerapan bidang miring dalam kehidupan sehari-hari!

4. Roda dan Poros

Simaklah percakapan berikut!



Percakapan di atas menunjukkan bahwa Budi dibelikan sepeda oleh orang tuanya untuk berangkat ke sekolah. Letak sekolah Budi cukup jauh sehingga membutuhkan waktu yang lama dan tenaga yang besar untuk berjalan kaki. Dengan menggunakan sepeda, perjalanan Budi ke sekolah akan lebih cepat dan tidak melelahkan.

Sepeda merupakan contoh alat yang bekerja menggunakan prinsip roda dan poros. Fungsi roda dan poros adalah untuk memungkinkan manusia bergerak lebih cepat. Contoh benda yang bergerak dengan menggunakan prinsip roda dan poros antara lain motor, mobil, kursi roda, dan sepatu roda.

Roda dan poros merupakan pesawat sederhana yang terdiri atas sebuah roda berputar yang dihubungkan dengan sebuah poros yang dapat berputar bersama-sama. Roda dan poros merupakan pesawat sederhana yang berfungsi memperbesar kecepatan dan gaya. Keuntungan mekanis yang diperoleh dari roda dan poros dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

Roda dan Poros

$$K_m = \frac{\text{jari - jari roda}}{\text{jari - jari poros}}$$

... (18.10)

Kecepatan yang dihasilkan oleh sepeda diperoleh dari perbandingan antara jari-jari roda dan jari-jari poros (gir). Misalnya, pada sepeda balap. Jika gir belakang disetel pada jari-jari terkecil maka sepeda akan melaju dengan kencang. Jika gir roda belakang disetel pada jari-jari yang besar maka laju sepeda balap akan melambat. Jelas, bukan? Sekarang coba kamu kerjakan studi pustaka berikut!



Sebaiknya Tahu

Pada zaman dahulu roda kereta harus diberi minyak setiap hari. Hal ini dilakukan sampai ada penemuan poros yang mengandung minyak pada tahun 1787.



Studi Pustaka

Carilah referensi tambahan mengenai pesawat sederhana yang menggunakan prinsip roda dan poros! Catat hasilnya di buku catatanmu kemudian sampaikan hasilnya di depan kelas!



Rangkuman

1. Pesawat sederhana merupakan peralatan yang dibuat sangat praktis dan mudah digunakan.
2. Tuas terdiri atas sebuah batang yang berputar pada sebuah titik tetap yang disebut titik tumpu.
3. Tuas jenis pertama mempunyai titik tumpu yang berada di antara beban dan kuasa. Contoh: palu cakar dan gunting.
4. Tuas jenis kedua mempunyai beban yang terletak di antara titik tumpu dan kuasa. Contoh: pembuka tutup botol dan gerobak dorong satu roda.
5. Tuas jenis ketiga mempunyai posisi kuasa yang terletak di antara titik tumpu dan beban. Contoh: sumpit mi, pinset, dan staples.
6. Keuntungan mekanis tuas dirumuskan sebagai berikut.

$$K_m = \frac{\bar{w}}{\bar{F}} = \frac{l_k}{l_b}$$

5. Katrol merupakan pesawat sederhana berupa roda yang dikelilingi rantai atau tali.
6. Katrol tetap adalah katrol yang jika digunakan untuk melakukan usaha, tidak berpindah tempat melainkan hanya berputar pada porosnya. Keuntungan mekanis katrol tetap adalah sebagai berikut.

$$K_m = \frac{\bar{w}}{\bar{F}} = 1$$

7. Katrol bergerak adalah katrol yang dapat bergerak bebas apabila digunakan untuk mengangkat benda. Keuntungan mekanis katrol bergerak dirumuskan:

$$K_m = \frac{\vec{w}}{\vec{F}} = 2$$

8. Katrol ganda merupakan gabungan antara katrol tetap dan katrol bergerak yang digunakan bersama-sama. Keuntungan mekanis katrol ganda dirumuskan sebagai berikut.

$$K_m = x \text{ atau } K_m = 2n$$

9. Bidang miring merupakan bidang datar yang diletakkan miring atau membentuk sudut terhadap lantai. Keuntungan mekanis dari bidang miring dirumuskan:

$$K_m = \frac{\vec{w}}{\vec{F}} = \frac{s}{h}$$

10. Roda dan poros merupakan pesawat sederhana yang terdiri atas sebuah roda berputar yang dihubungkan dengan sebuah poros yang dapat berputar bersama-sama. Contoh benda yang menggunakan prinsip roda dan poros antara lain sepeda, motor, dan kursi roda. Keuntungan mekanis dari roda dan poros dirumuskan sebagai berikut.

$$K_m = \frac{\text{jari - jari roda}}{\text{jari - jari poros}}$$



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

- Berikut ini yang bukan merupakan fungsi pesawat sederhana adalah
 - memperkecil usaha
 - mempercepat pekerjaan
 - mempermudah melakukan kerja
 - memperbesar usaha
- Untuk mengendurkan mur diperlukan
 - obeng
 - paku
 - palu
 - bidang miring
- Alat yang menggunakan prinsip tuas jenis kedua adalah
 - pisau
 - gunting
 - roda
 - pemecah kemiri
- Berikut ini merupakan alat yang menggunakan prinsip bidang miring, **kecuali**
 - pisau
 - roda
 - tangga
 - sekrup
- Katrol yang memiliki keuntungan mekanis sama dengan 1 adalah
 - katrol rangkap
 - katrol bebas
 - katrol tetap
 - katrol bergerak
- Gir pada sepeda menggunakan prinsip
 - bidang miring
 - tuas
 - roda dan poros
 - katrol
- Dua orang anak yang mempunyai berat sama sedang bermain jungkat-jungkit. Jika jungkat-jungkit dalam keadaan setimbang maka posisi dua anak tersebut adalah
 - jarak kedua anak dari poros sama
 - kedua anak duduk di salah satu ujung papan
 - jarak kedua anak dari poros tidak sama
 - salah satu anak duduk pada poros
- Sebuah tongkat panjangnya 1,5 m digunakan sebagai pengungkit. Jika benda seberat 50 N berada pada jarak 0,5 m dari titik tumpu, besar gaya yang digunakan untuk mengangkat benda adalah
 - 5 N
 - 10 N
 - 20 N
 - 25 N
- Sebuah batu beratnya 20 N diangkat dengan menggunakan sebuah tuas. Jika gaya yang diberikan sebesar 10 N, keuntungan mekanisnya adalah
 - 2
 - 1
 - 0,5
 - 0
- Keuntungan mekanis dari katrol berganda yang memiliki tiga buah katrol bebas untuk mengangkat benda sebesar 35 N adalah
 - 7
 - 6
 - 5
 - 4

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

1. Sebutkan 4 keuntungan menggunakan pesawat sederhana!
2. Sebutkan alat yang bekerja menggunakan prinsip tuas jenis ketiga!
3. Sebutkan alat-alat yang bekerja menggunakan prinsip bidang miring!
4. Sebuah papan digunakan sebagai bidang miring. Panjang papan tersebut 1,5 m.

Jika gaya yang diberikan untuk memindahkan benda dengan ketinggian 1,2 m adalah 150 N, berapakah berat benda tersebut?

5. Sebuah katrol bergerak seberat 20 N digunakan untuk mengangkat benda seberat 80 N. Berapakah besar gaya yang diberikan untuk menarik katrol?

BAB
19

TEKANAN



Gerbang



Gambar 19.1 Kaki bebek yang berselaput mengurangi tekanan pada tanah

Perhatikan gambar di atas! Seekor bebek memiliki kaki yang berselaput. Mengapa kaki ayam dan kaki bebek saat berada di tanah becek, kaki ayam terperosok lebih dalam dibandingkan kaki bebek? Pertanyaan tersebut erat kaitannya dengan tekanan yang dihasilkan oleh masing-masing binatang. Semakin dalam kaki binatang terperosok ke dalam tanah, semakin besar tekanan pada tanah. Lalu, faktor-faktor apa saja yang memengaruhi tekanan suatu benda? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, marilah kita pelajari tentang tekanan!

Kata kunci: tekanan – tekanan hidrostatis – hukum Pascal – hukum Archimedes – barometer – manometer

A. Tekanan pada Zat Padat

Seperti kita ketahui, kaki ayam tidak memiliki selaput, sedang kaki bebek memiliki selaput. Karena kaki ayam tidak memiliki selaput maka tekanannya pada tanah becek lebih besar. Apakah yang dimaksud dengan tekanan? Untuk mengetahuinya simaklah cerita berikut!



Berdasarkan percakapan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa luas penampang memengaruhi tekanan. Semakin kecil luas penampang suatu benda, semakin besar tekanannya.



Gambar 19.2 Jejak kaki gajah lebih dalam daripada jejak kaki burung

Bagaimana dengan seekor gajah dan seekor burung yang berjalan di atas tanah becek? Kaki gajah yang memiliki luas penampang lebih besar akan terperosok lebih dalam. Hal ini terjadi karena gajah memiliki berat yang lebih besar dibanding burung. Oleh karena itu, berat suatu benda juga memengaruhi tekanan suatu benda. Berat benda merupakan sebuah gaya. Jadi, tekanan juga tergantung dari gaya yang diberikan.

Untuk lebih memahami tentang tekanan pada zat padat, lakukanlah percobaan berikut!



Praktikum 1

Tekanan pada Zat Padat

A. Tujuan

Mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi tekanan pada zat padat.

B. Alat dan Bahan

1. Kubus 2 buah dengan ukuran sama tetapi berbeda beratnya
2. Balok 1 buah
3. Kotak pasir 1 buah
4. Pasir secukupnya

C. Langkah Kerja

1. Buatlah permukaan pasir yang rata pada kotak pasir!
2. Letakkan dua kubus yang sama ukurannya, namun berbeda berat di atas pasir! Amati kedalaman masing-masing kubus di dalam pasir! Catat hasil pengamatanmu!
3. Kembalikan pasir pada kondisi rata seperti semula!
4. Letakkan balok di atas pasir dengan luas penampang yang terkecil di atas pasir! Amati kedalaman balok pada pasir! Catat hasil pengamatanmu!
5. Kembalikan pasir pada kondisi rata seperti semula!
6. Letakkan balok di atas pasir dengan luas penampang terbesar menyentuh pasir! Amati kedalaman balok di pasir! Catat hasil pengamatanmu!
7. Buat laporan dari kegiatan yang telah kalian lakukan! Buatlah kesimpulan dari kegiatan di atas! Serahkan laporan dan kesimpulan kalian kepada guru untuk dinilai!
8. Jangan lupa untuk mengembalikan alat dan bahan ke tempat semula!

Berdasarkan kegiatan di atas, kita peroleh hasil bahwa semakin besar berat suatu benda, tekanannya semakin besar. Semakin kecil luas permukaan suatu benda, tekanannya semakin besar. Dengan memerhatikan hal-hal tersebut di atas, besar tekanan yang dialami suatu benda dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$P = \frac{\vec{F}}{A}$$

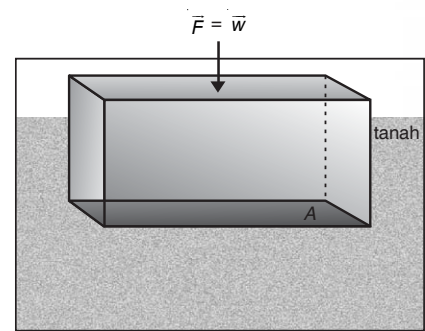
... (19.1)

Keterangan:

P : tekanan (Pascal atau N/m^2)

\vec{F} : gaya tekan (N)

A : luas permukaan (m^2)



Gambar 19.3 Gaya tekan balok sama dengan gaya berat benda

Besar gaya tekan benda pada kegiatan di atas sama dengan gaya berat benda tersebut.

$$\vec{F} = \vec{w} = m \cdot g$$

... (19.2)

Keterangan:

\vec{w} : gaya berat (N)

m : massa benda (kg)

g : percepatan gravitasi (m/s^2) ($g=10 m/s^2$)

Dengan demikian, persamaan 19.1 menjadi

$$P = \frac{\vec{F}}{A} = \frac{m \cdot g}{A}$$

... (19.3)



Rep. Frederic/ksocerssupplies

Gambar 19.4 Sol sepatu sepak bola dibuat tidak rata agar gaya tekan yang ditimbulkan semakin besar

Berdasarkan persamaan 19.3 di atas, besar tekanan pada zat padat dipengaruhi oleh luas penampang zat padat tersebut. Prinsip tekanan pada zat padat banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya pada sepatu sepak bola. Perhatikan gambar 19.4 di samping! Sol sepatu sepak bola dibuat tidak rata (berupa tonjolan-tonjolan) untuk memperbesar gaya tekan terhadap tanah. Semakin besar gaya tekan yang kita berikan pada tanah, membuat kita semakin kokoh berdiri dan berlari dengan lebih cepat, bahkan saat hujan.

Penerapan matematis rumus-rumus di atas dapat kamu pelajari pada contoh soal berikut!

Contoh Soal

Sebuah benda bermassa 2 kg berada di atas tanah. Jika luas penampang benda yang menyentuh tanah 100 cm^2 , tentukan besar tekanan benda pada tanah!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$m = 2 \text{ kg}$$

$$A = 100 \text{ cm}^2 = 100 \cdot 0,0001 \text{ m}^2 = 0,01 \text{ m}^2$$

Ditanyakan: $P = \dots ?$

Jawab:

Langkah 1:

Menentukan besar gaya tekan yang diberikan oleh benda.

$$\vec{F} = m \cdot g$$

$$\vec{F} = 2 \cdot 10$$

$$\vec{F} = 20 \text{ N}$$

Langkah 2:

Menentukan besar tekanan benda pada tanah.

$$P = \frac{\vec{F}}{A} = \frac{20}{0,01} = 2.000 \text{ Pascal} = 2 \text{ kPa} \quad (1 \text{ kPa} = 1.000 \text{ Pa})$$

Jadi, tekanan yang diberikan benda pada tanah sebesar 2 kPa (kiloPascal).

Sekarang, coba kita uji pemahamanmu mengenai tekanan pada zat padat dengan mengerjakan pelatihan berikut!



Kerja Berpasangan 1

Kerjakan bersama teman sebangkumu!

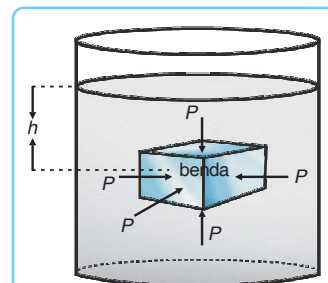
1. Jelaskan hubungan antara massa benda dan luas permukaan suatu benda terhadap tekanan benda tersebut! Berikan contohnya!
2. Sebutkan 5 contoh penerapan tekanan pada zat padat dalam kehidupan sehari-hari!
3. Sebuah kubus mempunyai panjang sisi 8 cm dan massanya 0,4 kg. Tentukan besar tekanan yang diberikan kubus terhadap lantai!
4. Sebuah balok kayu diletakkan di atas lantai. Panjang dan lebar permukaan balok yang bersentuhan dengan lantai berukuran 16 cm dan 5 cm. Jika tekanan yang ditimbulkan balok kayu terhadap lantai besarnya 2.000 Pa, berapa massa balok kayu tersebut?
5. Sebuah prisma segitiga sama sisi mempunyai panjang sisi 4 cm. Prisma tersebut diletakkan pada suatu bidang datar. Jika prisma tersebut memberikan tekanan sebesar 5 Pa, berapa gaya tekan prisma tersebut?

B. Tekanan pada Zat Cair

Cobalah kamu masukkan plastik yang telah ditiup ke dalam air! Apa yang terjadi dengan plastik tersebut? Mengapa plastik tertekan kembali ke atas? Hal ini membuktikan bahwa zat cair dapat memberikan tekanan kepada semua benda. Dengan demikian, jika terdapat zat cair dalam suatu tabung maka dinding tabung akan mendapat tekanan dari zat cair. Sifat-sifat tekanan zat cair pada dinding tabung antara lain sebagai berikut.

- Zat cair menekan ke segala arah.
- Semakin dalam letak suatu titik dari permukaan zat cair, tekanannya semakin besar.
- Tekanan zat cair tidak tergantung pada bentuk wadahnya, melainkan tergantung pada kedalaman dari permukaan zat cair.
- Tekanan zat cair bergantung pada massa jenis zat cair.

Berikut ini akan kita pelajari hal-hal yang berkaitan dengan tekanan pada zat cair.



Gambar 19.5 Benda dalam zat cair akan mendapatkan tekanan dari segala arah

1. Tekanan Hidrostatik



Gambar 19.6 Semakin dalam sebuah kapal selam menyelam maka tekanan yang diterima semakin besar

Tekanan hidrostatik adalah tekanan dalam zat cair yang disebabkan oleh berat zat cair itu sendiri. Sifat tekanan hidrostatik adalah sebagai berikut.

- Semakin dalam letak suatu titik dari permukaan zat cair, tekanannya semakin besar.
- Pada kedalaman yang sama, tekanannya juga sama.
- Tekanan zat cair ke segala arah sama besar.

Tekanan Hidrostatik

Besarnya tekanan hidrostatik zat cair dipengaruhi beberapa faktor, yaitu kedalaman, massa jenis zat cair, dan percepatan gravitasi. Persamaan tekanan hidrostatik dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$P = \rho \cdot g \cdot h \quad \dots (19.4)$$

Keterangan:

P : tekanan hidrostatik (Pascal)

ρ : massa jenis zat cair (kg/m^3)

h : kedalaman dari permukaan zat cair (m)

Untuk memahami penerapan rumus 19.4 dalam penghitungan matematis, pelajarilah contoh soal berikut!

Contoh Soal

Seorang penyelam menyelam pada kedalaman 10 m di bawah permukaan air. Jika massa jenis air 1.000 kg/m^3 dan percepatan gravitasi bumi 10 m/s^2 , tentukan tekanan hidrostatik yang dialami penyelam!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$h = 10 \text{ m}$$

$$\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanyakan: $P = \dots ?$

Jawab:

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

$$P = 1.000 \cdot 10 \cdot 10$$

$$P = 100.000 \text{ Pascal}$$

Jadi, penyelam tersebut mengalami tekanan hidrostatis sebesar 100.000 Pa atau 100 kPa.

Setelah kamu memahami contoh soal di atas, coba kerjakan pelatihan berikut!



Kerja Mandiri 1

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

1. Apakah zat cair dapat menimbulkan tekanan? Bagaimana sifat-sifat tekanan zat cair?
2. Jika seorang penyelam mengalami tekanan hidrostatis 150.000 Pa, massa jenis air 1.000 kg/m^3 , dan percepatan gravitasi bumi 10 m/s^2 , tentukan kedalaman penyelam tersebut!
3. Tentukan tekanan yang dialami dinding kapal selam yang menyelam pada kedalaman 400 m di bawah permukaan laut, jika massa jenis air laut 1.300 kg/m^3 dan percepatan gravitasi bumi 10 m/s^2 !

Besarnya tekanan hidrostatis tidak dipengaruhi oleh bentuk wadah zat cair. Hal ini dinyatakan dalam **hukum utama tekanan hidrostatis** yang berbunyi:

Tekanan hidrostatis di setiap titik pada bidang datar di dalam zat cair sejenis yang berada dalam kesetimbangan adalah sama.

Alat yang biasa digunakan untuk mengamati tekanan hidrostatis disebut *hartl*. Untuk membuktikan bahwa besar tekanan hidrostatis tidak dipengaruhi wadahnya, lakukan kegiatan berikut!

**Hukum Utama
Tekanan
Hidrostatik**



Praktikum 2

Tekanan Hidrostatis

A. Tujuan

Membuktikan hukum utama tekanan hidrostatis.

B. Alat dan Bahan

1. Kaleng 2 buah berbeda bentuk
2. Baskom air 2 buah

3. Paku 1 buah
4. Palu 1 buah
5. Mistar/penggaris 1 buah
6. *Stopwatch* 1 buah
7. Air secukupnya
8. Isolasi secukupnya

C. Langkah Kerja

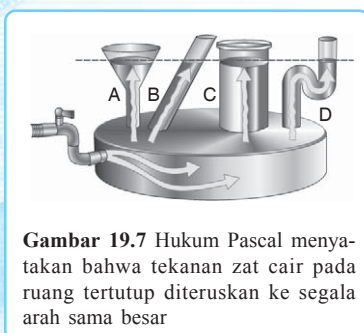
1. Lubangi bagian samping kedua kaleng pada ketinggian dan ukuran lubang yang sama!
2. Tutup lubang yang telah kamu buat dengan menggunakan isolasi!
3. Isi kedua kaleng dengan air sampai penuh!
4. Buka isolasi yang menutup lubang pada kaleng! Amati apa yang terjadi!
5. Ukur jarak siraman air yang keluar dari lubang kaleng setiap 20 sekon! Catat hasilnya pada tabel berikut!

No.	Waktu	Jarak	
		Kaleng I	Kaleng II
1.	20 s		
2.	40 s		
3.	60 s		
4.	80 s		
5.	100 s		

6. Buatlah kesimpulan tentang kegiatan di atas! Sampaikan hasil kesimpulanmu di depan kelas untuk didiskusikan bersama!
7. Kembalikan semua peralatan ke tempat semula! Bersihkan meja kerja kalian!

2. Hukum Pascal

Perhatikan gambar 19.7 di bawah ini!

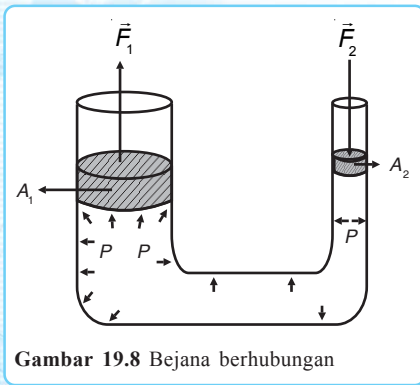


Gambar 19.7 Hukum Pascal menyatakan bahwa tekanan zat cair pada ruang tertutup diteruskan ke segala arah sama besar

Pada gambar tampak sebuah kran air yang dihubungkan dengan sebuah bejana yang memiliki berbagai bentuk. Dari pembahasan sebelumnya, telah kita ketahui bahwa besar tekanan hidrostatis tidak dipengaruhi oleh wadahnya. Dengan demikian, besar tekanan yang dialami oleh dinding bejana adalah sama, meskipun bentuk bejana berbeda-beda. Oleh karena tekanan pada masing-masing bejana sama

besar maka tinggi permukaan masing-masing bejana juga sama. Peristiwa ini diamati oleh Blaise Pascal. Pascal menyatakan bahwa:

Tekanan yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup diteruskan ke segala arah dan sama besar.



Gambar 19.8 Bejana berhubungan

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{\vec{F}_1}{A_1} = \frac{\vec{F}_2}{A_2}$$

Keterangan:

- P_1 : tekanan bejana 1 (Pa)
- P_2 : tekanan bejana 2 (Pa)
- \vec{F}_1 : gaya angkat bejana 1 (N)
- \vec{F}_2 : gaya tekan bejana 2 (N)
- A_1 : luas permukaan bejana 1 (m²)
- A_2 : luas permukaan bejana 2 (m²)

Hukum Pascal banyak diterapkan pada beberapa peralatan, di antaranya:

- a. dongkrak hidrolik,
- b. pompa hidrolik,
- c. mesin pengangkat mobil hidrolik,
- d. kempa hidrolik, dan
- e. rem piringan hidrolik.

Untuk lebih memahami penerapan prinsip hukum Pascal pada peralatan tersebut di atas, lakukan studi pustaka berikut!



Studi Pustaka

Pergilah ke perpustakaan, kemudian carilah buku atau artikel yang memuat penjelasan mengenai prinsip kerja dongkrak hidrolik! Tulis hasilnya di buku catatanmu sebagai referensi, kemudian kumpulkan kepada gurumu untuk dinilai!

Agar kamu lebih memahami penghitungan hukum Pascal, simak contoh soal berikut kemudian kerjakan pelatihan di bawahnya!

Misalnya, terdapat sebuah bejana berhubungan yang terdiri atas sebuah bejana besar dan bejana kecil seperti gambar 19.8. Jika bejana kecil diberi tekanan maka tekanan tersebut akan diteruskan merata ke seluruh bagian bejana besar. Dengan demikian, gaya yang dihasilkan akan semakin besar.

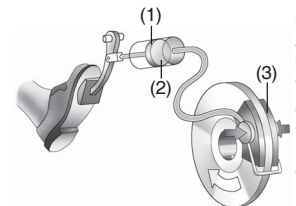
Pernyataan Pascal dikenal dengan **hukum Pascal**. Secara matematis, hukum Pascal dinyatakan sebagai berikut.

... (19.5)

Hukum Pascal



Sebaiknya Tahu



Gambar 19.9 Rem mobil memanfaatkan prinsip hukum Pascal

Peristiwa pengereman mobil melibatkan prinsip hukum Pascal. Ketika kaki pengemudi menekan pedal rem, pengemudi tersebut mendorong piston (1) yang memaksa zat cair mengalir di dalam silinder (2). Zat alir atau fluida yang ada dalam silinder akan mengalir menuruni pipa ke dua silinder lain (tanda anak panah). Silinder-silinder ini menekan bantalan rem (3) ke cakram di roda. Akibatnya terjadi gesekan antara cakram dengan roda. Gesekan ini akan memperlambat laju mobil sehingga mobil menjadi berhenti. (Dikutip seperlunya dengan perubahan dari *Energi, Gaya, dan Gerak*. Pakar Raya. 2006)

Contoh Soal

Sebuah dongkrak hidrolik memiliki penampang kecil dan besar masing-masing 10 cm^2 dan 100 cm^2 . Jika beban seberat 200 N diletakkan pada penampang besar, tentukan gaya yang diperlukan untuk menekan penampang kecil!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$A_1 = 100 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 10 \text{ cm}^2$$

$$\vec{F}_1 = 200 \text{ N}$$

Ditanyakan: $\vec{F}_2 = \dots ?$

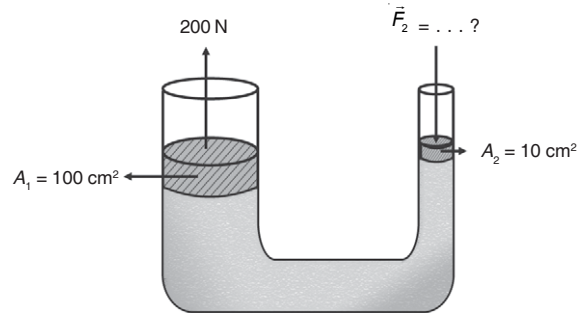
Jawab:

$$\frac{\vec{F}_1}{A_1} = \frac{\vec{F}_2}{A_2}$$

$$\frac{200}{100} = \frac{\vec{F}_2}{10}$$

$$\vec{F}_2 = 20 \text{ N}$$

Jadi, besar gaya angkat yang digunakan untuk menekan penampang kecil adalah 20 N .

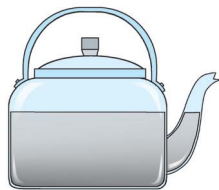


Kerja Mandiri 2

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

1. Sebut dan jelaskan bunyi hukum Pascal!
2. Sebuah mobil dengan berat 2.000 N diangkat dengan dongkrak hidrolik. Jika luas penampang kecil dan besar masing-masing 8 cm^2 dan 40 cm^2 , tentukan gaya tekan pada penampang kecil!
3. Sebuah dongkrak mempunyai perbandingan luas penampang kecil dan besar $1 : 5$. Jika pada penampang besar diberi beban 4.000 N , tentukan gaya yang harus diberikan pada penampang kecil!

3. Bejana Berhubungan



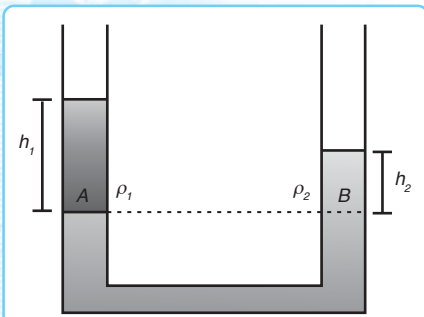
Gambar 19.10 Permukaan air dalam teko membentuk suatu bidang datar

Pernahkah kamu mengamati bentuk permukaan air dalam teko atau selang yang ditekek? Ternyata, permukaan zat cair tersebut tetap mendatar, dan tidak terpengaruh bentuk tempat zat cair itu. Teko dan selang termasuk bejana berhubungan. Hal ini kemudian dinyatakan dalam hukum yang terkenal dengan nama hukum bejana berhubungan. **Hukum bejana berhubungan** berbunyi:

Bila bejana-bejana berhubungan diisi dengan zat cair yang sama dan berada dalam keadaan setimbang maka permukaan zat cair dalam bejana-bejana terletak pada sebuah bidang datar.

Hukum Bejana Berhubungan





Gambar 19.11 Bejana berhubungan yang diisi dengan zat cair yang massa jenisnya berbeda

$$\begin{aligned}
 P_A &= P_B \\
 \rho_1 \cdot g \cdot h_1 &= \rho_2 \cdot g \cdot h_2 \\
 \rho_1 \cdot h_1 &= \rho_2 \cdot h_2
 \end{aligned}$$

... (19.6)

Keterangan:

- ρ_1 : massa jenis zat cair 1 (kg/m^3)
- ρ_2 : massa jenis zat cair 2 (kg/m^3)
- h_1 : ketinggian zat cair 1 (m)
- h_2 : ketinggian zat cair 2 (m)

Berdasarkan peristiwa di atas, tampak bahwa tinggi permukaan zat cair tidak sejenis tidak sama. Dengan demikian, prinsip bejana berhubungan tidak berlaku. Beberapa hal yang menyebabkan prinsip bejana berhubungan tidak berlaku antara lain sebagai berikut.

- a. Bejana diisi oleh zat cair yang memiliki massa jenis berbeda.
- b. Bejana dalam keadaan tertutup, baik salah satu bejana maupun keduanya.
- c. Adanya unsur pipa kapiler pada bejana, yaitu pipa kecil yang memungkinkan air menaiki sisi bejana.

Peristiwa bejana berhubungan banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari di antaranya:

- a. air dalam teko,
- b. alat pengukur kedataran suatu permukaan (*water pass*), dan
- c. penyaluran air melalui selang pada tempat dengan ketinggian yang sama.

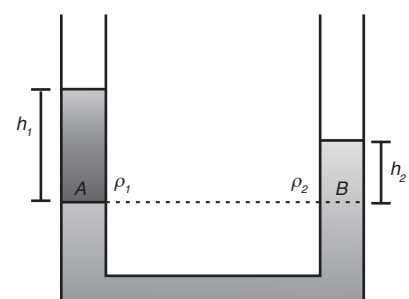
Contoh Soal

Tentukan tinggi zat cair 1 yang mempunyai massa jenis 800 kg/m^3 , jika tinggi zat cair 2 (h_2) adalah 2 cm dan massa jenis zat cair 2 adalah 1.000 kg/m^3 !

Penyelesaian:

Diketahui:

- $\rho_1 = 800 \text{ kg/m}^3$
- $\rho_2 = 1.000 \text{ kg/m}^3$
- $h_2 = 2 \text{ cm}$



Ditanyakan: $h_1 = \dots?$

Jawab:

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2$$

$$800 \cdot h_1 = 1.000 \cdot 2$$

$$h_1 = 2,5 \text{ cm}$$

Jadi, tinggi zat cair 1 adalah 2,5 cm.



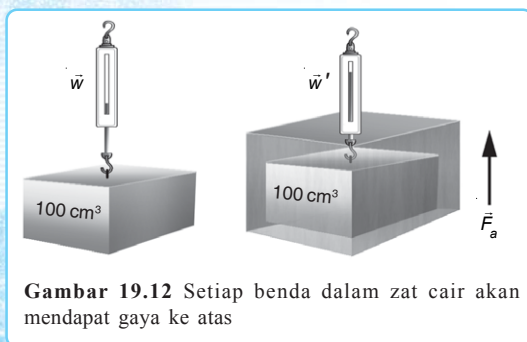
Kerja Mandiri 3

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

1. Jelaskan bunyi hukum bejana berhubungan!
2. Jelaskan hal-hal yang menyebabkan hukum bejana berhubungan tidak berlaku!
3. Tentukan tinggi zat cair 1 yang mempunyai massa jenis 700 kg/m^3 , jika tinggi zat cair 2 (h_2) adalah 4 cm dan massa jenis zat cair 2 adalah 1.000 kg/m^3 !

4. Hukum Archimedes

Apa yang terjadi jika sebatang kayu kalian lemparkan ke air? Apa yang akan terjadi jika sebuah batu kerikil kalian lempar ke dalam air? Ternyata kayu yang memiliki berat lebih besar dibanding kerikil akan terapung di air, sedangkan batu kerikil yang memiliki berat lebih kecil dibanding kayu justru tenggelam dalam air. Mengapa hal ini dapat terjadi?



Gambar 19.12 Setiap benda dalam zat cair akan mendapat gaya ke atas

Pertanyaan itu telah diselidiki oleh Archimedes. Perhatikan gambar 19.12 di samping! Berdasarkan hasil penelitiannya, Archimedes menyatakan bahwa jika sebuah benda di udara memiliki berat \vec{w} maka ketika benda tersebut berada di air, ia akan mendapat gaya ke atas sebesar \vec{F}_a . Dengan demikian, berat benda di air adalah sebagai berikut.

$$\vec{w}' = \vec{w} - \vec{F}_a \quad \dots (19.7)$$

- Keterangan:**
- \vec{w}' : berat semu dalam air (N)
 - \vec{w} : berat di udara (N)
 - \vec{F}_a : gaya Archimedes (N)

Gaya ke atas yang dialami benda ketika berada di air disebut gaya Archimedes. Adapun besar gaya Archimedes dirumuskan sebagai berikut.

Gaya Archimedes

$$\vec{F}_a = \rho \cdot g \cdot V$$

... (19.8)

Keterangan:

ρ : massa jenis zat cair yang didesak benda (kg/m^3)

g : percepatan gravitasi (10 m/s^2)

V : volume zat cair yang didesak benda (m^3)

Dengan menggunakan konsep gaya Archimedes, kedudukan suatu benda dalam zat alir dibedakan menjadi 3, yaitu mengapung, melayang, dan tenggelam.

a. Mengapung

Suatu benda dikatakan **mengapung** jika besar gaya ke atas atau gaya Archimedesnya lebih besar dibanding gaya ke bawahnya (gaya beratnya). Secara matematis dapat dinyatakan:

$$\vec{F}_a > \vec{w}$$

... (19.9)

b. Melayang

Suatu benda dikatakan **melayang** atau terbang jika besar gaya ke atas (gaya Archimedes) sama dengan gaya ke bawah (gaya berat) benda tersebut. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\vec{F}_a = \vec{w}$$

... (19.10)

c. Tenggelam

Suatu benda dikatakan **tenggelam** jika besar gaya ke atas (gaya Archimedes) lebih kecil daripada gaya ke bawahnya (gaya beratnya). Secara matematis dirumuskan sebagai berikut.

$$\vec{F}_a < \vec{w}$$

... (19.11)

Konsep gaya Archimedes berlaku untuk semua zat yang dapat mengalir (zat alir atau fluida). Dengan demikian, konsep gaya Archimedes juga berlaku di udara. Dengan memerhatikan hukum Archimedes maka tidaklah mengherankan jika balon udara dapat melayang di udara dan kapal selam dapat menyelam dalam air. Selain balon udara dan kapal selam, masih banyak peralatan lain yang menggunakan prinsip gaya Archimedes, antara lain:

- 1) jembatan ponton,
- 2) kapal,
- 3) pesawat terbang,
- 4) tank amfibi,
- 5) pesawat amfibi, dan
- 6) hidrometer.

Agar kamu lebih memahami gaya Archimedes, pelajirlah contoh soal berikut dengan saksama!

Mengapung

Melayang

Tenggelam



Gambar 19.13 Balon udara dapat melayang di udara menggunakan prinsip gaya Archimedes

Contoh Soal

1. Sebuah balok bermassa 2 kg di udara. Jika volume balok 2.000 cm³, tentukan berat balok dalam air yang mempunyai massa jenis 1.000 kg/m³!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$m = 2 \text{ kg}$$

$$V = 2.000 \text{ cm}^3 = 0,002 \text{ m}^3$$

$$\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$$

Ditanyakan: $\vec{w}' = \dots ?$

Jawab:

$$\vec{w}' = \vec{w} - \vec{F}_a$$

$$\vec{w}' = m \cdot g - \rho \cdot g \cdot V$$

$$\vec{w}' = 2 \cdot 10 - 1.000 \cdot 10 \cdot 0,002$$

$$\vec{w}' = 10 \text{ N}$$

Jadi, berat balok tersebut dalam air adalah 10 N.

2. Sebuah kapal selam berbobot 220.000 kg melayang dalam air laut dengan massa jenis 1.100 kg/m³. Tentukan volume kapal selam tersebut!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$m = 220.000 \text{ kg}$$

$$\rho_{\text{air laut}} = 1.100 \text{ kg/m}^3$$

Ditanyakan: $V_{\text{kapal}} = \dots ?$

Jawab:

Kapal selam melayang, berarti beratnya sama dengan gaya Archimedes sehingga

$$\vec{w} = \vec{F}_a$$

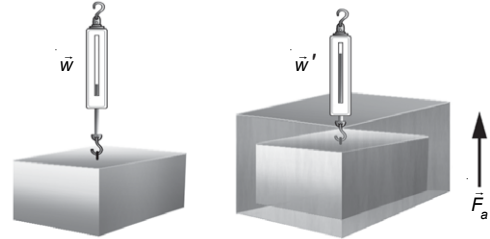
$$m \cdot g = \rho \cdot g \cdot V$$

$$m_{\text{kapal}} = \rho_{\text{air laut}} \cdot V_{\text{kapal}}$$

$$220.000 = 1.100 \cdot V_{\text{kapal}}$$

$$V_{\text{kapal}} = 200 \text{ m}^3$$

Jadi, kapal selam tersebut memiliki volume 200 m³.



Tidak sulit, bukan? Sekarang coba kerjakan pelatihan berikut bersama kelompokmu!



Kerja Kelompok 1

Kerjakan bersama kelompokmu!

1. Suatu balok mempunyai volume 200 cm³. Jika di udara berat balok 20 N, tentukan berat benda di air yang mempunyai massa jenis 1 gr/cm³!

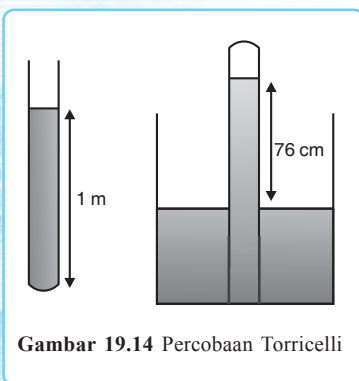
2. Sebuah kubus bersisi 20 cm. Jika kubus terapung di atas permukaan air dan $\frac{1}{2}$ bagian kubus tercelup di dalam air, tentukan massa jenis kubus ($\rho_{\text{air}} = 1.000 \text{ kg/m}^3$)!
3. Jelaskan prinsip kerja peralatan di bawah ini!
 - a. Jembatan ponton.
 - b. Kapal.
 - c. Pesawat terbang.
 - d. Tank amfibi.
 - e. Pesawat amfibi.
 - f. Hidrometer.

C. Tekanan pada Gas (Tekanan Udara)

Apa yang akan terjadi jika bumi tidak memiliki atmosfer? Tentu saja kita tidak dapat bernapas karena tidak ada udara di atmosfer. Udara yang ada di atmosfer memiliki tekanan. Tekanan udara muncul sebagai akibat berat partikel udara yang tertarik gaya gravitasi bumi. Jika gaya tarik terhadap partikel ini hilang maka partikel udara akan terbang ke luar angkasa dan bumi tak memiliki atmosfer. Tanpa atmosfer tidak akan ada kehidupan di bumi. Berikut ini akan kita pelajari tekanan dalam gas/udara.

1. Mengukur Tekanan Udara

Tekanan udara pertama kali diselidiki oleh Evangelista Torricelli pada tahun 1643. Torricelli melakukan pengukuran tekanan udara menggunakan tabung sepanjang 1 meter yang diisi dengan air raksa. Setelah tabung diisi penuh air raksa, tabung tersebut kemudian dibalik dan dimasukkan dalam bejana yang berisi air raksa.



Gambar 19.14 Percobaan Torricelli

Setelah tabung tersebut dibalik, air raksa dalam tabung turun. Tinggi air raksa setelah dibalik adalah 76 cm dari permukaan air raksa dalam bejana.

Tinggi air raksa dalam tabung Torricelli digunakan sebagai acuan tekanan atmosfer atau tekanan udara luar. Sedang ruang hampa di atas air raksa dalam tabung dikenal dengan nama ruang hampa Torricelli.

Dengan demikian, dapat dinyatakan bahwa: $76 \text{ cmHg} = 1 \text{ atmosfer} = 100.000 \text{ Pascal}$.

Angka 76 cm tersebut diperoleh jika percobaan dilakukan di tepi pantai dan bukan di pegunungan.

2. Tekanan Udara dan Ketinggian Tempat

Tekanan udara yang ada di atmosfer berbeda-beda. Semakin tinggi suatu tempat dari permukaan laut, tekanan udara di tempat tersebut akan semakin berkurang. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya jumlah partikel udara karena

sebagian besar partikel udara berada di dekat permukaan bumi (laut) akibat gaya tarik bumi.

Menurut penelitian para ahli, setiap kenaikan 10 m dari permukaan laut tekanan udara rata-rata turun 1 mmHg. Penurunan ini hanya berlaku sampai ketinggian 1.000 m. Dengan demikian, karena 76 cmHg senilai dengan 760 mmHg maka ketinggian suatu tempat dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$h = (760 - x) \cdot 10 \quad \dots (19.12)$$

Keterangan:

h : ketinggian suatu tempat (m)

x : tekanan tempat tersebut (mmHg)

Untuk membantumu memahami pengaruh ketinggian terhadap tekanan udara. Mari kita pelajari contoh soal berikut! Setelah kamu memahaminya, coba kerjakan pelatihan di bawahnya!

Contoh Soal

Suatu tempat memiliki ketinggian 500 m dari permukaan laut. Tentukan tekanan udara pada tempat tersebut!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$h = 500 \text{ m}$$

Ditanyakan: $x = \dots ?$

Jawab:

$$h = (760 - x) \cdot 10$$

$$500 = (760 - x) \cdot 10$$

$$50 = (760 - x)$$

$$x = 760 - 50$$

$$x = 710 \text{ mmHg} = 71 \text{ cmHg}$$

Jadi, tekanan udara di tempat yang ketinggiannya 500 m dari permukaan laut adalah 71 cmHg.



Kerja Mandiri 4

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

1. Jelaskan sifat tekanan udara!
2. Tentukan ketinggian suatu tempat yang mempunyai tekanan udara 70 cmHg!
3. Tentukan tekanan udara suatu tempat yang mempunyai ketinggian 800 m dari permukaan air laut!

Alat yang digunakan untuk mengukur tekanan udara adalah **barometer**. Terdapat beberapa jenis barometer, yaitu:

a. Barometer air raksa

Barometer yang digunakan oleh Torricelli termasuk barometer air raksa. Pada barometer air raksa terdapat skala yang menunjukkan tekanan udara dalam cmHg.

b. Barometer air

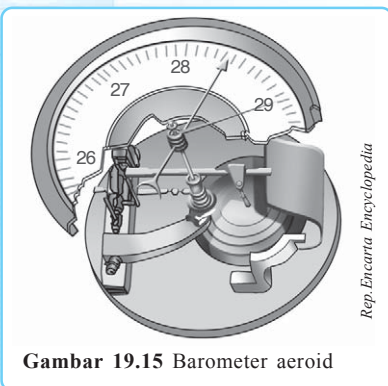
Barometer air pertama kali dibuat oleh Otto Von Genricke. Prinsip kerja barometer ini sama dengan barometer air raksa, perbedaannya terletak pada zat cair pengisi barometer, yaitu air. Oleh karena massa jenis air lebih ringan dibanding air raksa maka panjang tabung barometer air lebih panjang dibandingkan tabung barometer air raksa. Massa jenis air adalah 1.000 kg/m^3 sehingga tinggi tabung yang diperlukan untuk mengukur tekanan udara sebesar $1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 100.000 \text{ Pascal}$ adalah:

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

$$100.000 = 1.000 \cdot 10 \cdot h$$

$$h = 10 \text{ m}$$

c. Barometer aeroid (logam)



Gambar 19.15 Barometer aeroid

Barometer aeroid terbuat dari logam. Barometer aeroid berukuran kecil sehingga mudah dibawa atau dipindahkan. Perhatikan gambar 19.15 di samping! Barometer aeroid terdiri atas sebuah kotak logam yang berisi udara dengan tekanan udara yang sangat rendah. Permukaan barometer dibuat bergelombang. Jarum penunjuk, pegas, serta angka-angka pada skala barometer berbentuk lingkaran. Barometer ini biasanya digunakan oleh para penerbang dan pendaki gunung.

Dalam kehidupan sehari-hari, tekanan udara dapat dimanfaatkan dalam berbagai kegiatan, di antaranya sebagai berikut.

- 1) Penggunaan alat penyedot minuman.
Alat ini bekerja karena tekanan udara dalam mulut lebih rendah dibanding tekanan udara luar yang menekan minuman, akibatnya minuman dapat naik ke mulut.
- 2) Pembuatan lubang pada kaleng susu kental dibuat lebih dari satu.
Hal ini bertujuan agar saat mengeluarkan susu kental dari kaleng, udara luar akan ikut mendesak susu kental sehingga susu mudah dikeluarkan.
- 3) Pengisap udara dari karet.
Pengisap udara dari karet umumnya digunakan untuk menggantungkan sikat gigi, sabun, pakaian, dan boneka.
- 4) Kompresor.
Kompresor dapat digunakan untuk memompa ban karena tekanan udara dalam kompresor lebih besar daripada tekanan udara dalam ban.

Tidak sulit, bukan? Sekarang, coba kamu kerjakan pelatihan berikut bersama kelompokmu!



Kerja Kelompok 2

Kerjakan bersama kelompokmu!

Perhatikan gambar di samping! Pada gambar tampak sebuah kapal *hovercraft*. Diskusikan dengan kelompokmu tentang pemanfaatan tekanan udara pada *hovercraft*!

Buatlah laporan hasil diskusi kalian, kemudian kumpulkan kepada guru!



3. Tekanan Udara dalam Ruang Tertutup



Gambar 19.16 Udara dalam balon menekan ke segala arah

Udara ternyata memberikan tekanan pada ruang tertutup. Perhatikan gambar 19.16 di samping! Ketika kamu meniup balon maka pada balon terasa adanya tekanan yang menekan tangan kalian. Untuk mengukur tekanan gas dalam ruang tertutup digunakan **manometer**. Ada dua jenis manometer, yaitu manometer zat cair dan manometer logam.

Manometer

a. Manometer zat cair

Manometer zat cair merupakan manometer jenis terbuka. Pada manometer zat cair terdapat pipa U yang memiliki satu tabung terbuka dan satu tabung tertutup. Cairan dalam tabung dapat berupa air raksa, alkohol, ataupun air.

Prinsip pengukuran tekanan udara dalam tabung manometer adalah dengan mengukur selisih ketinggian fluida dalam pipa. Jika tekanan gas dalam tabung lebih besar dari tekanan udara luar maka tinggi permukaan zat cair dalam tabung terbuka lebih tinggi daripada tinggi permukaan zat cair dalam tabung yang tertutup. Besar tekanan dalam tabung manometer dirumuskan:

$$P_{\text{gas}} = P_{\text{luar}} + h \quad \dots (19.13)$$

Jika tekanan udara dalam tabung tertutup lebih kecil dibanding tekanan udara luar maka tinggi permukaan zat cair dalam tabung terbuka lebih rendah dibandingkan dengan tinggi permukaan zat cair dalam tabung tertutup. Tekanan udara dalam tabung tersebut dinyatakan:

$$P_{\text{gas}} = P_{\text{luar}} - h \quad \dots (19.14)$$

Umumnya cairan yang digunakan pada manometer zat cair adalah air raksa sehingga satuan h adalah cm, mengingat tekanan udara luar diasumsikan 76 cmHg.

b. Manometer logam



Untuk tekanan udara yang tinggi, seperti pengukuran tekanan udara dalam ban mobil, tekanan gas, dan tekanan tungku pemanas digunakan manometer logam. Manometer ini digunakan karena tekanan udara yang diukur sangat besar sehingga tidak mungkin menggunakan manometer zat cair. Manometer logam ada beberapa macam, antara lain:

- 1) manometer Bourdon,
- 2) manometer Schaffer dan Boudenberg, dan
- 3) manometer pegas.

4. Hukum Boyle

Robert Boyle, seorang fisikawan asal Inggris, sekitar abad-17, meneliti hubungan antara tekanan dan volume untuk gas dalam ruang tertutup pada suhu tetap. Berdasar percobaannya, Boyle mendapat dua kesimpulan, yaitu:

- a. Jika tekanan diperbesar, volume udara semakin kecil, tetapi hasil kali tekanan dengan volume harganya selalu konstan.
- b. Jika tekanan dinaikkan dua kali tekanan semula maka volume gas menjadi setengah volume mula-mula. Jika volume menjadi sepertiga volume mula-mula maka tekanannya naik tiga kali lipat.

Berdasar kesimpulan tersebut, Boyle menyampaikan pernyataan yang dikenal dengan nama **hukum Boyle**, yaitu:

Pada suhu tetap, tekanan gas di dalam ruang tertutup berbanding terbalik dengan volumenya.

Secara matematis, hukum Boyle dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$P \cdot V = \text{konstan}$$
$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \quad \dots (19.15)$$

Keterangan:

P : tekanan (Pa)

V : volume (m^3)

Beberapa alat yang bekerja menggunakan prinsip hukum Boyle adalah:

- a. pompa air,
- b. pompa udara, dan
- c. pompa sepeda.

Sekarang, coba kamu kerjakan pelatihan berikut!

Hukum Boyle



Kerja Berpasangan 2

Kerjakan bersama teman sebangkumu!

1. Jelaskan bagaimana sifat tekanan gas di ruang tertutup! Sebutkan 3 contohnya!
2. Alat apa yang digunakan untuk mengukur tekanan gas di ruang tertutup? Bagaimana prinsip kerja alat tersebut?
3. Jelaskan mengenai hukum Boyle!



Rangkuman

1. Tekanan pada zat padat dirumuskan:

$$P = \frac{\vec{F}}{A}$$

2. Tekanan hidrostatis adalah tekanan dalam zat cair yang disebabkan oleh berat zat cair itu sendiri. Tekanan hidrostatis dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

3. Hukum utama tekanan hidrostatis: "*Tekanan yang dilakukan oleh zat cair yang sejenis pada kedalaman yang sama adalah sama besar*", yang dapat dirumuskan:

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2$$

4. Hukum Pascal berbunyi: "*Tekanan yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup diteruskan ke segala arah dan sama besar*." Hukum Pascal dirumuskan sebagai berikut.

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{\vec{F}_1}{A_1} = \frac{\vec{F}_2}{A_2}$$

5. Hukum bejana berhubungan berbunyi: "*Bila bejana-bejana berhubungan diisi dengan zat cair yang sama dan berada dalam keadaan setimbang maka permukaan zat cair dalam bejana-bejana terletak pada sebuah bidang datar*." Dari hukum bejana berhubungan diperoleh persamaan:

$$P_A = P_B$$

$$\rho_1 \cdot g \cdot h_1 = \rho_2 \cdot g \cdot h_2$$

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2$$

6. Hukum Archimedes berbunyi: "Suatu benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam zat cair akan mengalami gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut." Hukum Archimedes dirumuskan sebagai berikut.

$$\vec{F}_a = \rho \cdot g \cdot V$$

7. Suatu benda dikatakan mengapung jika besar gaya ke atas atau gaya Archimedes lebih besar dibanding gaya ke bawahnya (gaya beratnya). Secara matematis dapat dinyatakan:

$$\vec{F}_a > \vec{w}$$

8. Suatu benda dikatakan melayang atau terbang jika besar gaya ke atas (gaya Archimedes) sama dengan gaya ke bawah (gaya berat) benda tersebut. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\vec{F}_a = \vec{w}$$

9. Suatu benda dikatakan tenggelam jika besar gaya ke atas (gaya Archimedes) lebih kecil daripada gaya ke bawahnya (gaya beratnya). Secara matematis dirumuskan sebagai berikut.

$$\vec{F}_a < \vec{w}$$

10. Ketinggian suatu tempat diukur dari permukaan laut dirumuskan:

$$h = (760 - x) \cdot 10 \text{ m}$$

11. Barometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan udara.
12. Manometer digunakan untuk mengukur tekanan gas dalam ruang tertutup.
13. Hukum Boyle menyatakan : "Pada suhu tetap, tekanan gas di dalam ruang tertutup berbanding terbalik dengan volumenya." Hukum Boyle dirumuskan:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

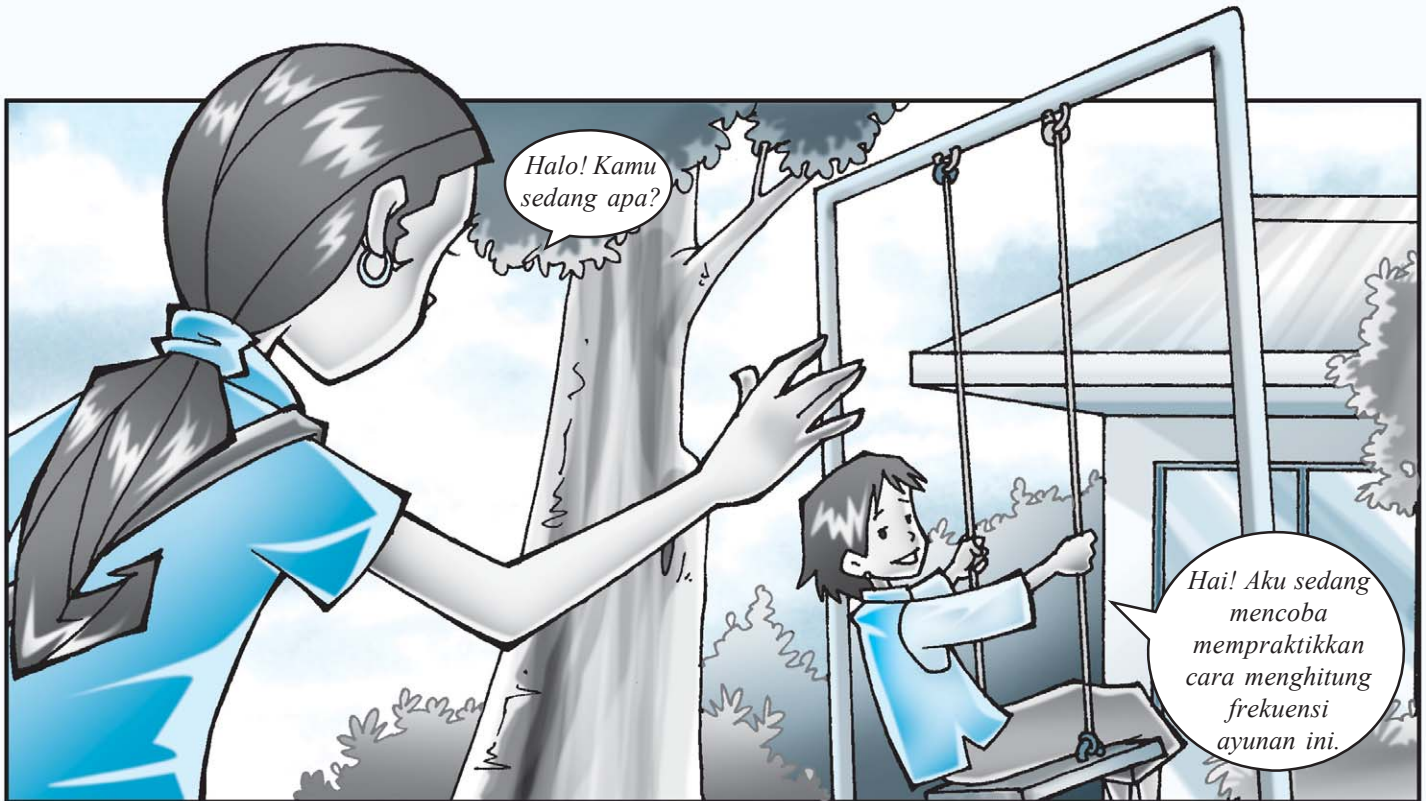
- Besarnya gaya yang bekerja pada suatu benda tiap satu satuan luas disebut
 - gaya tekan
 - tekanan
 - tekanan atmosfer
 - tekanan hidrostatis
- Besarnya tekanan hidrostatis bergantung pada:
 - ketinggian zat cair
 - massa jenis zat cair
 - luas permukaan zat cair
 - gaya gravitasi bumiPernyataan yang benar adalah
 - (1), (3), dan (4)
 - (2), (3), dan (4)
 - (1), (2), dan (3)
 - (1), (2), dan (4)
- Alat ukur tekanan udara dalam tabung tertutup adalah
 - barometer
 - hidrometer
 - manometer
 - fluviometer
- Alat-alat berikut bekerja berdasar hukum Pascal.
 - kempa hidraulis
 - rem hidraulis
 - dongkrak hidraulis
 - kapal hidraulisPernyataan yang benar adalah
 - (1), (2), dan (3)
 - (1) dan (3)
 - semua benar
 - (4) saja
- Tekanan udara di lereng gunung dengan ketinggian 400 meter adalah
 - 76 cmHg
 - 74 cmHg
 - 72 cmHg
 - 70 cmHg
- Sebuah mesin pengangkat mobil mempunyai luas penampang kecil dan besar seluas 8 cm^2 dan 20 cm^2 . Jika gaya tekan di penampang kecil 20 N maka gaya angkat di penampang besar adalah
 - 8 N
 - 20 N
 - 40 N
 - 50 N
- Sebuah pipa U diisi air dengan massa jenis 1.000 kg/m^3 . Jika di sisi kanan diberi

minyak dengan massa jenis 800 kg/m^3 setinggi 8 cm maka tinggi air di sisi kiri relatif terhadap permukaan atas air pada sisi sebelah kanan setinggi

- 3,4 cm
 - 6,4 cm
 - 8 cm
 - 10 cm
- Tekanan hidrostatis yang dialami penyelam yang menyelam pada kedalaman 4 m di bawah permukaan air yang mempunyai massa jenis 1.000 kg/m^3 adalah
 - 10.000 Pa
 - 20.000 Pa
 - 40.000 Pa
 - 50.000 Pa
 - Kapal dengan volume 50.000 m^3 , terapung di atas air laut dengan massa jenis 1.200 kg/m^3 . Jika bagian kapal yang terbenam di dalam air laut hanya setengahnya maka berat kapal di udara adalah
 - 100.000.000 N
 - 120.000.000 N
 - 150.000.000 N
 - 250.000.000 N
 - Sebuah manometer dengan salah satu sisinya berupa tabung tertutup mempunyai tekanan udara 86 cmHg. Jika tekanan udara luar 1 atm maka selisih ketinggian air raksa dalam manometer adalah
 - 10 cm
 - 12 cm
 - 13 cm
 - 14 cm

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

- Jelaskan faktor-faktor yang memengaruhi tekanan hidrostatis!
- Sebutkan bunyi hukum Pascal dan alat-alat yang bekerja dengan hukum Pascal!
- Sebutkan bunyi hukum Archimedes dan alat-alat yang bekerja berdasar hukum tersebut!
- Tentukan kedalaman kapal selam yang dinding-dinding kapalnya mendapat tekanan 400.000 Pa , jika massa jenis zat cair di tempat itu 1.000 kg/m^3 !
- Sebuah mesin pengangkat mobil mengangkat mobil seberat 10.000 N pada penampang besar berjari-jari 20 cm. Tentukan jari-jari penampang kecil, jika gaya penekan di penampang kecil sebesar 20 N!



Gerbang



Gambar 20.1 Seorang anak yang sedang bermain ayunan

Perhatikan gambar di atas! Pada gambar terlihat seorang anak yang sedang bermain ayunan. Ketika ayunan digerakkan maka ayunan tersebut akan bergerak ke atas dan ke bawah secara berulang-ulang. Peristiwa tersebut menunjukkan bahwa ayunan melakukan getaran. Apakah yang dimaksud dengan getaran? Untuk lebih mengetahui tentang getaran, simaklah materi berikut dengan saksama!

Kata kunci: getaran – gelombang – amplitudo – frekuensi – periode – gelombang transversal – gelombang longitudinal – panjang gelombang – cepat rambat gelombang

A. Pengertian Getaran

Gambar 20.1 menunjukkan ayunan yang bergerak ke atas dan ke bawah secara berulang-ulang. Gerakan ke atas dan ke bawah tersebut menunjukkan peristiwa yang berhubungan dengan getaran. Posisi awal ayunan sebelum digerakkan adalah tegak lurus dengan tanah. Gerakan ayunan ke atas dan ke bawah selalu melewati posisi semula. Dari peristiwa di atas dapat diambil kesimpulan bahwa **getaran** adalah gerak bolak-balik suatu benda secara periodik melalui titik setimbangnya. Dalam kehidupan sehari-hari banyak kita temukan contoh benda-benda yang bergetar. Apa sajakah itu? Tentu kamu dapat mencari benda yang bergetar di sekitar tempat tinggalmu.

Nah, untuk lebih memahami tentang getaran lakukanlah percobaan berikut!

Getaran



Praktikum 1

Getaran

A. Tujuan

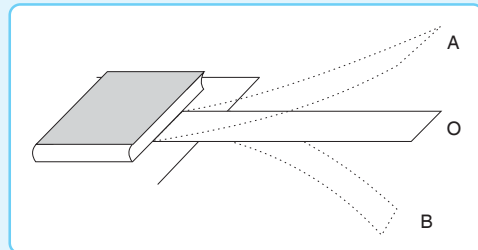
Mengamati getaran pada benda.

B. Alat dan Bahan

- | | |
|-------------------------------|--------|
| 1. Mistar plastik/mika | 1 buah |
| 2. Meja sebagai landasan | 1 buah |
| 3. Balok kayu atau buku tebal | 1 buah |

C. Langkah Kerja

1. Letakkan sebuah mistar pada meja dan jepit dengan balok atau buku yang tebal agar jepitannya kuat!
2. Pegang ujung mistar yang berada di meja dengan tanganmu!
3. Catat kedudukan ujung mistar yang bebas pada waktu diam (setimbang) sebagai titik O. Tarik ujung mistar yang bebas ke atas (catat kedudukan ini sebagai titik A), kemudian lepaskan! Amati gerakan mistar!
4. Buatlah kesimpulan dari kegiatan di atas!
5. Sampaikan kesimpulanmu dalam bentuk laporan, kemudian serahkan laporan tersebut kepada gurumu untuk didiskusikan bersama!
6. Setelah kamu selesai melakukan kegiatan ini, rapikan kembali meja kerjamu!



Berdasarkan percobaan di atas dapat kita amati bahwa ujung mistar yang digetarkan dari titik A akan bergerak ke bawah sampai ke titik B, kemudian kembali ke A dengan selalu melewati titik O, demikian seterusnya. Gerakan bolak-balik melalui titik setimbangnya dinamakan getaran. Dengan demikian, dapat kita simpulkan bahwa ujung mistar tersebut melakukan getaran.

Dalam konsep getaran dikenal beberapa besaran penting, yaitu simpangan, amplitudo, frekuensi, dan periode. Besaran-besaran tersebut akan kita pelajari berikut ini.

1. Amplitudo Getaran

Coba kamu perhatikan kembali percobaan mistar yang digetarkan! Percobaan tersebut menunjukkan bahwa mistar bergerak dari titik A lalu ke B dan kembali lagi ke A dengan melewati titik O. Gerakan tersebut dapat disingkat A–O–B–O–A. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa ujung mistar melakukan satu getaran. **Satu getaran** merupakan gerak benda kembali ke suatu titik yang dipakai sebagai titik awal gerakan. Dalam hal ini, titik A dipakai sebagai titik awal gerakan.

Jarak mistar yang digetarkan dari titik setimbangnya disebut dengan **simpangan**. Sedangkan jarak antara O–A atau O–B adalah jarak simpangan

terbesar yang dikenal dengan amplitudo. Jadi, **amplitudo** getaran adalah simpangan terbesar dari titik setimbang. Untuk lebih jelasnya, simaklah percakapan berikut!

Amplitudo



2. Frekuensi dan Periode Getaran

Dari pembahasan sebelumnya telah kita ketahui bahwa mistar yang digetarkan akan bergerak bolak-balik melalui titik setimbangnya. Hal ini berarti bahwa mistar akan melakukan sejumlah getaran setiap sekonnya. Sejumlah getaran yang dilakukan setiap sekon disebut frekuensi getaran. Jadi, **frekuensi** adalah banyaknya getaran yang dilakukan tiap satu satuan waktu. Besar frekuensi getar dapat ditentukan dengan rumus:

$$f = \frac{n}{t} \quad \dots (20.1)$$

Keterangan:

f : frekuensi (1/s atau Hz)

n : banyaknya getaran

t : waktu melakukan getaran (s)

Satuan frekuensi dinyatakan dalam hertz (Hz). Satu Hz = 1 getaran / sekon. Berikut ini adalah konversi satuan hertz.

$$1 \text{ KHz} = 10^3 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ MHz} = 10^3 \text{ KHz} = 10^6 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ GHz} = 10^3 \text{ MHz} = 10^6 \text{ KHz} = 10^9 \text{ Hz}$$

Untuk melakukan satu kali getaran, mistar membutuhkan waktu tertentu. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu kali getaran disebut **periode**. Periode getaran dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$T = \frac{t}{n} \quad \dots (20.2)$$

Keterangan:

T : periode (s)

Untuk mengetahui hubungan antara frekuensi, periode, dan amplitudo, coba kamu lakukan kegiatan berikut!

Frekuensi

Periode



Praktikum 2

Penentuan Frekuensi dan Periode Getar

A. Tujuan

Menentukan frekuensi dan periode suatu getaran.

B. Alat dan Bahan

1. Statif 1 buah
2. Tali 50 cm
3. Bandul 1 buah
4. *Stopwatch* 1 buah

C. Langkah Kerja

1. Gantungkan sebuah bandul pada statif dengan menggunakan tali!
2. Tarik bandul ke samping sejauh 3 cm, kemudian lepaskan!
3. Dengan memakai *stopwatch*, hitung waktu yang diperlukan untuk melakukan 20 getaran!
4. Ulangi langkah 2 dan 3 dengan tarikan ke samping 4 cm dan 5 cm!
5. Catat hasil pengukuranmu dalam tabel berikut!

Simpangan	Jumlah getaran (n)	Waktu yang dibutuhkan (t)	Frekuensi $\left(\frac{n}{t}\right)$	Periode $\left(\frac{t}{n}\right)$
3 cm	20	....	....	....
4 cm	20	....	....	....
5 cm	20	....	....	....

6. Buatlah kesimpulan dari kegiatan di atas!
7. Sampaikan kesimpulanmu di depan kelas! Beri kesempatan pada kelompok lain untuk menanggapi!
8. Jangan lupa untuk mengembalikan peralatan ke tempat semula!

Berdasarkan percobaan di atas, nilai frekuensi dan periode selalu tetap, meskipun besar simpangannya berbeda. Dengan demikian, besarnya frekuensi dan periode tidak tergantung pada amplitudo. Hubungan frekuensi dan periode dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$T = \frac{1}{f} \quad \text{atau} \quad f = \frac{1}{T} \quad \dots (20.3)$$

Agar kamu lebih memahami penerapan matematis rumus-rumus di atas, pelajilah contoh soal berikut!

Contoh Soal

Sebuah tali bergetar sebanyak 60 kali selama 0,5 menit. Tentukan:

- periode dan
- frekuensi getarnya!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$n = 60$$

$$t = 0,5 \text{ menit} = 0,5 \times 60 \text{ sekon} = 30 \text{ sekon}$$

Ditanyakan: a. $T = \dots?$

b. $f = \dots?$

Jawab :

$$\text{a. } T = \frac{t}{n} = \frac{30}{60} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ sekon}$$

Jadi, periode getar tali tersebut adalah 0,5 sekon.

$$\text{b. } f = \frac{n}{t} = \frac{60}{30} = 2 \text{ Hz}$$

Jadi, frekuensi getar tali tersebut adalah 2 Hz.

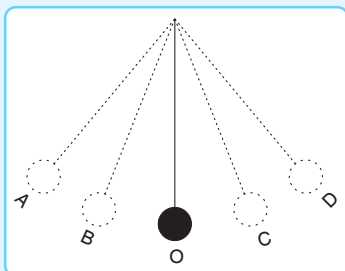
Setelah kamu mempelajari materi-materi di atas, coba kita uji pemahamanmu dengan mengerjakan pelatihan berikut!



Kerja Mandiri

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

- Sebut dan jelaskan pengertian dari getaran! Berikan contohnya!
- Perhatikan gambar di bawah ini!



Dari gambar di samping, tunjukkan:

- amplitudo getaran,
 - gerak $\frac{1}{2}$ getaran, dan
 - gerak 1 getaran!
- Sebuah mistar bergetar sebanyak 50 kali dalam waktu 25 sekon. Tentukan frekuensi dan periode getaran mistar tersebut!

B. Pengertian Gelombang

Pernahkah kamu melihat gelombang air laut? Gelombang air laut terjadi karena angin yang bertiup melintasi permukaan air laut. Apakah gelombang itu? Untuk memahami lebih jauh tentang gelombang, lakukan kegiatan berikut!





Praktikum 3

Gelombang

A. Tujuan

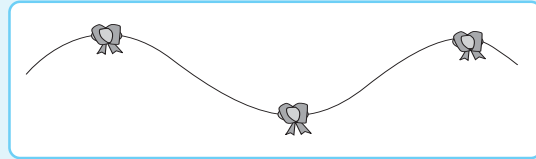
Mengamati terjadinya gelombang.

B. Alat dan Bahan

1. Tali ± 2 m
2. Kertas berwarna (merah, hijau, dan biru atau warna-warna lainnya) secukupnya

C. Langkah Kerja

1. Pegang ujung tali, kemudian gerakkan ujung tali naik-turun secara berulang-ulang! Amatilah apa yang terjadi!
2. Ikatkan kertas berwarna hijau dengan jarak 50 cm dari ujung tali!
3. Ikatkan kertas berwarna merah dengan jarak 50 cm dari kertas warna hijau!
4. Ikatkan kertas berwarna biru dengan jarak 50 cm dari kertas warna merah!
5. Ulangi langkah 1! Amatilah apa yang terjadi!
6. Buatlah laporan hasil percobaan di atas! Kumpulkan laporanmu kepada gurumu!
7. Jangan lupa untuk merapikan meja kerjamu!



Berdasarkan percobaan di atas, tali bergetar ketika digerakkan naik-turun. Getaran tersebut merambat pada tali dalam bentuk gelombang. Ketika tali yang telah diikat dengan kertas berwarna digetarkan, kertas berwarna akan ikut bergetar. Akan tetapi, kertas-kertas berwarna tersebut tidak bertukar atau berpindah tempat. Ketiga kertas berwarna tersebut hanya bergerak naik-turun. Hal ini berarti gelombang merambat tanpa memindahkan materi. Dengan demikian, dapat diambil kesimpulan bahwa gelombang adalah getaran yang merambat dengan membawa energi dari suatu tempat ke tempat yang lain.

1. Jenis-jenis Gelombang

Gelombang ada beberapa jenis. Berdasarkan medium perantaranya, gelombang dibagi menjadi dua jenis, yaitu gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik.

a. Gelombang mekanik

Gelombang mekanik adalah gelombang yang memerlukan medium untuk merambat. Contoh gelombang mekanik antara lain gelombang pada tali, gelombang air laut, dan gelombang bunyi.

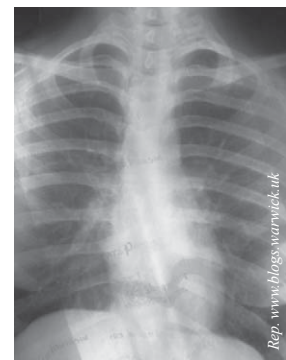
b. Gelombang elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dapat merambat tanpa melalui medium. Contoh gelombang elektromagnetik adalah gelombang cahaya, gelombang radio, dan sinar-X.

Gelombang



Sebaiknya Tahu



Gambar 20.2 Foto yang dihasilkan oleh sinar-X

Sinar-X merupakan gelombang elektromagnetik yang dihasilkan dari tabung sinar-X. Sinar-X dapat menembus jaringan tetapi diserap oleh tulang-tulang. Jadi, untuk mengetahui keadaan tulang dapat digunakan sinar-X yang hasilnya akan ditunjukkan pada pelat fotografi.

Berdasarkan amplitudonya, gelombang dibedakan menjadi dua, yaitu:

a. Gelombang berjalan

Gelombang yang memiliki amplitudo tetap disebut **gelombang berjalan**. Contoh gelombang berjalan adalah gelombang yang terjadi pada tali yang dihubungkan dengan pegas yang bergetar.

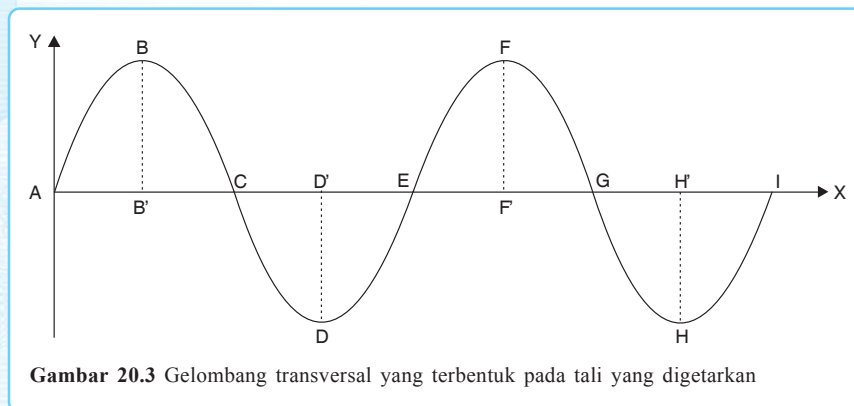
b. Gelombang diam (stasioner)

Gelombang yang memiliki amplitudo yang berubah-ubah disebut **gelombang diam** (stasioner). Gelombang stasioner terjadi karena perpaduan antara gelombang datang dan gelombang pantul yang memiliki frekuensi dan panjang gelombang sama. Contoh gelombang stasioner adalah gelombang pada dawai gitar dan biola.

Berdasarkan arah getarnya, gelombang dibagi menjadi dua jenis, yaitu gelombang transversal dan gelombang longitudinal.

a. Gelombang transversal

Gelombang transversal adalah gelombang yang arah rambatnya tegak lurus dengan arah getarnya. Gelombang transversal dapat diamati pada tali yang digerakkan ke atas dan ke bawah. Pada tali akan terlihat arah getarannya adalah naik-turun sedangkan arah rambatnya menuju ke depan atau tegak lurus arah getar.



Perhatikan gambar 20.3 di atas! Titik B dan F merupakan puncak gelombang, yaitu titik-titik tertinggi gelombang. Titik D dan H merupakan dasar gelombang, yaitu titik-titik terendah pada gelombang. Lengkungan ABC dan EFG disebut sebagai bukit gelombang. Sedangkan cekungan CDE dan GHI disebut lembah gelombang. Jarak BB', DD', FF', dan HH' merupakan amplitudo gelombang, yaitu simpangan terbesar dari gelombang tersebut.

Dalam konsep gelombang dikenal istilah panjang gelombang. **Panjang gelombang** (λ) suatu gelombang transversal didefinisikan sebagai:

- panjang satu lembah gelombang dan satu bukit gelombang (ABCDE atau CDEFG) atau
- jarak antara dua puncak yang berdekatan (BCDEF) atau
- jarak antara dua lembah yang berdekatan (DEFGH).

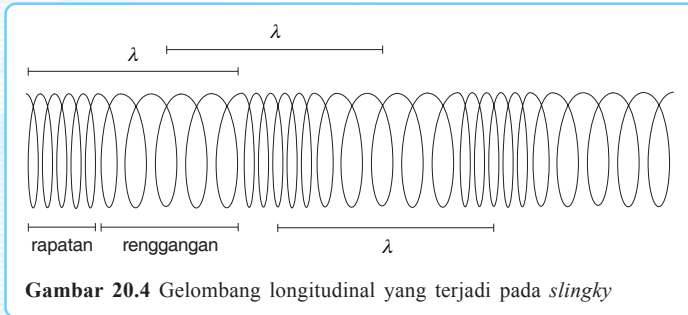
Contoh gelombang transversal antara lain gelombang permukaan air, gelombang radio, dan gelombang pada tali.

Gelombang Transversal

Panjang Gelombang

b. Gelombang Longitudinal

Bagaimana bentuk gelombang longitudinal itu? Gelombang longitudinal dapat kita amati pada sebuah pegas panjang (*slinky*) yang dapat dirapatkan dan diregangkan. Perhatikan gambar 20.4 di bawah ini!



Gambar 20.4 Gelombang longitudinal yang terjadi pada *slinky*

Jika ujung *slinky* dirapatkan, kemudian dilepaskan akan terlihat pola gelombang yang berbeda dengan gelombang transversal. Pada gelombang longitudinal, *slinky* akan terlihat merapat, kemudian merenggang, demikian seterusnya. Bagian yang merapat dinamakan rapatan, sedang bagian yang renggang dinamakan renggangan. Rapatan dan renggangan pada *slinky* akan merambat sepanjang *slinky*, sedangkan arah getaran berimpit dengan arah memanjang *slinky*.

Pola gelombang yang arah getarannya berimpit arah rambatnya inilah yang dinamakan **gelombang longitudinal**. Pada gelombang longitudinal terdapat rapatan dan renggangan. Panjang gelombang (λ) suatu gelombang longitudinal didefinisikan sebagai:

- jarak satu rapatan dan satu renggangan atau
- jarak antara dua rapatan yang berdekatan atau
- jarak antara dua renggangan yang berdekatan.

Gelombang Longitudinal

2. Periode, Frekuensi, dan Cepat Rambat Gelombang

Gelombang merupakan getaran yang merambat. Dalam pembahasan gelombang juga dikenal istilah frekuensi, periode, panjang gelombang, dan cepat rambat gelombang. Hubungan antara panjang gelombang, frekuensi, periode, dan cepat rambat gelombang dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$v = \frac{\lambda}{T} \text{ atau } v = \lambda \times f \quad \dots (20.4)$$

Keterangan:

v : cepat rambat gelombang (m/s)

λ : panjang gelombang (m)

Sekarang, pelajari penerapan matematis dari rumus-rumus di atas melalui contoh soal berikut!

Contoh Soal

Sebuah tali digetarkan selama 10 sekon dan membentuk dua bukit dan satu lembah sepanjang 60 cm. Jika tinggi sebuah bukit gelombang 3 cm, tentukan:

- amplitudo,
- frekuensi dan periode, serta
- panjang gelombang dan cepat rambat!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$\ell = 60 \text{ cm}$$

$$t = 10 \text{ sekon}$$

$$n = 1,5 = \frac{3}{2} \text{ (karena terdiri atas 2 bukit dan 1 lembah)}$$

Ditanyakan: a. $A = \dots?$

b. $f = \dots?$

$T = \dots?$

c. $\lambda = \dots?$

$v = \dots?$

Jawab:

a. $A = \text{tinggi bukit} = 3 \text{ cm}$

Jadi, amplitudo gelombang tersebut adalah 3 cm.

b. $f = \frac{n}{t} = \frac{1,5}{10} = 0,15 \text{ Hz}$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,15} = 6,67 \text{ sekon}$$

Jadi, gelombang tersebut mempunyai frekuensi 0,15 Hz dan periode 6,67 sekon.

c. $\ell = \frac{3}{2} \cdot \lambda$

$$\lambda = \frac{2}{3} \cdot \ell = \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

$$v = \lambda \cdot f = 0,4 \cdot 0,15 \text{ Hz}$$

$$v = 0,06 \text{ m/s}$$

Jadi, panjang gelombangnya 0,4 m dan cepat rambat gelombang tersebut adalah 0,06 m/s.



Kerja Berpasangan

Kerjakan bersama teman sebangkumu!

- Sebut dan jelaskan tentang pengertian gelombang! Sebutkan pula contohnya!
- Sebut dan jelaskan jenis-jenis gelombang!



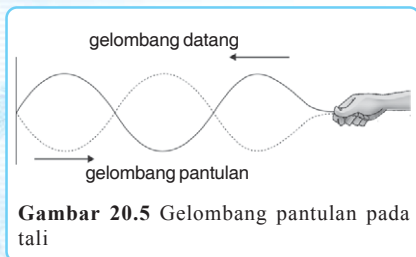
3. Sebutkan pengertian dari besaran-besaran berikut!
 - a. Amplitudo.
 - b. Frekuensi.
 - c. Periode.
4. Sebuah *slinky* yang digetarkan menghasilkan 3 rapatan dan 2 renggangan dengan jarak 30 cm selama 5 sekon. Tentukan frekuensi, periode, panjang gelombang, dan cepat rambat gelombang pada *slinky* tersebut!
5. Seutas tali yang panjangnya 120 cm digetarkan selama 25 sekon dan membentuk dua bukit dan tiga lembah. Jika tinggi bukit gelombang 30 cm, tentukan:
 - a. amplitudo,
 - b. frekuensi,
 - c. periode,
 - d. panjang gelombang, dan
 - e. cepat rambat gelombang!

3. Pemantulan Gelombang

Gelombang memiliki sifat atau karakteristik tertentu. Sifat gelombang tersebut antara lain:

- a. dapat dibiaskan,
- b. dapat terpolarisasi,
- c. dapat mengalami interferensi,
- d. dapat mengalami difraksi, dan
- e. dapat mengalami pemantulan.

Kali ini kita akan mempelajari sifat pemantulan gelombang. Sifat-sifat gelombang lainnya akan kita pelajari pada bab selanjutnya. Untuk memahami



Gambar 20.5 Gelombang pantulan pada tali

peristiwa pemantulan gelombang, simaklah materi berikut!

Perhatikan gambar 20.5 di samping! Jika seutas tali yang salah satu ujungnya diikatkan pada tiang digetarkan maka akan terjadi gelombang pantulan yang merambat sepanjang tali dengan arah berlawanan dengan arah semula. Contoh pemantulan

gelombang dan pemanfaatannya adalah sebagai berikut.

- a. Gelombang air laut dipantulkan oleh pantai sehingga ada gelombang air laut yang menuju ke tengah laut.
- b. Gelombang bunyi dipantulkan oleh dinding atau tebing sehingga terjadi gema.
- c. Pemantulan gelombang bunyi oleh dasar laut dapat dimanfaatkan untuk menentukan kedalaman laut dengan menggunakan sistem sonar.
- d. Pemantulan gelombang elektromagnetik oleh suatu benda dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi benda tersebut dengan menggunakan sistem radar.



Kerja Kelompok

Kerjakan bersama kelompokmu!

Buatlah sebuah karya ilmiah mengenai pemanfaatan pemantulan gelombang! Misalnya, sonar atau radar. Sampaikan hasil karyamu di depan kelas! Beri kesempatan pada kelompok lain untuk menanggapi!



Rangkuman

1. Getaran adalah gerak bolak-balik suatu benda secara periodik melalui titik setimbangnya.
2. Amplitudo adalah simpangan terbesar dari titik setimbang.
3. Frekuensi adalah banyaknya getaran yang dilakukan tiap satu satuan waktu. Frekuensi dirumuskan:

$$f = \frac{n}{t}$$

4. Periode adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu kali getaran. Periode suatu getaran dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$T = \frac{t}{n}$$

5. Gelombang adalah getaran yang merambat dengan membawa energi dari suatu tempat ke tempat yang lain.
6. Jenis gelombang berdasarkan medium perantaranya ada dua, yaitu gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik. Contoh gelombang mekanik antara lain gelombang tali dan gelombang bunyi. Contoh gelombang elektromagnetik antara lain gelombang radio dan gelombang cahaya.
7. Jenis gelombang berdasarkan arah rambatnya ada dua, yaitu gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Contoh gelombang transversal antara lain gelombang pada tali dan gelombang radio. Contoh gelombang longitudinal adalah gelombang pada *slinky*.
8. Hubungan antara cepat rambat gelombang (v), panjang gelombang (λ), frekuensi (f), dan periode (T) adalah sebagai berikut.

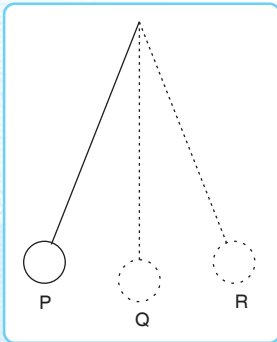
$$v = \lambda \cdot f = \frac{\lambda}{T}$$



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

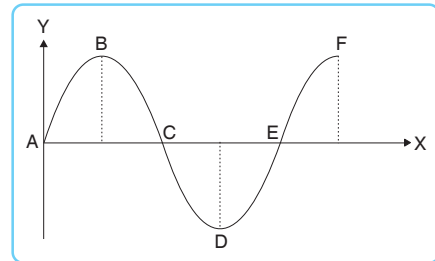
- Gerakan bolak-balik melalui titik setimbang disebut
 - getaran
 - periode
 - amplitudo
 - frekuensi
- Perhatikan gambar di bawah ini!



Amplitudo getaran ditunjukkan oleh

- Q
 - RP
 - PR
 - QR
- Sebuah bandul bergetar sebanyak 50 kali dalam waktu 25 detik. Frekuensi bandul tersebut adalah
 - 2 Hz
 - 5 Hz
 - 10 Hz
 - 100 Hz
 - Periode getar suatu benda yang frekuensinya 4 Hz adalah
 - 1,25 detik
 - 1 detik
 - 0,5 detik
 - 0,25 detik
 - Gelombang yang arah rambatnya tegak lurus dengan arah getarnya adalah
 - gelombang mekanik
 - gelombang elektromagnetik
 - gelombang transversal
 - gelombang longitudinal

- Perhatikan gambar di bawah ini!

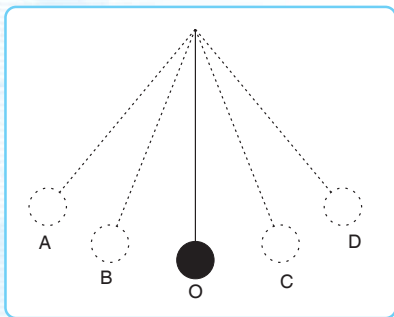


Bukit gelombang ditunjukkan oleh

- A-B-C
 - B-C-D
 - C-D-E
 - D-E-F
- Dari gambar pada soal nomor 6, titik D merupakan
 - amplitudo
 - dasar gelombang
 - puncak gelombang
 - lembah gelombang
 - Hubungan antara panjang gelombang, frekuensi, dan cepat rambat gelombang dirumuskan
 - $v = \lambda \cdot f$
 - $v = \frac{\lambda}{f}$
 - $v = \frac{f}{\lambda}$
 - $v = f$
 - Sebuah tali digetarkan membentuk dua bukit dan satu lembah sepanjang 12 cm. Jika frekuensi gelombang 4 Hz, besarnya cepat rambat gelombang adalah
 - 32 cm/s
 - 48 cm/s
 - 0,5 cm/s
 - 2 cm/s
 - Sebuah *slinky* digetarkan selama 10 detik, menghasilkan 2 rapatan dan 2 renggang-an. Periode gelombang pada *slinky* adalah
 - 5 detik
 - 10 detik
 - 15 detik
 - 20 detik

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

1. Perhatikan gambar di bawah ini!



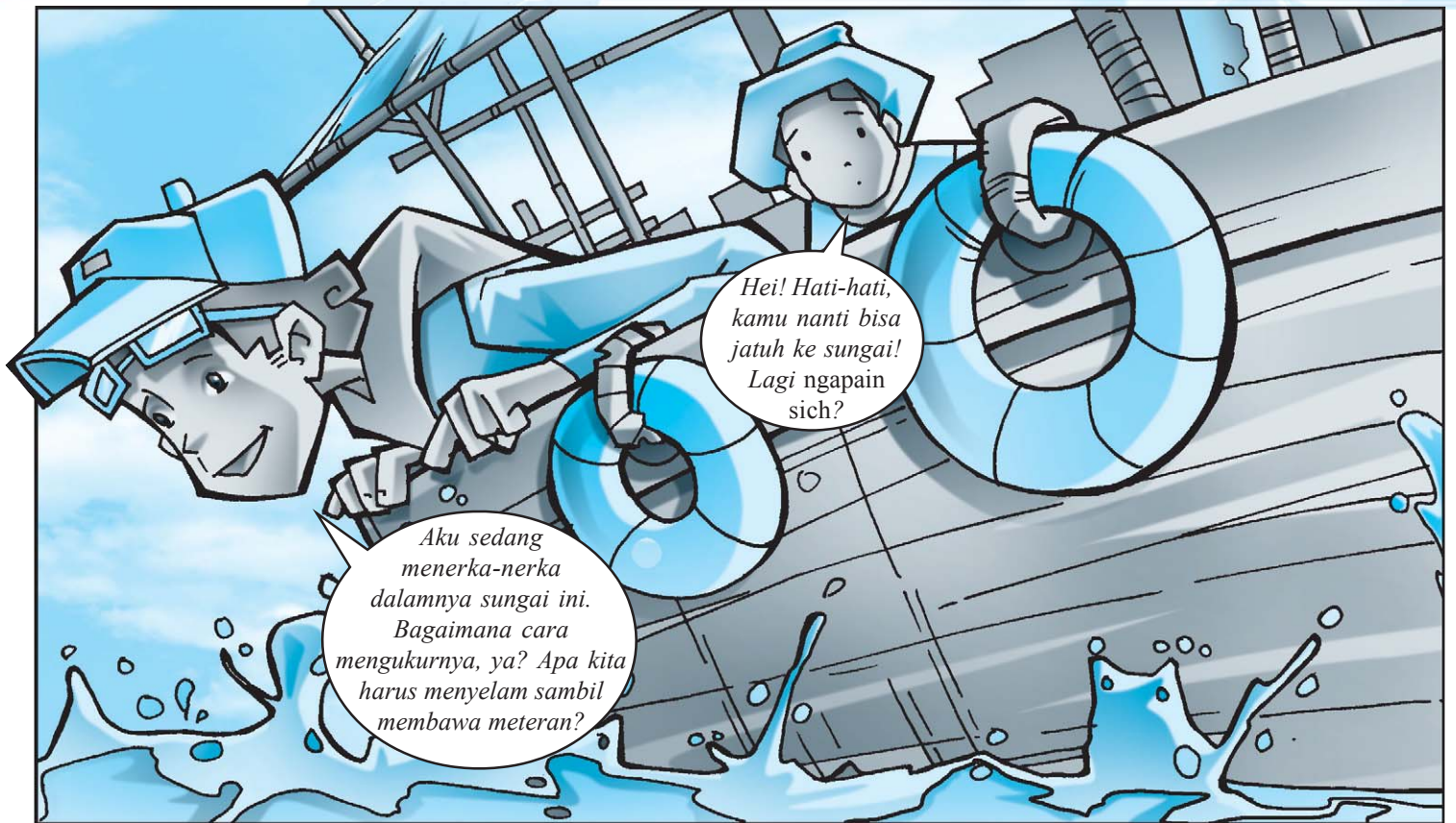
Tentukan :

- gerak 1 getaran,
- gerak 1,5 getaran, dan
- gerak $\frac{1}{4}$ getaran!

- Sebut dan jelaskan jenis-jenis gelombang berdasarkan arah getarnya!
- Sebuah bandul digetarkan sebanyak 40 kali selama 8 detik. Berapakah periode dan frekuensi getaran bandul?
- Sebuah tali yang digetarkan menghasilkan 2 bukit dan 3 lembah dengan jarak 45 cm selama 20 detik. Tentukan besarnya cepat rambat gelombang!
- Jelaskan hubungan antara periode, panjang gelombang, dan cepat rambat gelombang!

BAB
21

BUNYI



Gerbang



Gambar 21.1 Seruling mengeluarkan bunyi yang merdu ketika ditiup

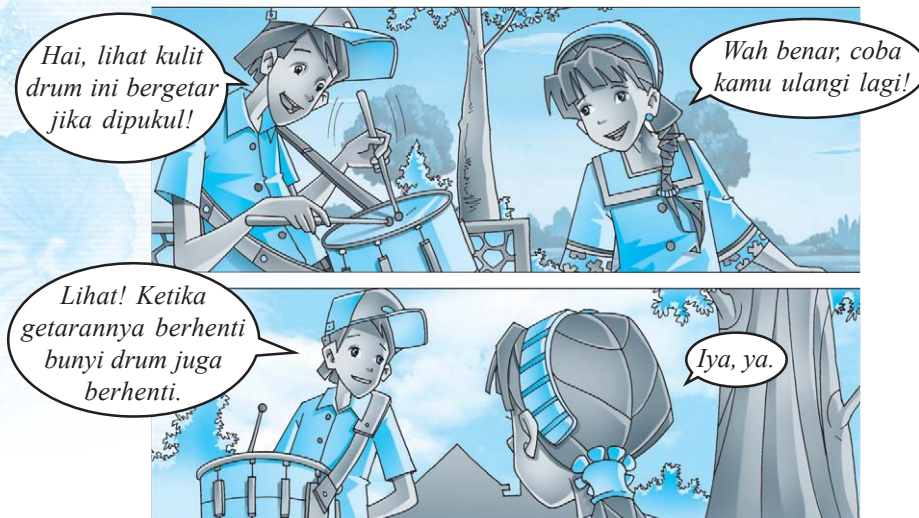
Perhatikan gambar di atas! Pada gambar terlihat seorang anak sedang meniup seruling. Setelah ditiup, seruling mengeluarkan bunyi yang merdu. Apa yang menyebabkan seruling itu dapat berbunyi ketika ditiup? Untuk menjawab pertanyaan tersebut simaklah materi berikut dengan saksama!

Kata kunci: bunyi – ultrasonik – infrasonik – audiosonik – resonansi – nada – gaung – gema

A. Pengertian Bunyi

Pada gambar 21.1 di atas, seruling yang ditiup dapat mengeluarkan bunyi. Bunyi tersebut dihasilkan dari udara yang bergetar di dalam seruling. Untuk lebih memahami tentang bunyi, simaklah cerita berikut ini!

Siswa SMP Citra sedang berlatih memainkan alat musik. Mereka sedang asyik bermain drum.



Percakapan di atas menunjukkan bahwa ketika drum dipukul maka kulit drum akan bergetar. Getaran dari kulit drum tersebut menghasilkan bunyi. Jika getaran pada kulit drum melemah dan berhenti, bunyi drum juga tidak terdengar lagi.

Seruling mengeluarkan bunyi karena udara di dalam seruling bergetar, sedangkan drum berbunyi jika kulitnya bergetar. Berdasarkan dua peristiwa tersebut, dapat disimpulkan bahwa **bunyi** dihasilkan dari benda yang bergetar. Benda yang bergetar dan menghasilkan bunyi disebut **sumber bunyi**.

Apakah setiap getaran dapat menghasilkan bunyi? Bagaimana bunyi itu dapat didengar oleh telinga manusia? Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, lakukanlah percobaan berikut!



Praktikum 1

Syarat Terjadinya Bunyi

A. Tujuan

Mengetahui syarat terjadinya bunyi.

B. Alat dan Bahan

- | | |
|--|--------|
| 1. Bel listrik | 1 buah |
| 2. Tabung kaca dengan alat penghisap udara
(untuk memvakumkan tabung) | 1 set |

C. Langkah Kerja

- Masukkan bel listrik ke dalam tabung kaca!
- Bunyikan bel listrik dan dengarkan suaranya!
- Hisap udara keluar sampai udara dalam tabung menjadi vakum (ditunjukkan oleh petunjuk tekanan udara dalam tabung yang bernilai minus)! Dengarkan kembali suara bel listrik! Apa yang terjadi?
- Buatlah laporan dari percobaan di atas!
- Serahkan laporanmu kepada gurumu untuk didiskusikan bersama!
- Kembalikan semua alat dan bahan ke tempat semula!
- Jangan lupa mematikan bel listrik!



Gambar 21.2 Bunyi dapat merambat dengan medium zat padat

Berdasarkan percobaan di atas, diperoleh hasil bahwa ketika udara dihisap keluar, bunyi bel semakin lama semakin pelan sampai tidak terdengar lagi. Hal ini disebabkan udara di dalam kaca semakin berkurang hingga pada akhirnya tabung kaca dalam keadaan vakum. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa bunyi merambat memerlukan medium perantara. Jadi, **syarat terjadi dan terdengarnya bunyi** adalah:

- ada sumber bunyi,
- ada medium perantara, dan
- ada pendengar (penerima bunyi).

Selain dengan medium udara, bunyi juga dapat merambat melalui medium cair dan padat. Pada gambar 21.2 tampak seorang siswa sedang mendengarkan suara detak jarum jam menggunakan perantara sebatang kayu. Dengan menempelkan telinganya pada sebatang kayu tersebut, ia dapat mendengar suara detak jarum jam.

Manusia memiliki batas pendengaran terhadap bunyi. Bunyi yang berfrekuensi sangat rendah dan berfrekuensi terlalu tinggi tidak dapat didengar oleh telinga manusia. Berdasarkan frekuensinya, gelombang bunyi dibedakan menjadi tiga, yaitu gelombang infrasonik, gelombang audiosonik, dan gelombang ultrasonik.

1. Gelombang Infrasonik

Gelombang infrasonik adalah gelombang yang mempunyai frekuensi di bawah jangkauan manusia, yaitu lebih kecil dari 20 Hz. Gelombang infrasonik hanya mampu didengar oleh beberapa binatang seperti jangkrik, anjing, dan kelelawar.

Gelombang Infrasonik

2. Gelombang Audiosonik

Gelombang audiosonik adalah gelombang yang mempunyai frekuensi antara 20 sampai 20.000 Hz. Gelombang audiosonik merupakan gelombang yang mampu didengar oleh pendengaran manusia dan sebagian besar binatang.

Gelombang Audiosonik

3. Gelombang Ultrasonik

Gelombang ultrasonik mempunyai frekuensi di atas jangkauan pendengaran manusia, yaitu lebih besar dari 20.000 Hz. Kelelawar pada malam hari memancarkan gelombang ultrasonik dari mulutnya. Gelombang ini akan dipantulkan kembali bila mengenai benda. Dari gelombang pantul yang didengar tadi, kelelawar dapat mengetahui jarak dan ukuran benda yang berada di depannya.

Gelombang Ultrasonik

Gelombang ultrasonik dimanfaatkan oleh manusia dalam berbagai bidang, antara lain:

- untuk mengukur kedalaman air laut,
- untuk sterilisasi pada makanan,
- digunakan dalam bidang kedokteran untuk memeriksa tubuh manusia (ultrasonografi), dan
- kacamata tunanetra.

Setelah kamu memahami pengertian dan macam-macam bunyi, coba kamu kerjakan pelatihan berikut!



Kerja Berpasangan

Kerjakan bersama teman sebangkumu!

1. Apa yang dimaksud dengan bunyi?
2. Jelaskan peristiwa terjadinya bunyi pada seruling!
3. Sebutkan syarat terjadinya bunyi!
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan:
 - a. infrasonik,
 - b. audiosonik, dan
 - c. ultrasonik!

B. Cepat Rambat Bunyi

Pernahkah kamu memerhatikan kilat dan guntur? Mengapa terkadang ada selisih waktu yang lama antara terjadinya kilat dengan guntur? Hal ini terjadi karena cepat rambat bunyi (guntur) lebih lambat daripada cepat rambat cahaya (kilat). Semakin jauh jarak yang ditempuh bunyi (guntur), semakin lama waktu yang diperlukan untuk dapat didengar oleh pendengar.

Hubungan cepat rambat bunyi, jarak, dan waktu dirumuskan secara matematis sebagai berikut.

$$s = v \cdot t \quad \dots (21.1)$$

Keterangan:

s : jarak tempuh bunyi (m)

v : cepat rambat bunyi (m/s)

t : waktu tempuh bunyi (s)

Untuk membantumu memahami penerapan matematis rumus di atas, simaklah contoh soal berikut!

Contoh Soal

Suara guruh terdengar 3 sekon setelah terjadi kilat. Jika cepat rambat bunyi di udara 340 m/s, tentukan jarak kilat dengan pendengar!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$v = 340 \text{ m/s}$$

$$t = 3 \text{ sekon}$$

Ditanyakan: $s = \dots ?$

Jawab:

$$s = v \cdot t$$

$$s = 340 \cdot 3$$

$$s = 1.020 \text{ m}$$

Jadi, kilat tersebut terjadi 1.020 m dari pendengar.

Bunyi merupakan gelombang longitudinal. Pada bab 20 telah kita pelajari bahwa cepat rambat gelombang dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$v = \lambda \cdot f \text{ atau } v = \frac{\lambda}{T}$$

Keterangan:

λ : panjang gelombang bunyi (m)

T : periode (s)

f : frekuensi bunyi (Hz)

Dengan demikian, persamaan 21.1 menjadi:

$$s = \lambda \cdot f \cdot t = \frac{\lambda}{T} \cdot t \quad \dots (21.2)$$

Tidak sulit, bukan? Sekarang, coba kamu kerjakan pelatihan berikut!



Kerja Mandiri 1

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

1. Tentukan jarak kilat dari pendengar jika guntur terdengar 1,5 sekon setelah terjadi kilat dan cepat rambat bunyi di udara 340 m/s!
2. Sebuah kilat terjadi 1,5 km dari pengamat. Jika cepat rambat bunyi di udara 340 m/s, berapa sekon selang waktu antara terjadinya kilat dan terdengarnya guntur oleh pengamat?
3. Sebuah bunyi mempunyai frekuensi 400 Hz dan panjang gelombang 1,5 m. Jika pendengar berada pada jarak 150 m dari sumber bunyi, berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh bunyi tersebut untuk sampai ke pendengar? Hitung pula cepat rambat bunyi tersebut!

C. Nada

Jika kita mendengarkan suara penyanyi yang sangat merdu, tentu telinga kita merasa enak mendengarnya. Suara merdu seorang penyanyi memiliki frekuensi yang teratur. Bunyi yang frekuensinya teratur disebut **nada**. Sedangkan bunyi yang frekuensinya tidak teratur disebut **desah**.

Nada dan Desah

1. Hubungan Frekuensi dan Amplitudo terhadap Bunyi



Gambar 21.3 Senar gitar dipetik kuat menghasilkan bunyi yang keras

Pernahkah kamu memerhatikan orang yang sedang bermain gitar? Ketika senar gitar dipetik dengan kuat maka bunyi yang dihasilkan semakin keras. Memetik senar gitar dengan kuat berarti memperbesar amplitudonya. Jadi, semakin besar amplitudo, semakin keras bunyi yang dihasilkan.

Bagaimana pula hubungan panjang gelombang terhadap bunyi yang dihasilkan? Pada gitar yang dipetik, panjang gelombangnya bergantung pada jarak senar yang ditekan. Semakin panjang jarak antara senar yang dipetik dengan yang ditekan maka bunyi yang dihasilkan semakin rendah. Jadi, tinggi-rendah nada bergantung pada panjang gelombangnya. Hubungan panjang gelombang dan frekuensi bunyi dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$f = \frac{v}{\lambda} \quad \dots (21.3)$$

Persamaan di atas menunjukkan frekuensi (f) berbanding terbalik dengan panjang gelombang (λ). Jadi, jika panjang gelombangnya kecil maka frekuensinya besar sehingga diperoleh nada tinggi.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa:

- Kuat-lemahnya bunyi (nada) tergantung besar kecilnya amplitudo.
- Tinggi-rendahnya nada tergantung besar kecilnya frekuensi.

2. Deret Nada dan Interval Nada

Dalam bermain musik atau bernyanyi digunakan nada berfrekuensi rendah sampai nada yang berfrekuensi tinggi. Susunan nada dengan perbandingan frekuensi yang tetap disebut **deret nada** atau tangga nada. Deret nada dengan interval nada secara lengkap disusun sebagai berikut (pada kunci "C").

Lambang	c	d	e	f	g	a	b	c'
Notasi	1	2	3	4	5	6	7	1
	do	re	mi	fa	sol	la	si	do
Perbandingan Frekuensi	24	27	30	32	36	40	45	48
Perbandingan Frekuensi dengan C	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	$\frac{2}{1}$
Istilah	Prime	Sekun	Terts	Kuart	Kuint	Sext	Septime	Oktaf
Interval nada	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{16}{15}$

Deret nada antara c dan c' disebut **satu oktaf**. Deret nada satu oktaf di bawah c – c' dilambangkan dengan huruf besar C, D, E, F, G, A, B, C. Satu oktaf di atas c – c' dilambangkan c', d', e', f', g', a', b', c''.

Frekuensi yang digunakan sebagai nada dasar ialah a dan secara internasional ditetapkan frekuensinya 440 Hz. Dengan demikian, berdasarkan deret nada dan interval nada kita dapat menentukan frekuensi nada lainnya. Perhatikan contoh soal berikut!

Contoh Soal

Sebuah alat musik memiliki frekuensi dasar a = 440 Hz. Apabila perbandingan frekuensi d : a adalah 27 : 40, tentukan frekuensi d!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$d : a = 27 : 40$$

$$f_a = 440 \text{ Hz}$$

Ditanyakan: $f_d = \dots ?$

Jawab:

$$\frac{f_a}{f_d} = \frac{40}{27}$$

$$\frac{440}{f_d} = \frac{40}{27}$$

$$40 \cdot f_d = 440 \cdot 27$$

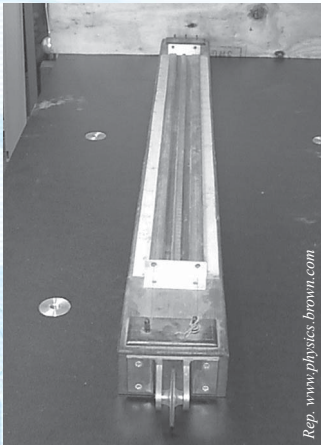
$$f_d = \frac{440 \cdot 27}{40}$$

$$f_d = 297 \text{ Hz}$$

Jadi, frekuensi d adalah 297 Hz.

Deret Nada

3. Hukum Mersenne



Gambar 21.4 Sonometer digunakan untuk menyelidiki hubungan antara frekuensi dengan tinggi nada

Mersenne, seorang fisikawan berkebangsaan Perancis, membuat alat untuk menyelidiki hubungan antara frekuensi dengan tinggi nada. Alat percobaannya dinamakan sonometer.

Mersenne mencoba sonometer dengan penampang kawat yang berbeda-beda dan panjang tumpuan kawat yang bermacam-macam. Dari hasil penelitiannya, Mersenne menarik beberapa kesimpulan. Kesimpulannya dikenal sebagai **hukum Mersenne** yang bunyinya sebagai berikut.

Hukum Mersenne

- 1) Semakin panjang jarak tumpuan senar, frekuensi senar makin rendah. Dengan demikian, frekuensi senar berbanding terbalik dengan panjang tumpuan senar.
- 2) Semakin besar luas penampang senar, frekuensi senar makin rendah sehingga frekuensi senar berbanding terbalik dengan akar luas penampang senar.
- 3) Semakin besar tegangan senar, frekuensi senar semakin besar. Dengan demikian, frekuensi senar berbanding lurus dengan akar tegangan senar.
- 4) Semakin besar massa jenis senar, frekuensi senar semakin kecil. Dengan demikian, frekuensi senar berbanding terbalik dengan akar massa jenis.

Secara matematis, hukum Mersenne dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$f = \frac{1}{2\ell} \sqrt{\frac{\bar{F}}{A\rho}} \quad \dots (21.4)$$

Keterangan:

- ℓ : panjang senar (m)
- \bar{F} : gaya tegangan senar (N)
- A : luas penampang senar (m²)
- ρ : massa jenis senar (kg/m³)

Untuk membantumu memahami hukum Mersenne, pelajaryliah contoh soal berikut!

Contoh Soal

Seutas senar panjangnya 50 cm. Ketika senar tersebut dipetik, senar menghasilkan frekuensi 160 Hz. Tentukan frekuensi senar dari bahan yang sama yang panjangnya 3 kali panjang senar tersebut jika tegangan senar keduanya sama besar!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$l_1 = 50 \text{ cm}$$

$$l_2 = 3 l_1$$

$$\bar{F}_1 = \bar{F}_2$$

$$A_1 = A_2$$

$$f_1 = 160 \text{ Hz}$$

$$\rho_1 = \rho_2$$

Ditanyakan: $f_2 = \dots?$

Jawab:

Dengan menggunakan hukum Mersenne, kita peroleh

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{\frac{1}{2l_1} \sqrt{\frac{\bar{F}}{A\rho}}}{\frac{1}{2l_2} \sqrt{\frac{\bar{F}}{A\rho}}}$$

Oleh karena $\bar{F}_1 = \bar{F}_2$, $A_1 = A_2$, dan $\rho_1 = \rho_2$ kita peroleh

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{l_1}{l_2} = \frac{l_1}{3l_1} = \frac{1}{3}$$

Dengan demikian, frekuensi senar kedua adalah

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{1}{3}$$

$$f_2 = 3 \cdot f_1$$

$$f_2 = 3 \cdot 160$$

$$f_2 = 480 \text{ Hz}$$

Jadi, frekuensi senar yang panjangnya 3 kali panjang senar I adalah 480 Hz.

Sekarang, coba uji pemahamanmu dengan mengerjakan pelatihan berikut!



Kerja Mandiri 2

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

1. Sebut dan jelaskan bunyi hukum Mersenne!
2. Sebuah piano memiliki nada dasar $a = 440 \text{ Hz}$. Tentukan frekuensi nada g , jika perbandingan nada $a : g = 40 : 36$!
3. Terdapat dua utas senar dari bahan yang sama. Panjang senar I adalah 30 cm. Jika tegangan kedua senar adalah sama dan perbandingan frekuensi senar I : senar II adalah 2 : 3, tentukan panjang senar II!

D. Resonansi

Mengapa saat terdengar suara guntur yang sangat keras kaca rumah ikut bergetar? Kaca rumah ikut bergetar karena mengalami resonansi. Apa yang dimaksud dengan resonansi? Untuk menjawabnya lakukanlah kegiatan berikut!



Praktikum 2

Resonansi Kolom Udara

A. Tujuan

Mengamati resonansi pada kolom udara.

B. Alat dan Bahan

- | | |
|----------------|--------|
| 1. Tabung kaca | 1 buah |
| 2. Bejana kaca | 1 buah |
| 3. Mistar | 1 buah |
| 4. Garputala | 1 buah |

C. Langkah Kerja

1. Isilah bejana kaca dengan air dan celupkan tabung kaca ke dalam air hingga hampir tercelup seluruhnya!
2. Getarkan garputala di atas tabung, tariklah perlahan-lahan dan berhentilah pada saat terdengar bunyi dengungan (resonansi) udara! Tandailah posisi permukaan air pada tabung kaca!
3. Bunyikan lagi garputala dan tariklah tabung kaca naik perlahan-lahan sampai bunyi dengungan tidak terdengar lagi! Terus tarik lagi sampai terdengar bunyi dengungan yang kedua! Tandailah posisi permukaan air pada tabung kaca!
4. Bandingkan dengungan pada langkah 3 dengan langkah 2!
5. Buatlah kesimpulan dari kegiatan di atas!
6. Sampaikan kesimpulanmu di depan kelas! Beri kesempatan pada kelompok lain untuk menanggapi!
7. Jangan lupa untuk mengembalikan semua peralatan ke tempat semula! Jagalah kebersihan lingkunganmu!

Berdasarkan percobaan di atas dapat kita ketahui bahwa pada tabung terjadi bunyi dengungan saat garputala digetarkan di atas tabung. Peristiwa ini disebut dengan **resonansi**, yaitu peristiwa ikut bergetarnya suatu benda karena pengaruh getaran benda lain. Resonansi dapat terjadi jika frekuensi kedua benda sama.

Dengungan yang kedua pada kegiatan di atas akan lebih keras daripada dengungan yang pertama. Jika percobaan dilanjutkan, dengungan yang terjadi akan semakin keras. Semakin panjang kolom udara, semakin kuat resonansinya.

Kolom udara akan beresonansi apabila panjang kolom udara adalah $\frac{1}{4}\lambda$, $\frac{3}{4}\lambda$, $\frac{5}{4}\lambda$, dan seterusnya. Secara matematis, panjang kolom udara dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$l_n = \frac{2n-1}{4} \cdot \lambda \quad \dots (21.5)$$

Keterangan:

l_n : panjang kolom udara ke- n pada saat resonansi (m)

λ : panjang gelombang (m)

n : 1, 2, 3, ...

Resonansi



Peristiwa resonansi dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, antara lain sebagai berikut.

1. Telinga manusia

Kita dapat mendengar bunyi karena adanya peristiwa resonansi pada telinga kita. Di dalam telinga terdapat selaput gendang telinga. Selaput ini sangat tipis dan mudah beresonansi dengan bunyi audiosonik.

2. Alat musik

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.

3. Rongga mulut katak

Katak dapat mengeluarkan bunyi yang sangat keras karena resonansi yang terjadi pada rongga mulut katak. Rongga mulut katak dapat mengembang sedemikian rupa sehingga menyerupai selaput tipis. Pada selaput tipis inilah terjadi peristiwa resonansi.

Peristiwa resonansi ada juga yang merugikan manusia karena menyebabkan kerusakan atau ketidaknyamanan. Oleh karena itu, manusia berusaha untuk menghilangkan atau mencegahnya. Contohnya resonansi yang merugikan antara lain resonansi pada mesin, resonansi pada pesawat, dan resonansi pada mobil. Sekarang, coba kamu kerjakan pelatihan berikut!



Kerja Kelompok

Kerjakan bersama kelompokmu!

Buatlah sebuah karangan ilmiah yang memuat tentang pemanfaatan resonansi atau cara mencegah resonansi dalam kehidupan sehari-hari! Kumpulkan hasil karyamu kepada guru!

E. Pemantulan Bunyi

Kita telah mempelajari sifat-sifat gelombang pada bab sebelumnya, di antaranya pemantulan gelombang. Kali ini kita akan mempelajari pemantulan yang terjadi pada gelombang bunyi.

1. Hukum Pemantulan Bunyi

Pernahkah kalian berteriak di dalam ruangan yang tertutup rapat? Apa yang kalian dengar? Samar-samar akan terdengar suara yang meniru suaramu. Hal ini terjadi karena suaramu dipantulkan oleh dinding-dinding ruangan. Untuk lebih memahami tentang pemantulan bunyi, lakukanlah kegiatan berikut!



Praktikum 3

Pemantulan Bunyi

A. Tujuan

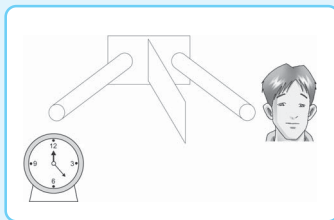
Mengamati pemantulan bunyi.

B. Alat dan Bahan

- | | |
|---|--------|
| 1. Jam weker | 1 buah |
| 2. Gulungan karton | 2 buah |
| 3. Papan kayu atau triplek sebagai penyekat | 1 buah |
| 4. Dinding pemantul | 1 buah |
| 5. Meja | 1 buah |

C. Langkah Kerja

1. Rangkailah alat dan bahan seperti gambar di bawah ini!



2. Atur kedudukan sudut karton sebelah kiri sama dengan sudut karton sebelah kanan, misalnya 45° !
3. Pasang telinga pada ujung karton sebelah kanan seperti pada gambar di atas!
4. Dengarkan bunyi detak jarum jam weker! Amati apa yang terjadi!
5. Ubahlah kedudukan karton sebelah kanan pada sudut 30° dan ulangi langkah 3–4! Amati apa yang terjadi!
6. Ubahlah kedudukan karton sebelah kanan dengan sudut yang berbeda-beda! Ulangi langkah 3–4!
7. Bandingkan hasil yang kamu peroleh! Diskusikan dengan kelompokmu tentang hasil percobaan kalian, kemudian buat kesimpulannya!
8. Sampaikan kesimpulanmu di depan kelas! Beri kesempatan pada kelompok lain untuk menanggapi!
9. Setelah kalian selesai melakukan percobaan, kembalikan semua alat dan bahan ke tempat semula!

Berdasarkan hasil pengamatanmu, bunyi detak jarum jam terdengar paling keras ketika sudut karton sebelah kanan sama dengan sudut karton sebelah kiri. Hal ini menunjukkan bahwa detak jarum jam weker merambat melalui karton di sebelah kiri dan dipantulkan oleh dinding pemantul melalui karton di sebelah kanan. Dari percobaan di atas dapat disimpulkan tentang **hukum pemantulan bunyi**, yaitu sebagai berikut.

- 1) Bunyi pantul dan bunyi datang terletak pada suatu bidang datar.
- 2) Besar sudut pantul sama dengan sudut datang.

**Hukum
Pemantulan
Bunyi**




2. Macam-macam Bunyi Pantul

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.

a. Bunyi pantul yang memperkuat bunyi asli

Yaitu bunyi pantul yang terdengar hampir bersamaan dengan bunyi aslinya sehingga bunyi asli terdengar lebih keras. Bunyi pantul ini terjadi jika jarak antara sumber bunyi dan pendengar dekat dengan dinding pantul sehingga bunyi dipantulkan dengan sangat cepat. Untuk lebih jelasnya, perhatikan ilustrasi berikut!

Bunyi asli : bu nyi bu nyi
Bunyi pantul : bu nyi bu nyi

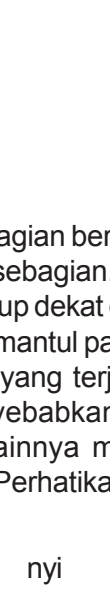


↑
selisih waktu

b. Gaung atau kerdam

Yaitu bunyi pantul yang terdengar sebagian bersamaan dengan bunyi asli sehingga bunyi asli hanya terdengar sebagian. **Gaung** terjadi karena sumber bunyi dan pendengar jaraknya cukup dekat dengan dinding pantul. Gaung juga dapat terjadi karena bunyi memantul pada bidang pantul yang tidak rata. Akibatnya, bunyi-bunyi pantul yang terjadi saling bertumpuk. Bertumpuknya bunyi-bunyi pantul menyebabkan sebagian bunyi asli mengalami pelemahan dan sebagian lainnya mengalami penguatan sehingga bunyi asli terdengar tidak jelas. Perhatikan ilustrasi berikut!

Bunyi asli : bu nyi bu nyi
Bunyi pantul : bu nyi bu nyi



↑
selisih waktu

Gaung merupakan jenis pemantulan bunyi yang merugikan. Gaung sering terjadi pada tebing-tebing terjal, gua, aula, dan gedung bioskop. Oleh karena itu, dalam aula dan gedung bioskop digunakan peredam suara untuk mengurangi gaung. Bahan-bahan yang sering digunakan sebagai peredam antara lain karpet, kertas karton, kain wol, gabus, dan busa.

c. Gema

Yaitu bunyi pantul yang terdengar setelah bunyi asli selesai terdengar. Bunyi pantul ini terjadi apabila jarak sumber bunyi dan pendengar jauh dari dinding pemantul. Perhatikan ilustrasi berikut!

Bunyi asli : bu nyi
Bunyi pantul : bu nyi



↑
selisih waktu

Selisih waktu antara terjadinya bunyi asli dan bunyi pantul pada peristiwa **gema** dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 21.2 di depan, yaitu $s = v \cdot t$. Pada peristiwa gema, selisih waktu antara bunyi asli dan bunyi pantul merupakan waktu yang diperlukan untuk menempuh

Gaung

Gema

jarak bolak-balik dari sumber bunyi menuju pendengar. Dengan demikian, persamaan 21.2 menjadi:

$$s = \frac{v \cdot t}{2} \quad \dots (21.6)$$

Sebelumnya telah disebutkan bahwa bunyi dapat merambat pada zat padat, cair, dan gas (udara). Cepat rambat bunyi pada berbagai medium besarnya berbeda-beda. Tabel 21.1 berikut menampilkan cepat rambat bunyi pada beberapa medium.

Tabel 21.1 Cepat rambat bunyi pada beberapa medium

No.	Medium	Cepat rambat bunyi (m/s)
1.	Udara 0 °C	332
2.	Udara 15 °C	340
3.	Udara 25 °C	267
4.	Gas karbon	500
5.	Tembaga	3.560
6.	Air 15 °C	1.450
7.	Air laut	1.440
8.	Kaca	5.000
9.	Aluminium 20 °C	5.100
10.	Besi 20 °C	5.130
11.	Timah 20 °C	1.230

Dengan menggunakan persamaan 21.6 dan sifat perambatan gelombang pada zat cair, manusia memanfaatkan gema yang dipantulkan oleh dasar laut untuk mengukur kedalaman laut dengan menggunakan sistem sonar. Perhatikan contoh soal berikut!

Contoh Soal

Sebuah kapal mengeluarkan gelombang bunyi ke dasar laut. Selang 0,05 sekon kemudian bunyi pantulan dari dasar laut diterima oleh kapal. Jika cepat rambat bunyi di air laut 1.440 m/s, berapa kedalaman laut tersebut?

Penyelesaian:

Diketahui:

$$t = 0,05 \text{ sekon}$$

$$v = 1.440 \text{ m/s}$$

Ditanyakan: $s = \dots ?$

Jawab:

$$s = \frac{v \cdot t}{2}$$

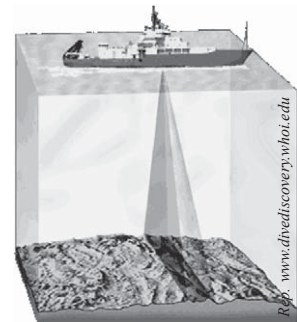
$$s = \frac{1.400 \cdot 0,05}{2}$$

$$s = 35 \text{ m}$$

Jadi, kedalaman laut tersebut adalah 35 m.



Sebaiknya Tahu



Gambar 21.5 Sonar memanfaatkan bunyi gema

Sonar merupakan alat untuk mendeteksi sesuatu di dalam air dengan menggunakan gelombang bunyi. Mesin sonar mengeluarkan bunyi blip ke dalam air. Ketika bunyi ini mengenai suatu benda di dalam air, bunyi tersebut akan dipantulkan kembali dalam bentuk gema. Sonar dapat digunakan untuk mencari bangkai kapal yang karam.



Kerja Mandiri 3

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

1. Sebutkan hukum pemantulan bunyi!
2. Apa yang dimaksud dengan gaung dan gema?
3. Seseorang sedang mengukur kedalaman suatu danau dengan menggunakan sonar. Jika kedalaman danau di titik tersebut 15 m dan cepat rambat bunyi di air danau 1.450 m/s, berapa lama waktu yang diperlukan oleh bunyi untuk dapat diterima oleh sonar?



Rangkuman

1. Bunyi merupakan gelombang mekanik yang merambat melalui medium.
2. Syarat terjadinya bunyi adalah ada sumber bunyi, medium, dan pendengar.
3. Bunyi berdasarkan frekuensinya ada 3 macam, yaitu:
 - a. bunyi infrasonik (frekuensi < 20 Hz),
 - b. bunyi audiosonik (frekuensi 20 Hz – 20.000 Hz), dan
 - c. bunyi ultrasonik (frekuensi > 20.000 Hz).
4. Hubungan antara cepat rambat bunyi, jarak, dan waktu dapat dirumuskan:

$$s = v \cdot t$$

5. Hukum Mersenne dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$f = \frac{1}{2\ell} \sqrt{\frac{F}{A\rho}}$$

6. Resonansi adalah peristiwa ikut bergetarnya suatu benda karena pengaruh getaran benda lain.
7. Panjang kolom udara pada peristiwa resonansi dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$\ell_n = \frac{2n-1}{4} \cdot \lambda$$

8. Bunyi hukum pemantulan bunyi adalah "Bunyi pantul dan bunyi datang terletak pada suatu bidang datar. Besar sudut pantul sama dengan sudut datang."
9. Macam-macam pemantulan bunyi dalam kehidupan sehari-hari antara lain:
 - a. bunyi pantul yang menguatkan bunyi asli,
 - b. gaung / kerdam, dan
 - c. gema.



Soal-soal Uji Kompetensi


A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

- Berikut ini merupakan syarat-syarat terjadinya bunyi, **kecuali**
 - ada zat perantara
 - ada sumber bunyi
 - ada pendengar
 - tidak melalui medium
- Sebuah mobil membunyikan klakson dan didengar oleh pejalan kaki setelah 2 sekon. Jika cepat rambat bunyi di udara 340 m/s maka jarak mobil dengan pejalan kaki adalah
 - 340 m
 - 342 m
 - 680 m
 - 682 m
- Bunyi yang frekuensinya tidak teratur disebut
 - gaung
 - gema
 - nada
 - desah
- Sebuah bel listrik berbunyi dengan frekuensi 40 Hz. Jika cepat rambat bunyi di udara 340 m/s, panjang gelombang bunyi bel listrik adalah
 - 8,0 m
 - 8,5 m
 - 9,0 m
 - 9,5 m
- Gelombang infrasonik memiliki frekuensi
 - kurang dari 20 Hz
 - lebih dari 20 Hz
 - lebih dari 20.000 Hz
 - antara 20 Hz–20.000 Hz
- Tinggi rendahnya nada tergantung pada
 - amplitudo
 - frekuensi
 - simpangan
 - periode
- Hukum Mersenne dirumuskan
 - $f = \frac{1}{\ell} \sqrt{\frac{\bar{F}}{A\rho}}$
 - $f = \frac{1}{2\ell} \sqrt{\frac{\bar{F}}{A\rho}}$
 - $f = \frac{1}{3\ell} \sqrt{\frac{\bar{F}}{A\rho}}$
 - $f = \frac{1}{2\ell} \sqrt{\frac{2\bar{F}}{A\rho}}$

- Sumber bunyi beresonansi pertama pada tinggi kolom udara 25 cm. Panjang gelombang kolom udara ketika beresonansi yang ke-2 kali adalah
 - 37,5 cm
 - 66,7 cm
 - 75 cm
 - 166,7 cm
- Sebuah batu dijatuhkan ke dalam sumur yang dalamnya 17 meter. Apabila cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s maka selang waktu yang dibutuhkan untuk mendengar bunyi pantulan batu mengenai dasar sumur adalah
 - 0,05 sekon
 - 0,10 sekon
 - 0,20 sekon
 - 0,34 sekon
- Bunyi pantul yang terdengar setelah bunyi asli disebut
 - gaung
 - gema
 - nada
 - desah

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

- Sebutkan syarat terjadi dan terdengarnya bunyi!
- Sebut dan jelaskan macam-macam bunyi berdasarkan frekuensinya!
- Sebuah kapal mengirim gelombang bunyi ke dasar laut. Jika cepat rambat bunyi di air laut 1.440 m/s dan kedalaman laut yang terukur 240 m, berapa sekon selang waktu antara bunyi asli dan bunyi pantul?
- Sebuah sirene mengeluarkan bunyi berfrekuensi 170 Hz dan cepat rambat bunyi di udara 340 m/s. Tentukan panjang gelombangnya!
- Sebuah gitar mempunyai perbandingan nada c : b = 24 : 45. Apabila frekuensi nada c adalah 264 Hz, tentukan frekuensi nada b!



Waduh rambutku masih aja acak-acakan, padahal tadi aku sudah berkaca di spion. Eh, kok bayangan kita di kaca spion terlihat lebih kecil, ya?

Oh, itu karena kaca spion terbuat dari cermin cembung dan bukan dari cermin datar seperti cermin yang kita pakai ini.

Oh, jadi begitu, ya? Aku baru tahu, lho!

Kita akan mempelajari pemantulan pada cermin dan pembiasan pada lensa. Kita akan mempelajari jalannya sinar dan pembentukan bayangan pada cermin dan lensa.

Benarkah? Kalau kamu mau tahu lebih banyak, hari ini kita akan belajar tentang cahaya.

Wah, asyik sekali. Setelah mempelajari bab ini, kita akan memahami sifat-sifat cahaya dan hubungannya dengan cermin dan lensa.

Gerbang



Gambar 22.1 Bayangan orang dapat muncul pada cermin karena ada cahaya yang mengenainya

Perhatikanlah gambar di atas! Saat seseorang bercermin, bayangan orang tersebut akan tampak jika ada cahaya yang mengenai orang tersebut. Namun, jika lampu mati atau dalam keadaan gelap gulita maka bayangan orang tersebut tidak dapat terlihat. Jadi, cahaya memiliki peran penting dalam kehidupan. Dengan cahaya, kita dapat melihat seluruh alam semesta dan mensyukuri nikmat Tuhan. Apakah sebenarnya cahaya itu? Untuk mengetahui lebih banyak tentang cahaya, mari kita pelajari materi berikut dengan saksama!

Kata kunci: cahaya – pemantulan – pembiasan – cermin – lensa – sifat bayangan

A. Pengertian Cahaya

Definisi cahaya telah berkembang dari masa ke masa. Berikut ini adalah beberapa teori tentang cahaya yang dikemukakan oleh para ilmuwan. Isaac Newton menyatakan bahwa cahaya adalah partikel-partikel kecil yang disebut korpuskel. Bila suatu sumber cahaya memancarkan cahaya maka partikel-partikel tersebut akan mengenai mata dan menimbulkan kesan akan benda tersebut.

Ilmuwan lain, yaitu Huygens, menyatakan bahwa cahaya merupakan gelombang, karena sifat-sifat cahaya mirip dengan sifat-sifat gelombang bunyi. Perbedaan antara gelombang cahaya dan gelombang bunyi terletak pada panjang gelombang dan frekuensinya. Sedangkan Maxwell menyatakan bahwa sesungguhnya cahaya merupakan gelombang elektromagnetik karena kecepatan gelombang elektromagnetik sama dengan kecepatan cahaya, yaitu sebesar 3×10^8 m/s. Gelombang elektromagnetik tercipta dari perpaduan antara kuat medan listrik dan kuat medan magnet yang saling tegak lurus. Gelombang elektromagnetik juga termasuk gelombang transversal, yang ditunjukkan dengan peristiwa polarisasi.

Berdasarkan penelitian-penelitian lebih lanjut, **cahaya** merupakan suatu gelombang elektromagnetik yang dalam kondisi tertentu dapat berkelakuan seperti suatu partikel. Sebagai sebuah gelombang, cahaya dapat dipantulkan dan dibiaskan, serta mengalami polarisasi dan interferensi. Pada pembelajaran kali ini, kamu akan mempelajari sifat cahaya sebagai gelombang elektromagnetik, yaitu pemantulan dan pembiasan cahaya pada cermin dan lensa.

Sebagai suatu gelombang, cahaya memiliki arah rambatan tertentu. Bagaimana arah rambatan cahaya? Untuk mengetahui arah rambat cahaya, lakukanlah kegiatan berikut!



Praktikum 1

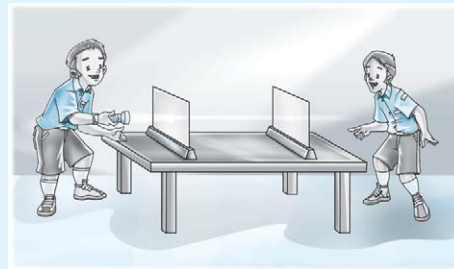
Arah Rambat Cahaya

A. Tujuan

Mengetahui arah rambatan cahaya.

B. Alat dan Bahan

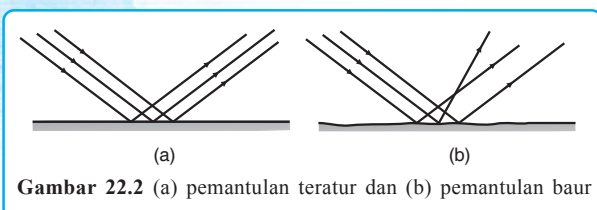
- | | |
|---------------------|----------|
| 1. Meja | 1 buah |
| 2. Lampu senter | 1 buah |
| 3. Kertas | 2 lembar |
| 4. Penyangga kertas | 2 buah |



C. Langkah Kerja

1. Letakkan 2 lembar kertas dengan penyangga di atas meja, seperti gambar di atas!
2. Buatlah lubang kecil pada masing-masing kertas!
3. Nyalakan senter dan arahkan ke kedua kertas tersebut!
4. Amatilah cahaya senter dari sisi lain kertas!
5. Buatlah kesimpulan dari kegiatan di atas! Sampaikan hasil kesimpulanmu di depan kelas untuk didiskusikan bersama kelompok lain dan gurumu!
6. Jangan lupa mengembalikan semua alat dan bahan yang telah selesai kamu gunakan!

B. Pemantulan Cahaya



Gambar 22.2 (a) pemantulan teratur dan (b) pemantulan baur

Sifat gelombang cahaya yang paling sering kita temui adalah **pemantulan cahaya**. Perhatikan kembali gambar 22.1 di depan! Bayangan orang yang bercermin akan tampak karena cermin memantulkan

cahaya yang mengenainya. Pemantulan cahaya ada dua macam, yaitu pemantulan teratur dan pemantulan baur. Perhatikan gambar di atas!

Pemantulan baur terjadi pada permukaan pantul yang tidak rata, misalnya dinding dan kayu. Ketika cahaya mengenai permukaan pantul yang tidak rata maka cahaya tersebut dipantulkan dengan arah yang tidak beraturan. Pemantulan baur dapat mendatangkan keuntungan sebagai berikut.

Pemantulan Baur

1. Tempat yang tidak terkena cahaya secara langsung masih terlihat terang.
2. Berkas cahaya pantulnya tidak menyilaukan.

Pemantulan teratur terjadi pada permukaan pantul yang mendatar atau rata. Ketika seberkas cahaya mengenai permukaan pantul yang rata, seluruh cahaya yang datang akan dipantulkan dengan arah yang teratur. Pemantulan teratur bersifat menyilaukan, namun ukuran bayangan yang terbentuk sesuai dengan ukuran benda. Pemantulan teratur biasa terjadi pada cermin. Cermin merupakan alat yang dapat memantulkan hampir seluruh cahaya yang mengenainya. Cermin ada tiga macam, yaitu cermin datar, cermin cekung, dan cermin cembung.

Pemantulan Teratur

Diskusi

Diskusikan dengan teman sebangkumu jenis-jenis pemantulan yang terjadi di sekitarmu! Golongkan jenis pemantulan yang kalian diskusikan ke dalam pemantulan teratur atau pemantulan baur! Sebutkan pula manfaat dan kelemahan dari pemantulan teratur dan baur dalam kehidupan sehari-hari!

1. Pemantulan pada Cermin Datar

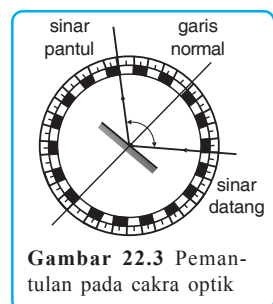
Cermin datar menghasilkan pemantulan teratur. Oleh karena itu, bayangan yang dihasilkan dapat digambarkan. Untuk mempelajari pemantulan pada cermin datar, perhatikan gambar peristiwa pemantulan pada alat cakra optik di samping!

Berdasar pengamatan dengan menggunakan cakra optik, Snellius menyimpulkan hal-hal berikut.

- a. Sinar datang, garis normal, dan sinar pantul terletak pada satu bidang datar.
- b. Sudut datang sama dengan sudut pantul.

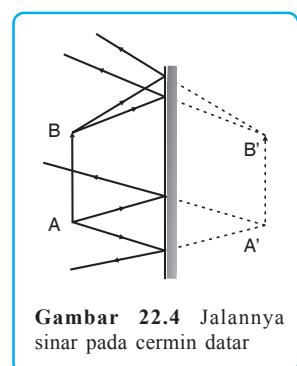
Pernyataan Snellius tersebut dikenal dengan **hukum pemantulan cahaya** (sinar).

Dengan menggunakan hukum pemantulan yang dikemukakan Snellius, jalannya sinar pada cermin datar dapat digambarkan seperti gambar 22.4 di samping. Dari gambar di samping, dapat disimpulkan bahwa sifat bayangan yang dihasilkan oleh cermin datar adalah maya, tegak, dan sama besar. Sifat bayangan cermin datar bersifat maya karena bayangan tersebut diperoleh dari hasil perpotongan perpanjangan sinar pantul. Bayangan yang terbentuk oleh cermin datar juga bersifat tegak dan sama besar karena bayangan yang dibentuk sama persis letak dan ukurannya dengan letak dan ukuran benda.



Gambar 22.3 Pemantulan pada cakra optik

Hukum Pemantulan Cahaya



Gambar 22.4 Jalannya sinar pada cermin datar

Jika dua buah cermin datar disusun sehingga membentuk sudut α maka akan diperoleh beberapa buah bayangan. Banyak bayangan yang terbentuk antara dua cermin dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1 \quad \dots (22.1)$$

Keterangan:

n : banyaknya bayangan yang terbentuk

α : sudut yang diapit oleh kedua cermin

Untuk dapat lebih memahami penerapan rumus di atas, simaklah contoh soal berikut, kemudian kerjakan pelatihan di bawahnya!

Contoh Soal

Sebuah benda terletak di antara dua cermin datar yang membentuk sudut sebesar 90° . Tentukan banyaknya bayangan yang terjadi!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$\alpha = 90^\circ$$

Ditanyakan: $n = \dots?$

Jawab :

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

$$n = \frac{360^\circ}{90} - 1$$

$$n = 3 \text{ buah}$$

Jadi, banyak bayangan yang dibentuk oleh kedua cermin tersebut ada 3 buah.



Kerja Mandiri

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

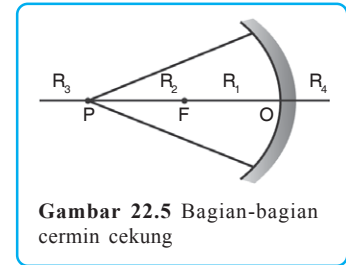
1. Tentukan banyaknya bayangan yang terjadi jika dua cermin datar disusun sehingga mengapit sudut 45° !
2. Jika dua cermin datar membentuk 5 buah bayangan, tentukan sudut yang dibentuk oleh kedua cermin!

2. Pemantulan pada Cermin Cekung

Cermin cekung adalah cermin yang permukaannya pantulnya melengkung ke dalam. Perhatikan gambar 22.5 berikut! Cermin cekung mempunyai bagian-bagian sebagai berikut.

**Cermin
Cekung**

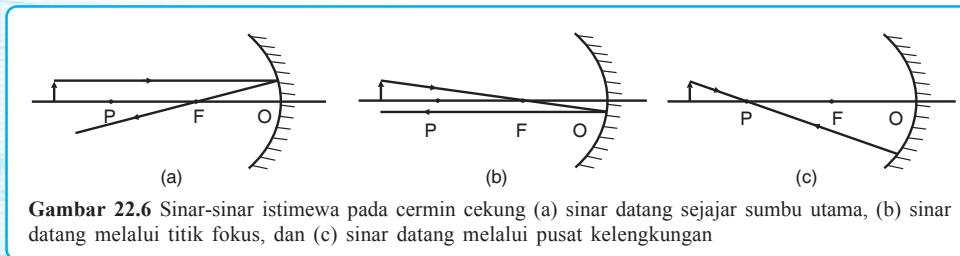
- P : titik pusat kelengkungan cermin
- F : titik fokus
- O : titik pusat permukaan cermin
- OF : jarak fokus, panjangnya $\frac{1}{2}$ jari-jari kelengkungan cermin (f)
- OP : sumbu utama cermin
- $R_1, R_2,$ dan R_3 : ruang di depan cermin
- R_4 : ruang di belakang cermin



Gambar 22.5 Bagian-bagian cermin cekung

Cermin cekung memiliki sifat-sifat sebagai berikut.

- Cermin cekung akan memantulkan sinar-sinar sejajar menuju titik fokusnya.
 - Cermin cekung bersifat mengumpulkan cahaya atau disebut konvergen.
- Ada tiga buah sinar istimewa pada cermin cekung. Ketiga sinar istimewa tersebut dilukiskan pada gambar berikut.



Gambar 22.6 Sinar-sinar istimewa pada cermin cekung (a) sinar datang sejajar sumbu utama, (b) sinar datang melalui titik fokus, dan (c) sinar datang melalui pusat kelengkungan

Dari gambar 22.6 di atas, dapat diketahui bahwa:

- sinar datang yang sejajar sumbu utama dipantulkan melalui titik fokus,
- sinar datang yang melalui titik fokus dipantulkan sejajar sumbu utama, dan
- sinar datang yang melalui pusat kelengkungan cermin dipantulkan melalui jalan semula.

Untuk melukiskan bayangan pada cermin cekung digunakan dua sinar istimewa. Perpotongan dua sinar istimewa tersebut merupakan letak bayangan benda. Sifat bayangan yang terbentuk oleh cermin cekung tergantung pada letak benda dan letak bayangan.

- Benda di R_3 dan bayangan di R_2 maka sifat bayangannya adalah nyata, terbalik, dan diperkecil.
- Benda di R_2 dan bayangan di R_3 maka sifat bayangannya adalah nyata, terbalik, dan diperbesar.
- Benda di titik P dan bayangan di titik P maka sifat bayangannya adalah nyata, terbalik, dan sama besar.
- Benda di R_1 dan bayangan di R_4 maka sifat bayangannya maya, tegak, dan diperbesar.
- Benda di titik fokus maka tidak terjadi bayangan.

Persamaan yang berlaku untuk cermin cekung adalah sebagai berikut.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$f = \frac{1}{2}R$$

... (22.2)

Sedangkan perbesaran cermin cekung dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$M = \left| \frac{s'}{s} \right| = \left| \frac{h'}{h} \right| \quad \dots (22.3)$$

Keterangan:

- f : fokus cermin (cm atau m)
- s : jarak benda ke cermin (cm atau m)
- s' : jarak bayangan ke cermin (cm atau m)
- R : jari-jari (cm atau m)
- h' : tinggi bayangan (cm atau m)
- h : tinggi benda (cm atau m)
- M : perbesaran

Sifat bayangan yang terbentuk pada cermin cekung juga dapat ditentukan dengan cara berikut.

- a. Jika s' bernilai (+) maka bayangan bersifat nyata dan terbalik, namun jika s' bernilai (-) maka bayangan bersifat maya dan tegak.
- b. Jika $M > 1$ maka bayangan diperbesar. Jika $M = 1$ maka bayangan sama besar dengan benda. Jika $M < 1$ maka bayangan diperkecil.

Untuk dapat lebih memahami materi di atas, simaklah contoh soal berikut!

Contoh Soal

Sebuah benda setinggi 1 cm di depan cermin cekung dengan fokus 2 cm. Jika benda berada pada jarak 4 cm di depan cermin, tentukan :

- a. jarak bayangan,
- b. perbesaran,
- c. tinggi bayangan,
- d. sifat bayangan, dan
- e. gambar jalannya sinar!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$h = 1 \text{ cm}$$

$$f = 2 \text{ cm}$$

$$s = 4 \text{ cm}$$

Ditanyakan:

- a. $s' = \dots?$
- b. $M = \dots?$
- c. $h' = \dots?$
- d. Sifat bayangan = ...?
- e. Lukisan jalannya sinar = ...?

Jawab:

$$a. \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{4} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{2} - \frac{1}{4} = \frac{1}{s'}$$

$$\frac{2}{4} - \frac{1}{4} = \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{s'}$$

$$s' = 4 \text{ cm}$$

Jadi, jarak bayangannya 4 cm di depan cermin.

b. $M = \left| \frac{s'}{s} \right|$

$$M = \left| \frac{4}{4} \right|$$

$$M = 1 \text{ kali}$$

Jadi, perbesaran cermin tersebut adalah 1 kali.

c. $M = \left| \frac{h'}{h} \right|$

$$1 = \left| \frac{h'}{1} \right|$$

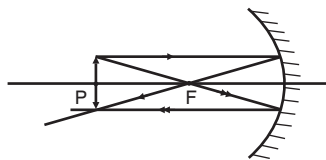
$$h' = 1 \text{ cm}$$

Jadi, tinggi bayangan benda tersebut adalah 1 cm.

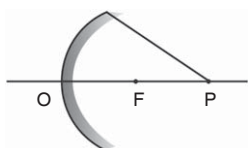
d. Sifat bayangan:

- karena s' bernilai positif (+) maka bayangan bersifat nyata dan terbalik.
- karena $M = 1$ maka bayangan sama besar dengan benda.

e. Lukisan jalannya sinar pada cermin tersebut adalah sebagai berikut.



3. Pemantulan pada Cermin Cembung



Gambar 22.7 Bagian-bagian cermin cembung

Cermin cembung adalah cermin yang permukaan pantulnya melengkung ke luar. Perhatikan gambar 22.7 di samping! Cermin cembung mempunyai bagian-bagian sebagai berikut.

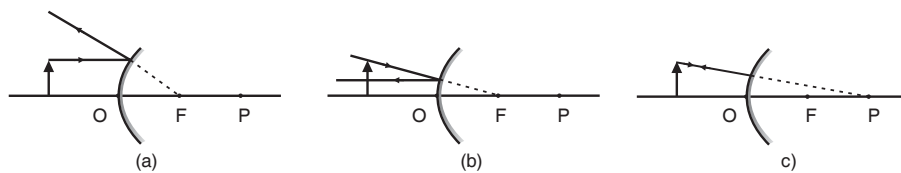
Cermin Cembung

- P : titik pusat kelengkungan cermin
- F : titik fokus
- O : titik pusat permukaan cermin
- OF : jarak fokus, panjangnya $\frac{1}{2}$ jari-jari kelengkungan cermin (f)
- OP : sumbu utama cermin

Cermin cembung memiliki sifat-sifat sebagai berikut.

- Berkas sinar yang sejajar sumbu utama dipantulkan seolah-olah berasal dari titik fokus.
- Cermin cembung bersifat menyebarkan cahaya atau disebut divergen.

Ada tiga buah sinar istimewa pada cermin cembung. Ketiga sinar istimewa tersebut dilukiskan pada gambar berikut.



Gambar 22.8 Sinar-sinar istimewa pada cermin cembung (a) sinar datang sejajar sumbu utama, (b) sinar datang menuju titik fokus, dan (c) sinar datang menuju pusat kelengkungan cermin

Berdasarkan gambar di atas, dapat diketahui bahwa sinar-sinar istimewa pada cermin cembung adalah sebagai berikut.

- Sinar datang sejajar sumbu utama dipantulkan seolah-olah berasal dari titik fokus.
- Sinar datang menuju titik fokus dipantulkan sejajar sumbu utama.
- Sinar datang menuju pusat kelengkungan cermin akan dipantulkan melalui sinar datang.

Untuk menentukan letak dan sifat bayangan pada cermin cembung, digunakan dua buah sinar istimewa. Sifat bayangan yang terbentuk oleh cermin cembung sama dengan sifat bayangan pada cermin cekung. Persamaan yang berlaku pada cermin cembung juga sama dengan persamaan pada cermin cekung, yaitu:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$M = \left| \frac{s'}{s} \right| = \left| \frac{h'}{h} \right|$$

Perbedaan persamaan cermin cekung dan cermin cembung terletak pada nilai fokus kedua cermin. Fokus cermin cekung bernilai positif (+), sedangkan fokus cermin cembung bernilai negatif (-).

Untuk lebih memahami materi di atas, simaklah contoh soal berikut dengan baik! Setelah kamu memahami contoh soal tersebut, kerjakan pelatihan di bawahnya!

Contoh Soal

Sebuah benda setinggi 3 cm berada pada jarak 5 cm di depan cermin cembung dengan fokus 5 cm. Tentukan:

- jarak bayangan,
- perbesaran,
- tinggi bayangan,
- sifat bayangan, dan
- lukisan jalannya sinar!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$h = 3 \text{ cm}$$

$$s = 5 \text{ cm}$$

$$f = -5 \text{ cm}$$

Ditanyakan:

- $s' = \dots?$
- $M = \dots?$
- $h' = \dots?$
- Sifat bayangan = $\dots?$
- Jalannya sinar = $\dots?$

Jawab:

$$\text{a. } \frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{-5} = \frac{1}{5} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{-5} - \frac{1}{5} = \frac{1}{s'}$$

$$-\frac{2}{5} = \frac{1}{s'}$$

$$s' = -\frac{5}{2} \text{ cm} = -2,5 \text{ cm}$$

Jadi, jarak bayangannya 2,5 cm di belakang cermin.

$$\text{b. } M = \left| \frac{s'}{s} \right| = \left| \frac{-2,5}{5} \right| = \frac{1}{2}$$

Jadi, perbesaran cermin tersebut adalah $\frac{1}{2}$.

$$\text{c. } M = \left| \frac{h'}{h} \right|$$

$$\frac{1}{2} = \left| \frac{h'}{3} \right|$$

$$h' = \frac{3}{2} \text{ cm} = 1,5 \text{ cm}$$

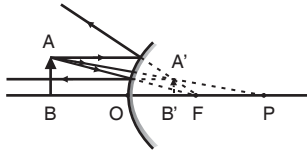
Jadi, tinggi bayangannya 1,5 cm.

d. Sifat bayangan:

- karena s' bernilai negatif (-) maka bayangan bersifat maya dan tegak.

- karena $M = \frac{1}{2}$ maka bayangan diperkecil.

e. Lukisan jalannya sinar pada cermin tersebut adalah sebagai berikut.



Kerja Berpasangan

Kerjakan bersama teman sebangkumu!

1. Sebuah benda berada pada jarak 8 cm di depan cermin cekung dengan fokus 5 cm, tentukan jarak bayangan!
2. Jika suatu benda berada di depan cermin cekung dengan fokus 20 cm sehingga terbentuk bayangan nyata, terbalik, dan diperbesar 2 kali maka tentukan jarak benda ke cermin!
3. Sebuah benda berada pada jarak 4 cm di depan cermin cembung dengan fokus 20 cm, tentukan jarak dan sifat bayangan!
4. Suatu benda berada di depan cermin cembung dengan fokus 10 cm. Jika bayangan yang dihasilkan oleh benda bersifat maya, tegak, dan diperkecil $\frac{1}{2}$ kali semula, tentukan jarak benda!
5. Sebutkan pemanfaatan cermin datar, cermin cekung, dan cermin cembung sehari-hari!

C. Pembiasan Cahaya

Ketika suatu berkas sinar melalui dua buah medium yang berbeda kerapatannya maka sinar tersebut akan dibelokkan. Peristiwa pembelokkan sinar tersebut dikenal sebagai pembiasan. Untuk lebih memahami peristiwa **pembiasan cahaya**, lakukan kegiatan berikut!

**Pembiasan
Cahaya**



Praktikum 2

Pembiasan Cahaya

A. Tujuan

Mengamati peristiwa pembiasan.

B. Alat dan Bahan

1. Gelas berisi air 1 buah
2. Pensil 1 buah

C. Langkah Kerja

1. Masukkan pensil ke dalam gelas berisi air!
2. Amati bentuk pensil setelah dimasukkan ke dalam air!
3. Buatlah kesimpulan dari kegiatan di atas! Sampaikan hasil kesimpulanmu di depan kelas untuk didiskusikan bersama kelompok lain dan gurumu!
4. Kembalikan semua alat dan bahan yang telah selesai kamu gunakan ke tempat semula!



Sebelumnya telah disebutkan bahwa pembiasan cahaya terjadi jika cahaya tersebut melalui dua medium yang berbeda kerapatannya. Pada percobaan di atas, cahaya merambat dari udara menuju air. Kerapatan air lebih besar daripada kerapatan udara, akibatnya pensil yang berada di dalam air tampak patah. Pembelokan ini terjadi karena cepat rambat cahaya dalam medium satu dengan yang lain berbeda-beda. Perbandingan cepat rambat cahaya di ruang hampa dan cepat rambat cahaya dalam medium disebut **indeks bias** dan dirumuskan sebagai berikut.

$$n = \frac{c}{c_n}$$

... (22.4)

Keterangan:

- n : indeks bias
 c : cepat rambat cahaya di ruang hampa ($3 \cdot 10^8$ m/s)
 c_n : cepat rambat cahaya dalam medium (m/s)

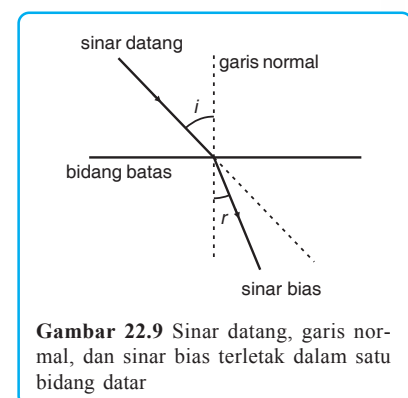
Pada pembiasan berlaku **hukum Snellius tentang pembiasan**, yang berbunyi sebagai berikut.

1. Sinar datang, garis normal, dan sinar bias terletak dalam satu bidang datar.
2. Perbandingan antara proyeksi sinar datang dan proyeksi sinar bias pada bidang batas merupakan bilangan tetap yang disebut **indeks bias relatif**.

Untuk lebih memahami hukum Snellius tentang pembiasan, perhatikan gambar di samping!

Indeks Bias

Hukum Snellius tentang Pembiasan



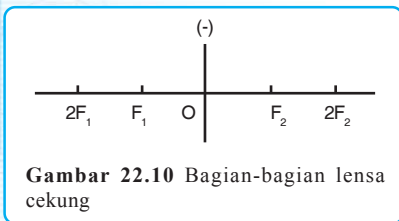
Sudut sinar datang (i) adalah sudut antara sinar datang dan garis normal. Sudut sinar bias (r) adalah sudut antara sinar bias dan garis normal. Garis normal (N) adalah garis tegak lurus pada bidang batas antara dua medium.

Besar sudut bias akan lebih kecil dibanding sudut datang, jika sinar datang dari medium renggang ke medium rapat. Namun sebaliknya, jika sinar datang dari medium rapat ke renggang maka sudut bias akan lebih besar dibandingkan dengan sudut datang.

Untuk mengamati peristiwa pembiasan cahaya, dapat digunakan sebuah lensa. **Lensa** adalah benda bening yang dibatasi oleh dua bidang lengkung atau bidang lengkung dan bidang datar. Lensa ada dua macam, yaitu lensa cekung dan lensa cembung.

Lensa

1. Pembiasan pada Lensa Cekung



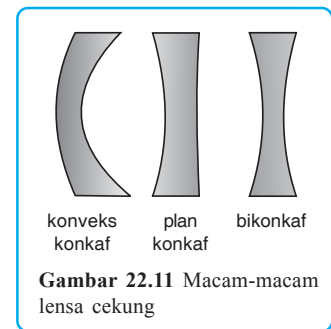
Gambar 22.10 Bagian-bagian lensa cekung

Lensa cekung atau lensa konkaf merupakan lensa yang bersifat menyebarkan cahaya sehingga disebut sebagai lensa divergen. Jari-jari kelengkungan lensa cekung bernilai negatif. Bagian-bagian dari lensa cekung dapat kamu perhatikan pada gambar di samping.

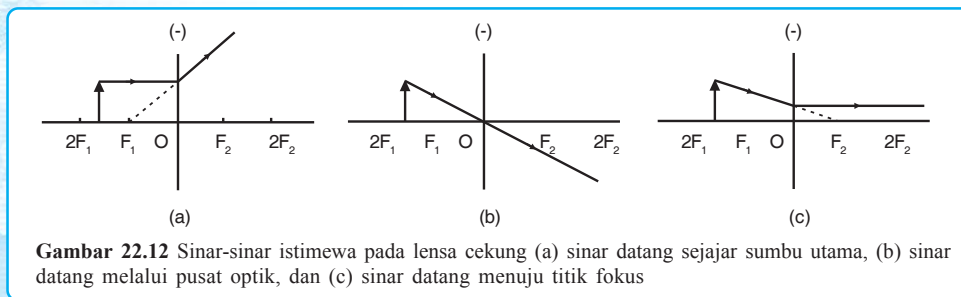
Lensa Cekung

- O: titik pusat lensa
- F_1 : titik fokus permukaan lensa cekung 1
- F_2 : titik fokus permukaan lensa cekung 2

Ada beberapa macam lensa cekung, yaitu lensa konveks konkaf, lensa plan konkaf, dan lensa bikonkaf. Perhatikan gambar 22.11 di samping! Lensa konveks konkaf adalah lensa yang salah satu permukaannya berbentuk bidang cekung dan permukaan lainnya berbentuk bidang cembung. Lensa plan konkaf adalah lensa cekung yang salah satu permukaannya berbentuk bidang datar. Sedangkan lensa bikonkaf adalah lensa cekung yang kedua permukaannya berupa bidang cekung. Lensa cekung memiliki tiga sinar istimewa. Perhatikan gambar berikut!



Gambar 22.11 Macam-macam lensa cekung



Gambar 22.12 Sinar-sinar istimewa pada lensa cekung (a) sinar datang sejajar sumbu utama, (b) sinar datang melalui pusat optik, dan (c) sinar datang menuju titik fokus

Sinar-sinar istimewa tersebut adalah sebagai berikut.

- Sinar datang sejajar sumbu utama dibiaskan seolah-olah berasal dari titik fokus.
- Sinar datang melalui pusat optik akan diteruskan tanpa dibiaskan.
- Sinar datang menuju titik fokus akan dibiaskan sejajar sumbu utama.

Persamaan yang berlaku pada lensa cekung adalah sebagai berikut.

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

... (22.5)

Perbesaran pada lensa cekung dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$M = \left| \frac{s'}{s} \right| = \left| \frac{h'}{h} \right|$$

Sifat bayangan yang dibentuk oleh lensa cekung sama dengan sifat bayangan pada cermin.

Lensa cekung memiliki kemampuan untuk menyebarkan sinar. Kemampuan ini disebut **kekuatan lensa**. Semakin kecil jarak fokus lensa, semakin besar kekuatan lensa untuk menyebarkan sinar. Kekuatan lensa cekung dirumuskan sebagai berikut.

Kekuatan Lensa

$$P = \frac{1}{f}$$

... (22.6)

Keterangan:

P : kekuatan lensa (dioptri)

f : fokus lensa (m)

Untuk membantumu memahami penerapan matematis rumus-rumus di atas, simaklah contoh soal berikut!

Contoh Soal

1. Sebuah benda setinggi 1 cm berada di depan lensa cekung dengan fokus 2 cm. Jika jarak benda 4 cm maka tentukanlah:
 - a. jarak bayangan,
 - b. perbesaran,
 - c. tinggi bayangan,
 - d. sifat, dan
 - e. lukis jalannya sinar!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$s = 4 \text{ cm}$$

$$h = 1 \text{ cm}$$

$$f = 2 \text{ cm}$$

Ditanyakan:

- a. $s' = \dots?$
- b. $M = \dots?$
- c. $h' = \dots?$
- d. Sifat bayangan = ...?
- e. Jalannya sinar = ...?

Jawab:

$$a. \frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{-2} = \frac{1}{4} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{-2} - \frac{1}{4} = \frac{1}{s'}$$

$$-\frac{3}{4} = \frac{1}{s'}$$

$$s' = -\frac{4}{3} \text{ cm} = -1,3 \text{ cm}$$

Jadi, jarak bayangannya 1,3 cm di belakang lensa.

b. $M = \left| \frac{s'}{s} \right|$

$$M = \left| \frac{-1,3}{4} \right|$$

$$M = \frac{1}{3} \text{ kali}$$

Jadi, perbesaran lensa tersebut adalah $\frac{1}{3}$.

c. $M = \left| \frac{h'}{h} \right|$

$$\frac{1}{3} = \left| \frac{h'}{1} \right|$$

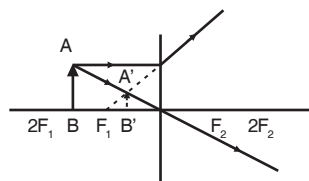
$$h' = \frac{1}{3} \text{ cm} = 0,3 \text{ cm}$$

Jadi, tinggi bayangannya 0,3 cm.

d. Sifat:

- karena s' (-) maka bayangan bersifat maya dan tegak.
- karena $M = \frac{1}{3}$ maka bayangan lebih kecil (diperkecil).

e. Lukisan jalannya sinar pada lensa cekung tersebut adalah sebagai berikut.



2. Sebuah lensa cekung mempunyai fokus 20 cm. Tentukan kekuatan lensanya!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$f = 20 \text{ cm}$$

Ditanyakan: $P = \dots?$

Jawab:

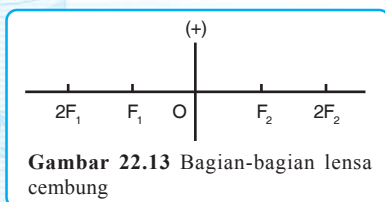
$$P = \frac{1}{f}$$

$$P = \frac{1}{-0,2}$$

$$P = -5 \text{ dioptri}$$

Jadi, kekuatan lensa cekung tersebut adalah -5 dioptri.

2. Pembiasan pada Lensa Cembung

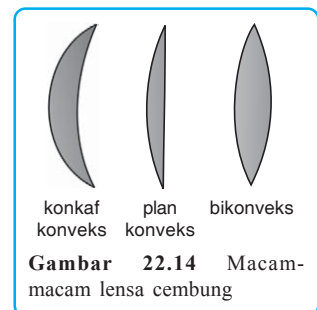


Lensa cembung atau lensa konveks merupakan lensa yang bersifat mengumpulkan cahaya sehingga disebut sebagai lensa konvergen. Berbeda dengan lensa cekung, jari-jari kelengkungan lensa cembung bernilai positif. Perhatikan gambar di samping!

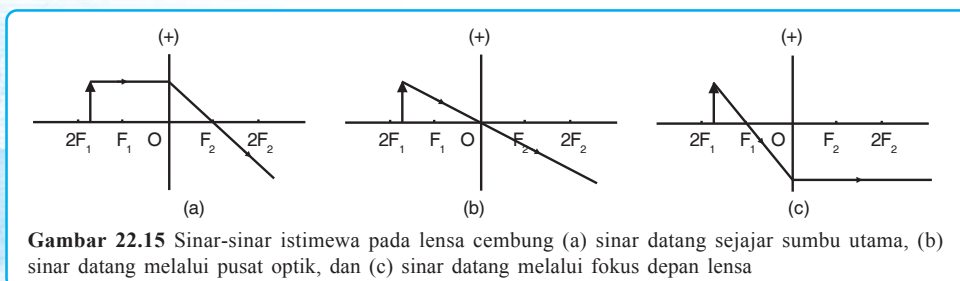
Lensa Cembung

- O: titik pusat lensa
- F_1 : titik fokus permukaan lensa cembung 1
- F_2 : titik fokus permukaan lensa cembung 2

Lensa cembung ada tiga macam, yaitu konkaf konveks, plan konveks, dan bikonveks. Lensa konkaf konveks adalah lensa cembung yang salah satu permukaannya berbentuk bidang cembung sedangkan permukaan yang lain berbentuk bidang cekung. Lensa plan konveks adalah lensa cembung yang salah satu permukaannya berbentuk bidang datar. Sedangkan lensa bikonveks adalah lensa cembung yang kedua permukaannya berbentuk bidang cembung.



Lensa cembung memiliki tiga sinar istimewa. Perhatikan gambar berikut!



Dari gambar 22.15 dapat diketahui bahwa sinar-sinar istimewa pada lensa cembung adalah sebagai berikut.

- Sinar datang sejajar sumbu utama akan dibiaskan melalui titik fokus.
- Sinar datang melalui pusat optik akan diteruskan tanpa dibiaskan.
- Sinar datang melalui fokus depan lensa akan dibiaskan sejajar sumbu utama.

Persamaan lensa dan kekuatan lensa cembung sama dengan lensa cekung, perbedaannya terletak pada nilai jari-jari dan fokus untuk lensa cembung bernilai positif.

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

Perbesaran pada lensa cembung juga dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$M = \frac{|s'|}{|s|} = \frac{|h'|}{|h|}$$

Kekuatan lensa cembung ditentukan dengan rumus:

$$P = \frac{1}{f}$$

Simaklah contoh soal berikut ini! Setelah kamu memahami contoh soal berikut, kerjakan pelatihan di bawahnya!

Contoh Soal

Sebuah benda setinggi 1 cm diletakkan di depan lensa cembung pada jarak 3 cm. Jika fokus lensa adalah 2 cm, tentukan:

- jarak bayangan,
- perbesaran,
- tinggi bayangan,
- sifat, dan
- lukisan bayangan!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$h = 1 \text{ cm}$$

$$s = 3 \text{ cm}$$

$$f = 2 \text{ cm}$$

Ditanyakan:

- $s' = \dots?$
- $M = \dots?$
- $h' = \dots?$
- Sifat bayangan = ...?
- Lukisan bayangan = ...?

Jawab:

$$\text{a. } \frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{2} - \frac{1}{3} = \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{6} = \frac{1}{s'}$$

$$s' = 6 \text{ cm}$$

Jadi, jarak bayangan benda tersebut adalah 6 cm dari titik pusat lensa.

b. $M = \left| \frac{s'}{s} \right|$

$$M = \left| \frac{6}{3} \right|$$

$$M = 2 \text{ kali}$$

Jadi, perbesaran lensa cembung tersebut adalah 2 kali.

c. $M = \left| \frac{h'}{h} \right|$

$$2 = \left| \frac{h'}{1} \right|$$

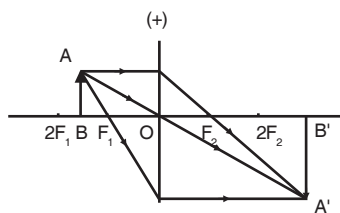
$$h' = 2 \text{ cm}$$

Jadi, tinggi bayangannya 2 cm.

d. Sifat:

- karena s' (+) maka bayangan bersifat nyata dan terbalik.
- karena $M = 2$ maka bayangan diperbesar.

e. Lukisan jalannya sinar pada lensa cembung tersebut adalah sebagai berikut.



Kerja Kelompok

Kerjakan bersama kelompokmu!

1. Benda setinggi 1 cm berada di depan lensa cembung dengan fokus 4 cm. Jika jarak benda 2 cm maka tentukan tinggi, sifat, dan lukisan bayangan yang terbentuk!
2. Sebuah benda setinggi 4 cm berada di depan lensa cekung yang memiliki fokus 10 cm. Tentukan jarak bayangan yang terbentuk!
3. Sebuah lensa cekung mempunyai fokus 80 cm. Tentukan kekuatan lensa cekung tersebut!
4. Sebuah lensa cembung mempunyai kekuatan $-\frac{3}{4}$ dioptri. Tentukan fokus lensa tersebut!
5. Sebutkan manfaat lensa cekung dan lensa cembung dalam kehidupan sehari-hari!





Rangkuman

1. Cahaya merupakan gelombang elektromagnetik yang dalam kondisi tertentu dapat berkelakuan seperti suatu partikel.
2. Bayangan pada cermin datar bersifat tegak, maya, dan sama besar.
3. Banyaknya bayangan yang terbentuk oleh 2 cermin datar yang membentuk sudut dinyatakan:

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

4. Hukum pemantulan cahaya berbunyi:
 - a. Sinar datang, garis normal, dan sinar pantul terletak pada satu bidang datar.
 - b. Sudut datang sama dengan sudut pantul.
5. Tiga sinar istimewa pada cermin cekung adalah sebagai berikut.
 - a. Sinar datang sejajar sumbu utama dipantulkan melalui titik fokus.
 - b. Sinar datang melalui titik fokus dipantulkan sejajar sumbu utama.
 - c. Sinar datang melalui pusat kelengkungan cermin dipantulkan melalui jalan semula.
6. Sinar-sinar istimewa pada cermin cembung adalah:
 - a. Sinar datang sejajar sumbu utama dipantulkan seolah-olah berasal dari titik fokus.
 - b. Sinar datang menuju titik fokus dipantulkan sejajar sumbu utama.
 - c. Sinar datang menuju pusat kelengkungan cermin akan dipantulkan melalui sinar datang.
7. Lensa adalah benda bening yang dibatasi oleh dua bidang lengkung atau bidang lengkung dan bidang datar.
8. Sinar-sinar istimewa pada lensa cekung adalah:
 - a. Sinar datang sejajar sumbu utama dibiaskan seolah-olah berasal dari titik fokus.
 - b. Sinar datang melalui pusat optik akan diteruskan tanpa dibiaskan.
 - c. Sinar datang menuju titik fokus akan dibiaskan sejajar sumbu utama.
9. Sinar-sinar istimewa pada lensa cembung adalah:
 - a. Sinar datang sejajar sumbu utama akan dibiaskan melalui titik fokus.
 - b. Sinar datang melalui pusat optik akan diteruskan tanpa dibiaskan.
 - c. Sinar datang melalui fokus depan lensa akan dibiaskan sejajar sumbu utama.
10. Persamaan pada cermin dan lensa adalah sebagai berikut.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$f = \frac{1}{2}R$$

$$M = \left| \frac{s'}{s} \right| = \left| \frac{h'}{h} \right|$$

11. Sifat bayangan pada cermin dan lensa adalah:

- Jika s' bernilai (+) maka bayangan bersifat nyata dan terbalik.
- Jika s' bernilai (-) maka bayangan bersifat maya dan tegak.
- Jika $M > 1$ maka bayangan diperbesar.
- Jika $M = 1$ maka bayangan sama besar dengan benda.
- Jika $M < 1$ bayangan diperkecil.

12. Kekuatan lensa dirumuskan:

$$P = \frac{1}{f}$$

13. Indeks bias adalah perbandingan cepat rambat cahaya di ruang hampa dan cepat rambat cahaya dalam medium.

$$n = \frac{c}{c_n}$$

14. Hukum Snellius tentang pembiasan berbunyi:

- Sinar datang, garis normal, dan sinar bias terletak dalam satu bidang datar.
- Perbandingan antara proyeksi sinar datang dan proyeksi sinar bias pada bidang batas merupakan bilangan tetap yang disebut indeks bias relatif.



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

1. Cermin datar menghasilkan bayangan yang bersifat
 - a. maya, tegak, dan diperkecil
 - b. maya, tegak, dan diperbesar
 - c. maya, tegak, dan sama besar
 - d. maya, terbalik, dan sama besar
2. Dua buah cermin datar mengapit sudut 60° . Banyaknya bayangan yang terbentuk antara dua cermin adalah
 - a. 6 buah
 - b. 5 buah
 - c. 4 buah
 - d. 2 buah
3. Sebuah benda berada pada jarak 2 cm di depan cermin cekung dengan fokus 10 cm. Jarak bayangan dari cermin adalah
 - a. -10 cm
 - b. -8 cm
 - c. -5 cm
 - d. -2,5 cm
4. Sebuah benda setinggi 1 m di depan cermin cembung dengan fokus 0,5 m. Jika jarak benda 2 m maka tinggi bayangan adalah
 - a. 0,2 m
 - b. 0,3 m
 - c. 0,4 m
 - d. 0,5 m
5. Sebuah benda setinggi 2 cm di depan lensa cembung dengan fokus 10 cm. Jika jarak benda ke lensa 5 cm maka jarak bayangan ke lensa adalah
 - a. 10 cm maya
 - b. 10 cm nyata
 - c. 8 cm maya
 - d. 8 cm nyata
6. Sebuah benda setinggi 1 cm di depan lensa cekung dengan fokus 3 cm. Jika jarak benda ke lensa 6 cm maka tinggi bayangan adalah
 - a. $\frac{1}{6}$ cm
 - b. $\frac{1}{5}$ cm
 - c. $\frac{1}{4}$ cm
 - d. $\frac{1}{3}$ cm
7. Suatu benda berada di depan cermin cembung dengan jari-jari 20 cm. Jika bayangan yang terbentuk maya, tegak, diperkecil $\frac{1}{4}$ kali semula maka jarak benda ke cermin adalah
 - a. 10 cm
 - b. 20 cm
 - c. 30 cm
 - d. 50 cm
8. Berikut ini yang **tidak** termasuk sinar istimewa pada cermin cembung adalah
 - a. sinar datang sejajar sumbu utama dipantulkan melalui fokus
 - b. sinar datang menuju titik fokus dipantulkan sejajar sumbu utama
 - c. sinar datang menuju pusat kelengkungan dipantulkan melalui jalan semula
 - d. sinar datang sejajar sumbu utama dipantulkan seolah-olah berasal dari titik fokus

9. Jika bayangan yang terbentuk oleh lensa cembung adalah maya, tegak, dan diperbesar 2 kali, sedangkan jarak benda adalah 4 cm di depan lensa maka fokus lensa adalah

a. $\frac{8}{3}$ cm

b. $\frac{7}{3}$ cm

c. $\frac{6}{3}$ cm

d. $\frac{5}{3}$ cm

10. Sebuah lensa cembung mempunyai jari-jari 20 cm. Kekuatan lensa tersebut adalah

a. $\frac{1}{2}$ dioptri

b. 1 dioptri

c. 2 dioptri

d. 5 dioptri

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

1. Sebutkan bunyi hukum pemantulan cahaya!

2. Dua cermin datar disusun sehingga mengapit sudut 45° . Tentukan banyak bayangan yang terbentuk di antara kedua cermin!

3. Sebuah benda berada pada jarak 4 cm di depan cermin datar. Tentukan jarak dan sifat bayangan!

4. Sebuah benda setinggi 20 cm berada pada jarak 1 m di depan cermin cekung dengan fokus 0,5 m, tentukan:

a. jarak bayangan,

b. perbesaran,

c. tinggi bayangan,

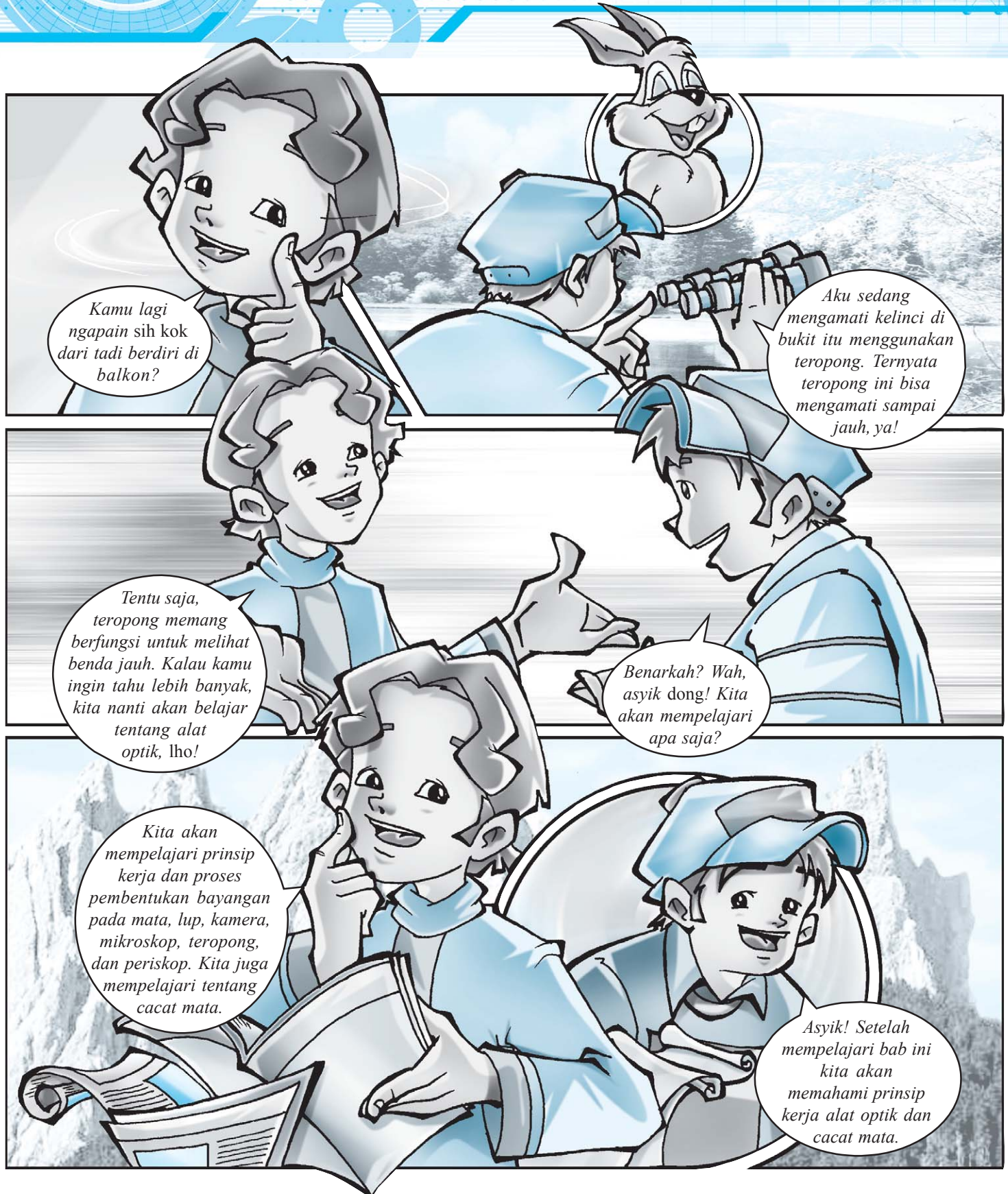
d. sifat bayangan, dan

e. lukisan bayangan!

5. Bayangan yang terbentuk oleh lensa cekung dengan fokus 40 cm adalah

maya, tegak, diperkecil $\frac{1}{2}$ kali semula.

Tentukan jarak benda ke lensa!



Kamu lagi ngapain sih kok dari tadi berdiri di balkon?

Aku sedang mengamati kelinci di bukit itu menggunakan teropong. Ternyata teropong ini bisa mengamati sampai jauh, ya!

Tentu saja, teropong memang berfungsi untuk melihat benda jauh. Kalau kamu ingin tahu lebih banyak, kita nanti akan belajar tentang alat optik, lho!

Benarkah? Wah, asyik dong! Kita akan mempelajari apa saja?

Kita akan mempelajari prinsip kerja dan proses pembentukan bayangan pada mata, lup, kamera, mikroskop, teropong, dan periskop. Kita juga mempelajari tentang cacat mata.

Asyik! Setelah mempelajari bab ini kita akan memahami prinsip kerja alat optik dan cacat mata.

Gerbang

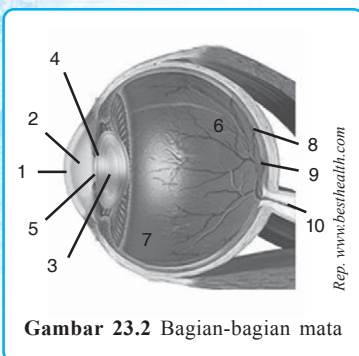


Gambar 23.1 Kacamata digunakan untuk membantu penglihatan

Perhatikan gambar di atas! Pada gambar tampak dua orang yang memakai kacamata sedang membaca. Namun, pernahkah terlintas dalam pikiran kamu mengapa kedua orang tersebut memakai kacamata? Samakah jenis kacamata yang mereka gunakan? Kedua orang tersebut memakai kacamata karena mereka mengalami cacat mata. Kacamata yang mereka gunakan juga berbeda karena cacat mata mereka berbeda. Untuk mengetahui lebih banyak tentang kacamata, cacat mata, dan alat optik lainnya, pelajarilah materi berikut!

Kata kunci: mata – daya akomodasi – kacamata – lup – kamera – mikroskop – teropong – periskop

A. Mata



Gambar 23.2 Bagian-bagian mata

Mata merupakan satu-satunya alat optik alamiah. Dengan mata, manusia dapat melihat. Namun, mata memiliki kelemahan dan keterbatasan, bahkan cacat. Untuk mempelajari tentang mata, perhatikan gambar bagian-bagian mata di samping!

Setiap bagian dari mata memiliki fungsi tersendiri. Berikut ini adalah bagian-bagian mata beserta fungsinya.

1. Kornea, yaitu selaput tipis dan tembus cahaya yang kuat. Kornea berfungsi melindungi mata dari gangguan luar.
2. *Aqueous humour*, yaitu cairan pengisi antara kornea dan lensa mata. *Aqueous humour* berfungsi memberi bentuk dan kekakuan pada mata.

Mata

3. Lensa kristalin atau lensa mata, yaitu berupa bahan bening, berserat, dan kenyal yang berbentuk cembung. Lensa mata berfungsi untuk membiaskan cahaya sehingga menghasilkan bayangan yang tajam dan jatuh tepat di retina. Bentuk lensa mata dapat menebal atau memipih, tergantung benda yang diamati.
4. Iris atau selaput pelangi, yaitu lapisan tipis di depan lensa mata. Iris berfungsi mengatur besar-kecilnya celah pupil. Iris juga berfungsi memberi warna pada mata.
5. Pupil, yaitu celah lingkaran yang dibentuk iris. Lebar pupil diatur oleh iris.
6. Otot mata, yaitu bagian yang berfungsi menggerakkan mata agar bayangan yang terbentuk selalu jatuh di bintik kuning. Otot mata juga berfungsi memipihkan atau mencembungkan bola mata.
7. *Vitreous humour*, yaitu cairan bening pengisi bola mata yang terletak di antara lensa mata dan retina. *Vitreous humour* memiliki fungsi yang sama dengan *aqueous humour*, yaitu memberi bentuk dan kekakuan pada mata.
8. Retina atau selaput jala, yaitu bagian belakang dinding dalam bola mata yang berisi ujung-ujung saraf yang peka terhadap cahaya. Retina berfungsi sebagai layar penerima cahaya.
9. Bintik kuning, yaitu tempat jatuhnya cahaya, tempat paling peka cahaya pada retina.
10. Saraf optik, yaitu saraf yang meneruskan sinyal optik ke otak untuk diproses sebagai sinyal penglihatan.

Bayangan yang terbentuk pada retina akan terjadi jika seberkas cahaya masuk melalui pupil kemudian dibiaskan oleh lensa mata sehingga terbentuk bayangan nyata, terbalik, dan diperkecil. Bayangan yang terbentuk di retina tersebut kemudian diteruskan oleh saraf optik menuju ke otak. Otak mengubah kesan bayangan tersebut sehingga kita melihat benda seperti aslinya.

Kemampuan lensa mata untuk menebal dan memipih disebut **daya akomodasi mata**. Lensa mata akan menebal jika digunakan untuk melihat benda-benda yang jaraknya dekat. Sebaliknya, lensa mata akan memipih jika digunakan untuk melihat benda-benda yang letaknya jauh. Kemampuan lensa mata memiliki batas tertentu. Jarak terdekat yang masih dapat dilihat dengan jelas oleh mata normal adalah 25 cm. Titik ini disebut sebagai *punctum proximum* (PP). Sedangkan jarak terjauh yang masih dapat dilihat dengan jelas oleh mata normal adalah tak terhingga. Titik ini disebut sebagai *punctum remotum* (PR).

Jika batas penglihatan seseorang di luar batas penglihatan mata normal, orang tersebut dikatakan mengalami cacat mata. Cacat mata dapat terjadi karena beberapa hal, misalnya karena berkurangnya daya akomodasi mata dan kelainan bentuk bola mata. Cacat mata ada beberapa jenis, antara lain miopi atau rabun jauh, hipermetropi atau rabun dekat, presbiopi atau rabun tua, dan astigmatis.

1. Miopi atau Rabun Jauh

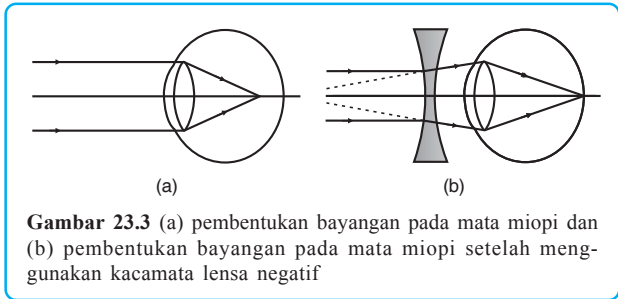
Mata yang tidak dapat melihat dengan jelas benda-benda yang jaraknya jauh disebut mata **miopi atau rabun jauh**. Miopi terjadi karena bentuk bola mata terlalu cembung dan tidak dapat memipih. Akibatnya, bayangan benda jatuh di depan retina. Agar mata miopi dapat melihat dengan jelas benda yang letaknya jauh digunakan lensa cekung atau lensa negatif.

Perhatikan gambar 23.3 berikut!

Daya Akomodasi Mata

Miopi

Gambar 23.3 di samping melukiskan pembentukan bayangan pada mata miopi sebelum dan setelah menggunakan kacamata lensa negatif. Seperti yang telah kamu pelajari pada bab sebelumnya, lensa cekung memiliki sifat menyebarkan cahaya. Dengan bantuan lensa cekung, cahaya yang masuk ke mata akan disebarkan sehingga bayangan benda dapat jatuh tepat di retina.



Gambar 23.3 (a) pembentukan bayangan pada mata miopi dan (b) pembentukan bayangan pada mata miopi setelah menggunakan kacamata lensa negatif

Kekuatan lensa negatif yang digunakan oleh penderita miopi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan lensa berikut.

$$P = \frac{1}{f}$$

$$P = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

... (23.1)



Tips

Semua titik terdekat atau titik terjauh orang yang mengalami cacat mata dianggap s' dan bernilai negatif.

Keterangan:

P : kekuatan lensa (dioptri)

s : titik terjauh mata normal (∞)

s' : titik terjauh mata miopi (m)

Karena jarak titik terjauh mata normal bernilai tak terhingga, kekuatan lensa negatif yang digunakan juga dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$P = -\frac{1}{PR}$$

... (23.2)

Keterangan:

PR : titik terjauh mata miopi (m)

$$P = \frac{1}{f}$$

Untuk membantumu memahami penggunaan rumus di atas, perhatikan contoh soal berikut!

Contoh Soal

- Seorang miopi memiliki kemampuan melihat paling jauh pada jarak 4 m. Tentukan kekuatan kacamataanya!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$s = \infty$$

$$s' = -4 \text{ m}$$

Ditanyakan: $P = \dots?$

Jawab:

$$P = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$P = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{-4}$$

$$P = -\frac{1}{4} \text{ dioptri}$$

Jadi, kekuatan lensa yang digunakan orang tersebut adalah $-\frac{1}{4}$ dioptri.

2. Seorang penderita miopi memiliki kacamata dengan kekuatan $-\frac{1}{2}$ dioptri. Tentukan titik terjauhnya!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$P = -\frac{1}{2}$$

Ditanyakan: $PR = \dots?$

Jawab:

$$P = -\frac{1}{PR}$$

$$-\frac{1}{2} = -\frac{1}{PR}$$

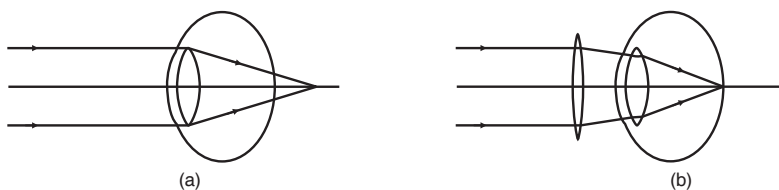
$$PR = 2 \text{ m}$$

Jadi, titik terjauhnya adalah 2 meter.

2. Hipermetropi atau Rabun Dekat

Jika penglihatan seseorang tidak dapat melihat dengan jelas benda-benda yang jaraknya dekat maka orang tersebut dikatakan mengalami cacat mata **hipermetropi atau rabun dekat**. Hipermetropi terjadi karena bentuk bola mata terlalu pipih sehingga bayangan jatuh di belakang retina. Untuk mengatasi cacat mata hipermetropi, digunakan kacamata lensa positif atau kacamata lensa cembung. Perhatikan gambar berikut!

Hipermetropi



Gambar 23.4 (a) pembentukan bayangan pada mata hipermetropi dan (b) pembentukan bayangan pada mata hipermetropi setelah menggunakan kacamata lensa positif

Dengan menggunakan bantuan lensa positif, bayangan benda pada mata hipermetropi dapat jatuh tepat di retina. Kekuatan lensa positif yang digunakan penderita hipermetropi dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut.

$$P = \frac{1}{f}$$

$$P = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

... (23.3)

Keterangan:

s: titik terdekat mata normal (25 cm = 0,25 m)

s': titik terdekat mata hipermetropi (m)

Kekuatan lensa positif juga dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$P = -\frac{1}{PP} \dots (23.4)$$

Keterangan:

PP: titik terdekat mata hipermetropi (m)

Untuk lebih memahami cara penentuan kekuatan lensa mata hipermetropi, pelajari contoh soal berikut!

Contoh Soal

1. Seorang hipermetropi memiliki titik dekat 80 cm. Tentukan kekuatan kacamata agar ia dapat melihat normal!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$s' = -80 \text{ cm} = -0,8 \text{ m}$$

$$s = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$$

Ditanyakan: $P = \dots?$

Jawab:

$$P = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$P = \frac{1}{0,25} + \frac{1}{-0,8}$$

$$P = 4 - 2,25$$

$$P = 1,75 \text{ dioptri}$$

Jadi, kekuatan lensa kacamata orang tersebut adalah 1,75 dioptri.

2. Seorang penderita hipermetropi menggunakan kacamata berkekuatan 2 dioptri. Tentukan titik dekat orang tersebut!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$P = 2 \text{ dioptri}$$

Ditanyakan: $PP = \dots?$

Jawab:

$$P = 4 - \frac{1}{PP}$$

$$2 = 4 - \frac{1}{PP}$$

$$\frac{1}{PP} = 4 - 2$$

$$\frac{1}{PP} = 2$$

$$PP = \frac{1}{2}$$

Jadi, orang tersebut memiliki titik dekat $\frac{1}{2}$ m.

3. Presbiopi

Presbiopi biasa dialami oleh orang tua. **Presbiopi** sering disebut sebagai rabun tua. Presbiopi terjadi karena menurunnya daya akomodasi mata. Daya akomodasi mata penderita presbiopi menurun karena otot mata yang sudah melemah karena usia tua.

Orang yang menderita presbiopi tidak dapat melihat dengan jelas benda yang letaknya terlalu dekat atau terlalu jauh. Penderita presbiopi dapat ditolong dengan menggunakan kacamata lensa rangkap. Bagian atas kacamata lensa rangkap berupa lensa cekung atau negatif yang berfungsi untuk melihat benda yang jauh. Sedangkan bagian bawah kacamata lensa rangkap terbuat dari lensa cembung atau positif yang berfungsi untuk melihat benda yang dekat.

Presbiopi

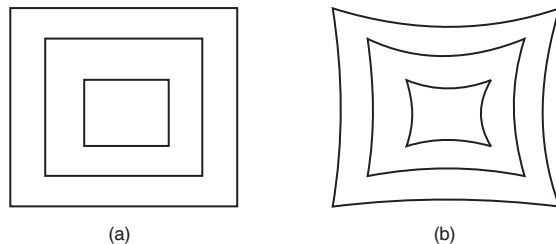


Gambar 23.5 Kacamata lensa rangkap untuk membantu mata presbiopi

4. Astigmatis

Astigmatis adalah cacat mata yang terjadi karena bentuk bola mata yang kurang melengkung (tidak sferis) sehingga berkas cahaya yang masuk ke mata tidak terfokus di satu titik. Seorang penderita astigmatis tidak dapat membedakan garis tegak (vertikal) dan garis mendatar (horisontal) secara bersamaan. Jika seorang penderita astigmatis melihat sekumpulan garis vertikal dan horisontal maka garis-garis vertikal akan tampak jelas, sedangkan garis horisontal akan tampak kabur. Perhatikan gambar berikut!

Astigmatis



Gambar 23.6 (a) gambar sebenarnya dan (b) gambar yang dilihat orang astigmatis

Gambar 23.6 di atas merupakan salah satu contoh tes untuk menguji cacat mata astigmatis. Jika seorang penderita astigmatis mengamati gambar (a) maka bayangan yang terbentuk di retina akan tampak seperti gambar (b). Cacat mata astigmatis dapat dibantu dengan menggunakan kacamata silindris. Kacamata silindris berfungsi memfokuskan berkas-berkas cahaya pada titik.

Setelah kamu memahami materi-materi di atas, kerjakanlah pelatihan berikut!



Kerja Berpasangan

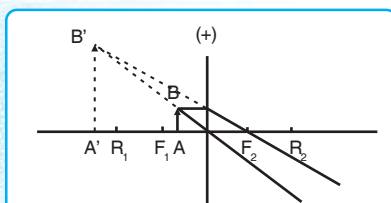
Kerjakan bersama teman sebangkumu!

1. Tentukan titik jauh orang yang memakai kacamata berkekuatan $-1,5$ dioptri!
2. Tentukan kekuatan kacamata orang yang memiliki titik dekat 1 meter!
3. Jika seseorang menggunakan kacamata berkekuatan $1,5$ dioptri, tentukan letak titik dekatnya!
4. Tentukanlah titik dekat dan titik jauh dari teman sekelasmu yang memakai kacamata!
5. Apa yang dimaksud dengan cacat mata presbiopi dan astigmatis?

B. Alat Optik Buatan

Sebelumnya telah disebutkan bahwa mata manusia memiliki keterbatasan dan kelemahan. Oleh karena itu, manusia menciptakan berbagai alat optik untuk membantu mengatasi keterbatasan yang dimiliki oleh mata. Misalnya, lup, kamera, mikroskop, teropong, dan periskop.

1. Lup



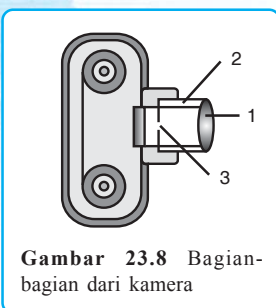
Gambar 23.7 Pembentukan bayangan pada lup

Lup merupakan alat optik buatan yang paling sederhana karena hanya terdiri atas satu buah lensa cembung. Lup adalah alat optik yang digunakan untuk melihat benda-benda kecil agar terlihat lebih besar sehingga mudah diamati. Lup biasa digunakan oleh tukang reparasi jam. Syarat penggunaan lup adalah letak benda yang akan dilihat harus diletakkan antara titik fokus dan pusat optik

lup. Proses pembentukan bayangan pada lup sama dengan proses pembentukan bayangan pada lensa cembung. Perhatikan gambar 23.7 di atas!

Dari gambar 23.7 dapat diketahui bahwa bayangan benda terbentuk dari perpotongan perpanjangan garis sinar-sinar istimewa. Dengan demikian, bayangan yang terbentuk oleh lup bersifat maya, tegak, dan diperbesar.

2. Kamera



Gambar 23.8 Bagian-bagian dari kamera

Kamera merupakan alat optik yang sering kita gunakan untuk mengabadikan berbagai peristiwa dalam kehidupan. Pada dasarnya kamera memiliki prinsip kerja yang sama dengan mata. Kamera terdiri atas beberapa bagian. Perhatikan gambar 23.8 di samping!

1. Lensa positif, yaitu bagian dari kamera yang berfungsi untuk menempatkan bayangan agar jatuh di pelat film.

Lup

Kamera

2. Diafragma, yaitu bagian yang berfungsi untuk mengatur banyak sedikitnya cahaya yang yang diterima oleh film.
3. Layar *shutter*, yaitu alat yang berfungsi untuk menutup jalannya cahaya menuju ke film.

Bayangan yang terbentuk pada kamera bersifat nyata, terbalik, dan diperkecil. Bayangan tersebut akan terekam dalam pelat film.

3. Mikroskop

Mikroskop adalah alat optik yang berfungsi untuk melihat benda-benda renik, seperti bakteri dan amoeba, agar tampak lebih besar. Mikroskop sederhana terdiri atas dua buah lensa cembung yang disebut lensa okuler dan lensa objektif. Lensa okuler merupakan lensa yang digunakan mata untuk melihat dan berfungsi sebagai lup, sedangkan lensa objektif merupakan lensa yang dekat dengan objek yang diamati.

Hal penting yang perlu diperhatikan dalam menggunakan mikroskop adalah sebagai berikut.

- a. Benda harus terletak antara f_{ob} hingga $2 f_{ob}$.
- b. Bayangan lensa objektif merupakan benda bagi lensa okuler. Oleh karena itu, bayangan lensa objektif harus terletak di antara fokus okuler dan pusat optik okuler.

Untuk lebih memahami prinsip kerja mikroskop, lakukanlah kegiatan berikut!

Mikroskop



Gambar 23.9 Mikroskop digunakan untuk mengamati benda renik



Praktikum

Mikroskop

A. Tujuan

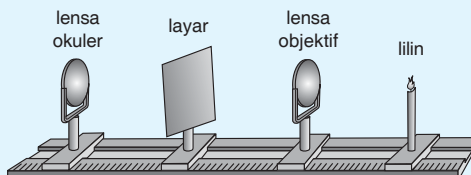
Mengamati benda dengan mikroskop.

B. Alat dan Bahan

1. Meja optik 1 buah
2. Lensa cembung 2 buah dengan $f = 5$ cm dan $f = 10$ cm
3. Lilin 1 buah
4. Korek api 1 buah
5. Layar dari kertas 1 buah

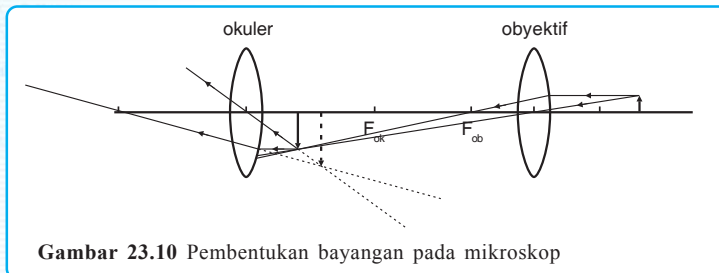
C. Langkah Kerja

1. Gunakan lensa cembung dengan $f = 5$ cm sebagai lensa objektif dan lensa cembung dengan $f = 10$ cm sebagai lensa okuler, kemudian susunlah alat dan bahan seperti gambar berikut!



2. Letakkan lilin pada jarak 7 cm dari lensa objektif! Ingat, benda harus terletak antara f_{ob} hingga $2f_{ob}$!
3. Geserlah layar sehingga terbentuk bayangan nyata dan tajam dari lensa objektif!
4. Letakkan lensa okuler pada jarak 7 cm dari layar!
5. Ambil layar, kemudian amati bayangan dari lensa okuler!
6. Buatlah kesimpulan dari kegiatan di atas! Sampaikan kesimpulanmu di depan kelas untuk didiskusikan bersama kelompok lain!

Dari kegiatan di atas, dapat diketahui bahwa pembentukan bayangan pada mikroskop dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 23.10 Pembentukan bayangan pada mikroskop

Persamaan dalam mikroskop sama dengan persamaan pada lensa cembung, karena lensa objektif dan okuler merupakan lensa cembung. Sedang perbesaran mikroskop sama dengan perkalian dari perbesaran lensa objektif dan okuler.

$$M = M_{ob} \times M_{ok} \quad \dots (23.5)$$

Panjang mikroskop merupakan jumlah jarak bayangan lensa objektif dengan jarak benda lensa okuler. Secara matematis panjang mikroskop dirumuskan sebagai berikut.

$$d = s'_{ob} + s_{ok} \quad \dots (23.6)$$

Keterangan:

- d : panjang mikroskop (m atau cm)
- s'_{ob} : jarak bayangan lensa objektif (m atau cm)
- s_{ok} : jarak bayangan lensa okuler (m atau cm)

Untuk lebih memahami persamaan-persamaan di atas, simaklah contoh soal berikut kemudian kerjakanlah pelatihan di bawahnya!

Contoh Soal

1. Perbesaran mikroskop 20 kali. Jika perbesaran lensa okuler 4 kali, tentukan perbesaran lensa objektif!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$M = 20$$

$$M_{ok} = 4$$

Ditanyakan: $M_{ob} = \dots?$

Jawab:

$$M = M_{ob} \times M_{ok}$$

$$20 = M_{ob} \times 4$$

$$M_{ob} = 5 \text{ kali}$$

Jadi, perbesaran lensa objektif mikroskop tersebut adalah 5 kali.

2. Sebuah mikroskop mempunyai lensa objektif dengan fokus 5 cm dan lensa okuler dengan fokus 8 cm. Jika benda terletak pada jarak 8 cm dari lensa objektif dan panjang mikroskop 18 cm, tentukan perbesaran mikroskop!

Penyelesaian:

Diketahui:

$$f_{ob} = 5 \text{ cm}$$

$$f_{ok} = 8 \text{ cm}$$

$$s_{ob} = 8 \text{ cm}$$

$$d = 18 \text{ cm}$$

Ditanyakan: $M = \dots?$

Jawab:

Langkah 1:

Menentukan jarak bayangan yang dibentuk lensa objektif.

$$\frac{1}{f_{ob}} = \frac{1}{s_{ob}} + \frac{1}{s'_{ob}}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{8} + \frac{1}{s'_{ob}}$$

$$s'_{ob} = \frac{40}{3} \text{ cm} = 13,3 \text{ cm}$$

Langkah 2:

Menentukan jarak benda lensa okuler.

$$d = s'_{ob} + s_{ok}$$

$$18 = 13,3 + s_{ok}$$

$$s_{ok} = 4,7 \text{ cm}$$

Langkah 3:

Menentukan jarak bayangan lensa okuler.

$$\frac{1}{f_{ok}} = \frac{1}{s_{ok}} + \frac{1}{s'_{ok}}$$

$$\frac{1}{8} = \frac{1}{4,7} + \frac{1}{s'_{ok}}$$

$$s'_{ok} = -11,4 \text{ cm}$$

Langkah 4:

Perbesaran mikroskop.

$$M = M_{ob} \times M_{ok}$$

$$M = \left| \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \right| \times \left| \frac{s'_{ok}}{s_{ok}} \right|$$

$$M = \left| \frac{13,3}{8} \right| \times \left| \frac{-11,4}{4,7} \right|$$

$$M = 4 \text{ kali}$$

Jadi, perbesaran mikroskop tersebut adalah 4 kali.



Kerja Mandiri

Kerjakan soal berikut dengan tepat!

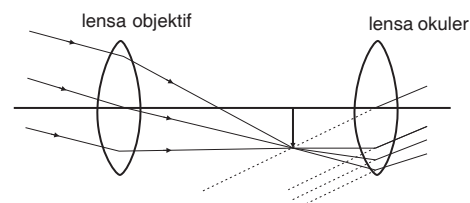
1. Sebuah mikroskop mempunyai perbesaran 10 kali. Jika perbesaran lensa objektif 4 kali, tentukan perbesaran lensa okulernya!
2. Jika panjang mikroskop 20 cm dan jarak bayangan lensa objektif 14 cm, tentukan jarak benda okuler!
3. Mikroskop mempunyai perbesaran okuler 5 kali. Jika lensa objektif memiliki fokus 2 cm dan benda terletak pada jarak 3 cm dari lensa objektif, tentukan perbesaran total mikroskop!

4. Teropong

Teropong adalah alat optik yang digunakan untuk mengamati benda-benda yang letaknya jauh agar tampak lebih dekat dan lebih jelas. Teropong juga sering disebut teleskop. Teleskop pertama kali ditemukan oleh Galileo Galilei. Teropong ada dua macam, yaitu teropong bintang dan teropong bumi. Teropong bintang digunakan untuk mengamati benda-benda angkasa, sedangkan teropong bumi digunakan untuk mengamati benda-benda di bumi yang letaknya jauh dari pengamat.

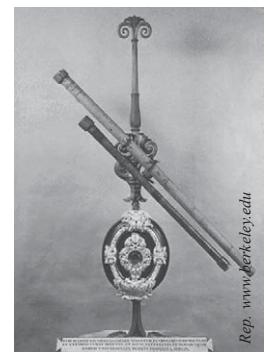
a. Teropong bintang

Teropong bintang sederhana terdiri atas dua buah lensa cembung yang berfungsi sebagai lensa objektif dan lensa okuler. Pengamatan benda-benda angkasa dengan menggunakan teropong bintang dilakukan dengan mata tidak berakomodasi. Perhatikan gambar berikut!



Gambar 23.12 Pembentukan bayangan pada teropong bintang

Teropong



Gambar 23.11 Teleskop Galileo

Bayangan yang terbentuk pada teropong bintang bersifat nyata, terbalik, dan diperkecil. Perbesaran pada teropong bintang dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut.

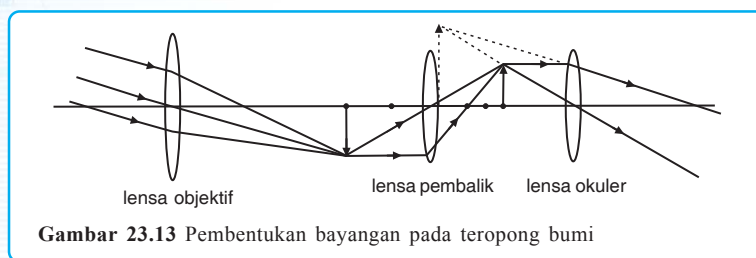
$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

Sedangkan panjang teropong bintang dapat dicari dengan rumus:

$$d = f_{ob} + f_{ok}$$

b. Teropong Bumi

Teropong bumi sering disebut sebagai teropong yojana atau teropong medan. Teropong bumi terdiri atas tiga buah lensa cembung, yaitu lensa objektif, lensa okuler, dan lensa pembalik. Perhatikan proses pembentukan bayangan pada teropong bumi berikut ini!



Gambar 23.13 Pembentukan bayangan pada teropong bumi

Bayangan yang terbentuk pada teropong bumi bersifat nyata, tegak, dan diperkecil. Bayangan benda pada teropong bumi bersifat tegak karena adanya lensa pembalik yang berfungsi membalik bayangan dari lensa objektif. Panjang teropong bumi dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$d = f_{ob} + 4 f_p + f_{ok} \dots (23.7)$$

Keterangan:

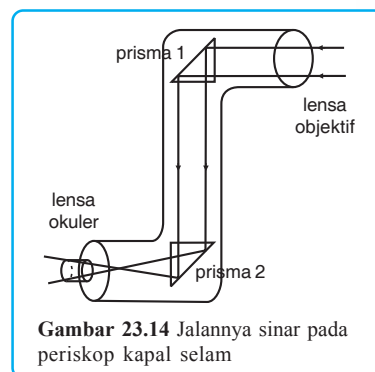
- d : panjang teropong (m)
- f_{ob} : fokus lensa objektif (m)
- f_p : fokus lensa pembalik (m)
- f_{ok} : fokus lensa okuler (m)

5. Periskop

Periskop merupakan teropong yang digunakan pada kapal selam. Periskop berfungsi untuk melihat permukaan laut tanpa memunculkan badan kapal selam. Perhatikan gambar di samping!

Sebuah periskop terdiri atas dua buah lensa cembung sebagai lensa objektif dan lensa okuler serta dua buah prisma siku-siku sama kaki. Ketika seberkas cahaya mengenai lensa objektif, cahaya tersebut akan diteruskan menuju prisma siku-siku pertama. Prisma siku-siku pertama akan memantulkan berkas cahaya tersebut menuju ke prisma siku-siku kedua. Berkas cahaya yang menembus prisma siku-siku kedua akan diteruskan ke lensa okuler.

Setelah mempelajari dan memahami materi-materi di atas, kerjakanlah pelatihan berikut!



Gambar 23.14 Jalannya sinar pada periskop kapal selam



Kerja Kelompok

Kerjakan bersama kelompokmu!

Buatlah sebuah klipng yang bertema pemanfaatan alat-alat optik! Kumpulkan klipng tersebut kepada gurumu untuk dinilai!



Rangkuman

1. Mata adalah alat optik yang paling alami.
2. Cacat mata ada beberapa jenis.
 - a. Miopi, dibantu dengan kacamata lensa cekung atau negatif.
 - b. Hipermetropi, dibantu dengan kacamata lensa cembung atau positif.
 - c. Presbiopi, dibantu dengan kacamata lensa rangkap.
 - d. Astigmatis, dibantu dengan kacamata silindris.
3. Alat optik buatan yang paling sederhana adalah lup, karena hanya terdiri atas lensa cembung tunggal.
4. Perbesaran dan kekuatan lup dirumuskan:

$$M = \left| \frac{s'}{s} \right| = \left| \frac{h'}{h} \right|$$

$$P = \frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

5. Mikroskop adalah alat optik yang berfungsi untuk melihat benda-benda renik seperti virus dan amoeba.
6. Perbesaran mikroskop dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$M_{\text{total}} = M_{\text{ob}} \times M_{\text{ok}}$$

7. Panjang mikroskop dirumuskan sebagai berikut.

$$d = s'_{\text{ob}} + s_{\text{ok}}$$

8. Perbesaran teropong bintang adalah:

$$M = \frac{f_{\text{ob}}}{f_{\text{ok}}}$$

9. Panjang teropong bintang adalah sebagai berikut.

$$d = f_{\text{ob}} + f_{\text{ok}}$$

10. Panjang teropong bumi dirumuskan:

$$d = f_{\text{ob}} + 4 f_{\text{p}} + f_{\text{ok}}$$



Soal-soal Uji Kompetensi

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

- Seorang miopi memiliki titik jauh 2,5 m. Kekuatan kacamata orang tersebut adalah . . . dioptri.
 - 0,4
 - 0,3
 - 0,2
 - 0,1
- Seorang hipermetropi mempunyai titik dekat 1 m. Kekuatan kacamata orang tersebut adalah . . . dioptri.
 - 8
 - 5
 - 3
 - 1
- Seorang miopi mempunyai titik dekat 10 cm. Kekuatan kacamata orang tersebut adalah
 - 2 D
 - 4 D
 - 5 D
 - 6 D
- Jika seorang anak menggunakan kacamata $-\frac{3}{4}$ dioptri maka jarak terjauh yang dimiliki orang tersebut adalah
 - 1,33 m
 - 1 m
 - 0,75 m
 - 0,5 m
- Sebuah lup mempunyai fokus 10 cm. Jika sebuah benda terletak pada jarak 4 cm dari lup maka perbesaran yang dihasilkan adalah
 - 2,5 kali
 - 1,67 kali
 - 1,4 kali
 - 1,2 kali
- Sebuah mikroskop mempunyai perbesaran total 40 kali. Jika perbesaran okuler 8 kali maka perbesaran objektif sebesar
 - 32 kali
 - 16 kali
 - 8 kali
 - 5 kali
- Sebuah mikroskop mempunyai fokus objektif 9 cm dan fokus okuler 7 cm. Jika panjang mikroskop 27,5 cm dan benda terletak pada jarak 15 cm maka perbesaran total benda adalah
 - 12,5 kali
 - 7,5 kali
 - 6 kali
 - 5,25 kali
- Teropong bintang mempunyai fokus objektif 1,2 meter dan fokus okuler 10 cm. Perbesaran teropong bintang tersebut adalah
 - 12 kali
 - 8 kali
 - 5 kali
 - 2 kali
- Sebuah teropong bintang mempunyai panjang 2,5 m dan fokus okuler 40 cm. Panjang fokus objektifnya adalah
 - 2,5 m
 - 2,1 m
 - 1,5 m
 - 0,5 m
- Sebuah teropong bumi mempunyai fokus objektif 8 m, fokus lensa pembalik 2 cm, dan fokus lensa pembalik 4 cm. Panjang teropong bumi tersebut adalah
 - 12 cm
 - 15 cm
 - 18 cm
 - 20 cm

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

1. Seseorang memakai kacamata $-1,5$ dioptri. Tentukan jarak terjauh yang dapat dilihat orang tersebut jika tidak menggunakan kacamata!
2. Andi memakai kacamata 2 dioptri. Tentukan jarak terdekat yang dapat dilihat oleh Andi!
3. Tentukan kekuatan kacamata seseorang yang memiliki titik dekat 40 cm!
4. Sebuah mikroskop mempunyai fokus lensa objektif 4 cm dan lensa okuler 10 cm. Jika sebuah benda berada pada jarak 5 cm dari lensa objektif dan panjang mikroskop 23 cm, tentukan perbesaran mikroskop tersebut!
5. Sebuah teropong bintang mempunyai perbesaran 40 kali. Jika fokus lensa okulernya 20 cm, tentukan fokus lensa objektifnya !



Prediksi Ulangan Kenaikan Kelas

A. Ayo, berilah tanda silang pada jawaban yang paling tepat!

- Perubahan bentuk yang sangat ekstrim (nyata) pada proses perkembangan makhluk hidup disebut
 - metagenesis
 - metamorfosa
 - metafora
 - fatamorgana
- Organ yang bekerja tidak di bawah kendali otot polos adalah
 - usus
 - paru-paru
 - jantung
 - dinding pembuluh darah
- Gerakan menekuk disebabkan oleh
 - bisep mengendur
 - trisep mengerut
 - trisep mengerut dan bisep mengendur
 - bisep mengerut
- Berikut ini yang merupakan saluran pernapasan dari dalam ke luar secara urut adalah
 - hidung–paru-paru–tenggorokan–diafragma
 - paru-paru–trakhea–laring–hidung
 - hidung–trakhea–diafragma–alveoli
 - alveoli–rongga hidung–laring–trakhea
- Masa mulai berfungsinya organ reproduksi pada usia remaja disebut
 - fertilitas
 - kehamilan
 - masa pubertas
 - menstruasi
- Pada reaksi gelap terbentuk
 - garam dapur
 - vitamin
 - protein
 - gula
- Jaringan yang akan tumbuh dan mengalami modifikasi menjadi jaringan dewasa disebut
 - meristem
 - parenkim
 - floem
 - xilem
- Pengendalian hama dan gulma yang baik dan benar adalah sebagai berikut, **kecuali**
 - memerhatikan ekosistem
 - mengurangi dampak yang merugikan
 - mengupayakan rotasi tanaman, yaitu menanam dua jenis tanaman di satu lahan secara bergantian
 - setiap hari disemprot dengan dosis tidak terbatas
- Molekul berikut ini yang merupakan molekul oktaatomik adalah
 - S_8
 - N_3
 - Cl_2
 - P_4
- Berdasarkan penemuan paling modern, inti atom yang berupa proton dan neutron masih tersusun lagi atas partikel terkecil yang disebut dengan
 - quad
 - kuantum
 - positron
 - quark
- Salah satu ujung molekul sabun yang memiliki sifat menolak berikatan dengan air adalah
 - hidrogenasi
 - hidrofilik
 - hidrologi
 - hidrofobik

12. Penggunaan pemutih dapat dicegah efek sampingnya, salah satunya dengan cara

- a. sering menggunakan pemutih
- b. menambahkan bahan aktif yang lebih keras efeknya
- c. membuang air limbah pencucian ke kebun
- d. mengganti bahan aktif dalam pemutih dengan bahan yang ramah lingkungan

13. Zat aditif berikut ini berfungsi sebagai pemanis bahan makanan, **kecuali**

- a. sakarin
- b. siklamat
- c. terpentin
- d. kayu manis

14. Zat warna yang ada dalam kunyit adalah

- a. klorofil
- b. kapxantin
- c. kurkumin
- d. karoten

15. Nikotin di dalam rokok amat berbahaya karena dapat menyebabkan hal-hal berikut ini, **kecuali**

- a. menyebabkan ketagihan
- b. merusak jaringan otak
- c. menyebabkan lemak mudah menggumpal
- d. mengeraskan pembuluh darah arteri

16. Berikut ini adalah beberapa akibat penggunaan narkotika, **kecuali**

- a. melumpuhkan saraf pada tubuh
- b. menimbulkan adiksi yang tidak tertahankan
- c. menimbulkan toleransi
- d. mengganggu kerja paru-paru karena endapan tar

17. Seseorang berdiri di dalam bis, kemudian tiba-tiba bis direm sehingga orang tersebut terdorong ke depan. Terdorongnya orang tersebut ke depan merupakan aplikasi hukum

- a. I Newton
- b. II Newton
- c. III Newton
- d. IV Newton

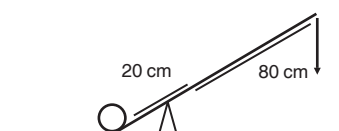
18. Gaya gesek yang **tidak** menguntungkan adalah

- a. gesekan antara roda mobil dengan aspal
- b. gesekan antarmesin dalam mobil
- c. gesekan antara tangan dan buku
- d. gesekan antara sepatu dan lantai

19. Energi yang berkaitan dengan kedudukan suatu benda terhadap titik acuan disebut

- a. energi kinetik
- b. energi mekanik
- c. energi potensial
- d. energi listrik

20.



Batu bermassa 100 kg diangkat dengan tuas seperti gambar di atas. Gaya yang harus diberikan pada ujung lengan kuasa adalah

- a. 25 N
- b. 100 N
- c. 200 N
- d. 250 N

21. Sebuah balok dengan volume 1.000 cm^3 tenggelam dalam air dengan massa jenis 1.000 kg/m^3 . Jika percepatan gravitasi 10 m/s^2 maka gaya Archimedes yang bekerja pada balok adalah

- a. 1 N
- b. 10 N
- c. 100 N
- d. 1.000 N

22. Sebuah roda berputar 40 kali dalam 20 sekon. Frekuensi putaran roda tersebut adalah

- a. 1 Hz
- b. 2 Hz
- c. 10 Hz
- d. 20 Hz

23. Bunyi pantul yang hanya terdengar sebagian dan bersamaan dengan bunyi asli sehingga bunyi asli tidak terdengar jelas disebut

- a. kerdam
- b. redam
- c. dentum
- d. gema

24. Bagian mata tempat jatuhnya cahaya disebut

- a. kornea
- b. pusat saraf
- c. retina
- d. bintik kuning

25. Sebuah benda terletak pada jarak 10 cm di depan lup dengan fokus 40 cm. Perbesaran bayangan yang dihasilkan adalah

- a. 20 kali
- b. 15,7 kali
- c. 13,3 kali
- d. 10 kali

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

1. Sebutkan ciri-ciri masa pubertas pada laki-laki dan perempuan!
2. Jelaskan perbedaan dan persamaan struktur jaringan batang monokotil dan dikotil!
3. Bagaimanakah cara kerja pengendalian hama secara biologis?
4. Jelaskan proses pembersihan pakaian dengan menggunakan sabun dan detergen!
5. Jelaskan mengapa CFC (kloro fluoro karbon) dapat menyebabkan kebocoran lapisan ozon!
6. Sebutkan efek samping yang ditimbulkan oleh tar!
7. Gaya gravitasi di bulan $\frac{1}{6}$ gaya gravitasi bumi. Berapakah berat benda di bulan jika massa benda 15 kg dan percepatan gravitasi bumi $9,8 \text{ m/s}^2$?
8. Sebutkan bunyi hukum-hukum Newton!
9. Sebuah tali digetarkan selama 5 sekon dan membentuk 3 bukit dan 2 lembah. Jika panjang tali 75 cm dan tinggi bukit gelombang 4 cm, tentukan:
 - a. amplitudo,
 - b. frekuensi dan periode, serta
 - c. panjang gelombang dan cepat rambat gelombang!
10. Lukiskanlah jalannya sinar pada mikroskop!

kinase akan masuk ke dalam plasma darah dan mengubah protrombin menjadi trombin. Perubahan tersebut dipengaruhi oleh adanya ion Ca (kalsium) dan vitamin K. Selanjutnya, trombin yang terbentuk akan mengubah fibrinogen menjadi benang-benang fibrin. Terbentuknya benang-benang fibrin akan menutup luka sehingga darah tidak keluar lagi.

5.
 - a. Hemofili.
 - b. Anemia.
 - c. Leukimia.
 - d. Trombus dan embolus.
 - e. Penyakit kuning pada bayi atau *eritroblastosis fetalis*.
 - f. Varises.
 - g. Jantung koroner.

Bab 7 Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan

- A.
 1. a
 3. c
 5. a
- B.
 1. Fungsi akar, yaitu:
 - a. Untuk menyerap air dan unsur hara dari dalam tanah.
 - b. Untuk memperkokoh berdirinya batang tanaman.
 - c. Sebagai tempat menyimpan cadangan makanan.
 - d. Untuk bernapas (respirasi).
 - e. Alat perbanyakan secara vegetatif.
 3. Bagian-bagian tumbuhan yang berguna dalam sistem transportasi adalah akar dan batang.
 5. Pengangkutan zat hara dan air oleh akar, yaitu: bulu akar → epidermis → korteks → menembus endodermis → silinder pusat (diterima oleh xilem dan diangkut ke daun)

Bab 8 Fotosintesis

- A.
 2. a
 4. d
 6. c
- B.
 2. Karena tidak melakukan fotosintesis.
 4. Karena pada reaksi gelap dihasilkan glukosa yang selanjutnya membentuk senyawa-senyawa kompleks lainnya termasuk selulosa dan karbohidrat lain.

Bab 9 Gerak pada Tumbuhan

- A.
 1. d
 3. c
 5. a

- B.
 1.
 - a. Fototropisme, misalnya gerak ujung batang bunga matahari yang membelok menuju ke cahaya.
 - b. Kemotropisme, antara lain akar tanaman yang menuju zat makanan atau menjauhi zat racun.
 - c. Tigotropisme, misalnya pada tanaman kacang panjang dan mentimun. Ujung batang atau ujung sulur kacang panjang dan mentimun dapat membelit pada tempat merambatnya.
 3. Kemotaksis adalah gerak seluruh tubuh tumbuhan karena pengaruh rangsang zat kimia.
 5.
 - a. Seismonasti, misalnya gerak menutupnya daun putri malu ketika disentuh.
 - b. Niktinasti, misalnya gerak menutupnya daun tumbuhan yang tergolong tumbuhan polong (*Leguminoceae*) pada menjelang malam hari.
 - c. Nasti kompleks, misalnya gerak membuka dan menutupnya stomata karena pengaruh cahaya matahari, zat kimia, dan air.

Bab 10 Hama Gulma dan Penyakit Tanaman

- A.
 2. a
 4. d
 6. b
- B.
 2. Benalu, daun sendok (*Plantago major L.*)
 4. Pengendalian biologi bekerja dengan memanfaatkan agen pemangsa alami (predator).

Bab 11 Atom, Molekul, dan Ion

- A.
 1. d
 3. a
 5. c
- B.
 1.
 - Atom adalah bagian terkecil dari suatu unsur yang sudah tidak dapat dibagi lagi.
 - Molekul adalah partikel netral yang terdiri atas dua atau lebih atom, baik atom sejenis maupun atom yang berbeda.
 - Ion adalah atom atau gugus atom yang bermuatan listrik.
 3.
 - Kation adalah ion yang bermuatan positif.
 - Anion adalah ion yang bermuatan negatif.
 5. Karena larutan garam dapur terbentuk atau terdiri atas senyawa-senyawa ionik yang terdiri atas ion-ion yang bermuatan listrik.

Bab 12 Bahan Kimia di Rumah

- A.
 2. c
 4. c
 6. a

- B. 2. Pemakaian pemutih yang berlebihan pada pakaian dapat menyebabkan serat-serat kain pada pakaian menjadi keras dan rapuh, serta mengakibatkan memudarnya warna pakaian berwarna. Pemakaian pemutih yang berlebihan juga berdampak menimbulkan pencemaran lingkungan. Zat-zat aktif dan korosif dalam pemutih dapat membunuh bakteri menguntungkan dalam tanah. Akibatnya, kesuburan tanah menjadi terganggu.

Untuk mencegah hal tersebut di atas dapat dilakukan hal-hal berikut.

- a. Menghindari kontak langsung dengan pemutih pakaian dalam jangka panjang.
 - b. Membuat saluran pembuangan limbah pemutih yang baik.
 - c. Mengurangi jumlah pemakaian pemutih.
- 4.
- a. Organoklor, contohnya aldrin, dieldrin, lisdan, dan DDT.
 - b. Organofosfat, contohnya malation, diaziton, fention, dan metal atau etil paration.
 - c. Antikoagulan, contohnya wartarin, kumaklor, dan kumarin.
 - d. Zinkfosfida.
 - e. Karbamat, contohnya propoksusur, BPMC, dan karbofonun.
 - f. Arsen, contohnya arsen pentoksida.

Bab 13 Bahan Kimia dalam Makanan

- A. 1. a 7. a
 3. b 9. d
 5. d
- B. 1. Kekurangan pemakaian zat aditif alami terletak pada harganya yang relatif lebih mahal dan sifat kimianya yang mudah terurai. Sedangkan kelebihanannya adalah aman dikonsumsi.
3. Keuntungan penambahan pengawet pada makanan adalah mencegah atau menghambat segala macam perubahan pada makanan sehingga makanan tidak mudah rusak atau busuk.
5. Hal-hal yang perlu diperhatikan saat mengonsumsi makanan dalam kemasan adalah tanggal pembuatan makanan, tanggal kadaluarsa, dan zat aditif yang terkandung dalam makanan tersebut.

Bab 14 Zat Adiktif dan Psikotropika

- A. 2. a 8. d
 4. d 10. d
 6. b
- B. 2. a. Obat perangsang (stimulan), yaitu obat-obatan yang dapat menimbulkan rangsang tertentu pada pemakainya. Contohnya ekstasi dan shabu-shabu.

- b. Obat penekan syaraf pusat (depresan), yaitu obat yang bereaksi memperlambat kerja sistem syaraf pusat. Contohnya diazepam (valium), netrazepam (mogadon), luminal, pil KB, dan pil koplo.
- c. Obat jenis halusinogen, yaitu obat yang dikonsumsi dapat menyebabkan timbulnya halusinasi. Contohnya lysergic acid diethylamide (LSD), psilocybin, dan mescaline.
4. a. Lesu, mata merah dan kelihatan mengantuk, pikiran melayang.
- b. Tidak sabaran, apa yang diinginkan harus segera dipenuhi saat itu juga.
- c. Cenderung hedonis, melakukan apa saja untuk mencapai apa yang diinginkan.
- d. Bila ada permasalahan pelik, sifat destruktif dan agresif selalu dikedepankan.
- e. Biasanya mengalami kesulitan dalam pergaulan dengan lawan jenisnya, malu, rendah diri, sukar didekati atau mendekati lawan jenis, dan suka menyendiri.
- f. Menjadi dewasa pada usia yang terlalu dini dengan perilaku seks bebas dan melakukan tindakan kriminal.
- g. Sikapnya cenderung sangat ceroboh, nekat, dan kurang perhitungan.
- h. Pembosan, emosi tidak stabil, tidak konsentrasi, tidak bersemangat, malas, depresi, dan tidak memiliki motivasi.

Prediksi Soal Ulangan Semester

- A. 1. b 15. c
 3. b 17. c
 5. d 19. a
 7. c 21. b
 9. a 23. a
 11. a 25. a
 13. c
- B. 1. Metamorfosis adalah perkembangan yang terjadi pada suatu jenis makhluk hidup melalui perubahan bentuk yang sangat ekstrim (nyata) antara hewan kecil dengan hewan dewasa. Contoh: kupu-kupu, lalat, nyamuk. Metagenesis adalah perubahan bentuk hewan mulai dari telur sampai dewasa, namun perbedaannya tidak terlalu mencolok. Hanya terjadi penambahan atau pengurangan organ dan fungsi organ. Contoh: katak.
3. Mengetahui kandungan protein yang ada dalam makanan dapat dilakukan dengan menambahkan 1 mL larutan NaOH 40 % kemudian ditambahkan 1 tetes larutan CuSO₄ 0,5 %. Jika mengandung protein, larutan akan berubah warna menjadi ungu atau merah bata.

5. Contoh gerak nasti:
 - a. Fotonasti, misalnya menguncupnya bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*) pada waktu matahari terbenam.
 - b. Seismonasti, misalnya gerak menutupnya daun putri malu ketika disentuh.
 - c. Nasti kompleks, misalnya gerak membuka dan menutupnya stomata karena pengaruh cahaya matahari, zat kimia, dan air.
7. - Menggunakan bahan insektisida yang lebih ramah lingkungan.
- Mengurangi pemakaian insektisida secara berlebihan.
- Menjaga kebersihan lingkungan.
9. Narkotika adalah zat dan obat yang berasal dari tanaman opium atau zat dan obat yang bukan berasal dari tanaman yang dapat mengakibatkan penurunan kesadaran, hilangnya rasa, mengurangi sampai menghilangkan rasa nyeri, dan dapat menimbulkan ketergantungan.

Bab 15 Gaya

- A. 1. a 7. d
3. a 9. c
5. d
- B. 1. - Gaya adalah tarikan atau dorongan yang dapat mengakibatkan perubahan gerak atau bentuk benda.
- Gaya sentuh adalah gaya yang bekerja pada benda akibat adanya sentuhan.
- Gaya tak sentuh adalah gaya yang bekerja pada benda tanpa adanya sentuhan dengan benda tersebut.
3. Berat benda di daerah kutub akan lebih besar daripada berat benda di khatulistiwa. Hal ini disebabkan jarak kutub ke pusat bumi lebih dekat daripada jarak khatulistiwa ke pusat bumi.
5. $\vec{w}_{bulan} = 200 \text{ N}$

Bab 16 Hukum Newton

- A. 2. a 8. b
4. d 10. a
6. b
- B. 2. Faktor-faktor yang memengaruhi percepatan benda adalah gaya yang bekerja pada benda dan massa benda.
4. Hukum III Newton berbunyi: "Jika benda pertama memberikan gaya pada benda kedua maka benda kedua akan memberikan gaya balasan yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan."

Bab 17 Energi dan Usaha

- A. 1. b 7. d
3. a 9. c
5. c
- B. 1. Tiga macam bentuk energi antara lain sebagai berikut.
 - a. Energi kimia, yaitu energi yang dilepaskan selama reaksi kimia. Contoh energi kimia adalah bahan makanan yang kita makan.
 - b. Energi listrik, yaitu energi yang muncul karena adanya muatan listrik yang bergerak. Contoh energi listrik adalah lampu dan mesin-mesin industri.
 - c. Energi kalor, yaitu salah satu bentuk energi yang dapat mengakibatkan perubahan suhu atau wujud zat. Contoh energi kalor adalah tangan yang digosok-gosokkan.
3. $E_k = 400 \text{ J}$
5. $W = 49 \text{ J}$

Bab 18 Pesawat Sederhana

- A. 2. a 8. d
4. b 10. b
6. c
- B. 2. Contoh alat yang menggunakan prinsip tuas jenis ketiga antara lain sumpit mi, pinset, penjepit roti, dan staples.
4. $\vec{w} = 187,5 \text{ J}$

Bab 19 Tekanan

- A. 1. b 7. b
3. c 9. c
5. c
- B. 1. Tekanan hidrostatik dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kedalaman, massa jenis zat cair, dan percepatan gravitasi. Semakin dalam letak suatu titik dari permukaan zat cair, tekanannya semakin besar. Pada kedalaman yang sama, tekanannya juga sama. Tekanan zat cair ke segala arah sama besar.
3. Hukum Archimedes berbunyi: "Jika sebuah benda di udara memiliki berat \vec{w} maka ketika benda tersebut berada di air, ia akan mendapat gaya ke atas sebesar \vec{F}_a ."
Contoh alat yang menggunakan prinsip hukum Archimedes antara lain:
 - a. jembatan ponton,
 - b. kapal,
 - c. pesawat terbang,
 - d. tank amfibi,
 - e. pesawat amfibi, dan
 - f. hidrometer.
5. $r = 8,9 \text{ mm}$



Glosarium

adventif	: menggantung, di atas
aki	: alat yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi kimia
alergi	: reaksi penolakan tubuh terhadap sesuatu yang asing bagi tubuh
alkaloid	: senyawa-senyawa organik yang bersifat basa dan mengandung unsur seperti karbon, hidrogen, dan oksigen
ampelas	: kertas yang berlapis serbuk kaca untuk menggosok (melicinkan) kayu, besi, dan sebagainya
analgesik	: obat penghilang rasa nyeri
antibodi	: terdapat di dalam serum, merupakan salah satu protein sistem kekebalan tubuh
antigen	: protein yang jika masuk ke dalam tubuh seseorang dianggap sebagai senyawa asing dan direspon oleh antibodi
apikal	: atas
Archimedes	: orang yang berjasa dalam penelitian tentang gaya angkat dari fluida pada suatu benda yang berada dalam fluida
astigmatis	: cacat mata yang tidak mampu memandang garis vertikal dan horisontal secara bersamaan
atmosfer	: (1) satuan tekanan yang besarnya sama dengan tekanan udara pada permukaan laut; (2) lapisan udara yang menyelubungi bumi sampai ketinggian 30 km
aus	: susut karena tergosok
barbel	: batang besi yang pada kedua ujungnya dibubuhi piringan besi dengan berat tertentu yang dapat dilepas
baterai	: alat untuk menghimpun dan membangkitkan aliran listrik
bejana berhubungan	: gabungan beberapa bejana yang berhubungan satu dengan yang lain
belikat	: bagian perbatasan antara lengan belakang dengan punggung
benda renik	: benda-benda kecil/halus
bias	: belokan arah dari garis tempuhan karena menembus benda bening yang lain
cakra optik	: roda optik
cepat rambat gelombang	: kecepatan merambat suatu gelombang dalam medium
cetok	: alat untuk mencedok adonan semen, tanah, dan sebagainya
daya akomodasi mata	: kemampuan mata untuk mencembung atau memipih
derivat	: bentuk turunan
diastolik	: bawah
difraksi	: pelenturan gelombang
dongkrak	: alat untuk menaikkan mobil/benda-benda berat lainnya



elektron	: ion listrik bermuatan negatif
enzim	: suatu protein di dalam tubuh yang berfungsi mempercepat reaksi kimia tubuh
epithelium	: bagian paling tepi pada suatu jaringan
eritrosin	: pewarna yang menghasilkan warna merah
<i>euphoria</i>	: perasaan gembira yang berlebihan
fisiologi	: berhubungan dengan metabolisme tubuh
fluida	: zat yang mudah mengalir
fosil	: sisa atau peninggalan makhluk hidup yang sudah mati yang bagiannya tidak rusak, salah satunya adalah dalam bentuk tulang belulang
garputala	: alat untuk menyelaraskan nada
gaya aksi	: gaya yang dikerjakan pada suatu benda
gaya reaksi	: gaya balasan
generator	: pembangkit listrik
genetika	: faktor yang diwariskan atau diturunkan
grana	: bagian yang berlekuk-lekuk pada sel
haemolisa	: penggumpalan darah
halusinasi	: perasaan melayang akibat pengaruh obat bius
<i>heater</i>	: pemanas
hemoglobin	: zat warna darah
hertz	: satuan frekuensi yang setara dengan sepersekon
hidraulis	: mempunyai sifat menggerakkan melalui air/zat cair
hidrometer	: alat ukur kecepatan arus air yang mengalir, berat jenis, atau kepekatan air
hipermetropi	: rabun dekat akibat bola mata terlalu pipih sehingga bayangan jatuh di belakang retina
hormon	: suatu protein yang dikeluarkan oleh tubuh, berfungsi untuk pengaturan
<i>hovercraft</i>	: kapal yang dapat berjalan di darat maupun di air yang mempunyai dasar dari bantalan udara dan dijalankan dengan mesin jet
indigokarmin	: pewarna yang menghasilkan warna biru
inersia	: lembam, sifat materi yang menentang atau menghambat perubahan keadaan gerak benda materi itu
insektisida	: zat kimia beracun untuk membunuh serangga
interferensi	: variasi amplitudo gelombang terhadap jarak atau waktu sebagai akibat tumpang tindih dua gelombang atau lebih yang mempunyai frekuensi sama atau hampir sama
interkalar	: di antara jaringan
interval nada	: perbedaan ketinggian antara 2 nada



jembatan ponton	: jembatan yang disangga dengan ponton (sampan yang rendah dan lebar)
kaca spion	: kaca untuk melihat keadaan di belakang (pada kendaraan bermotor)
kafein	: zat yang terkandung dalam kopi dan bersifat adiktif
kapasitas paru-paru	: volume udara yang terdapat pada paru-paru
kasti	: sejenis permainan bisbol
kelenjar	: jaringan tubuh yang menghasilkan suatu cairan atau getah, bisa berupa hormon atau enzim
kempa	: alat yang umumnya untuk mengepres suatu benda
kincir angin	: roda besar yang dijalankan dengan pertolongan angin
klem	: alat yang digunakan untuk menghubungkan statif dengan meja atau peralatan lain dalam laboratorium
kloroplas	: zat warna daun
kolom udara	: ruang berisi udara pada tabung atau bejana
konsentrasi	: kadar suatu zat dalam larutan
konstan	: tetap, tidak berubah
laring	: bagian organ pernapasan yang juga berfungsi sebagai kotak suara
lateral	: tepi
lengan beban	: jarak dari beban ke titik tumpu
lengan kuasa	: jarak dari gaya untuk mengangkat beban (kuasa) ke titik tumpu
leukosit	: sel kekebalan darah atau sel darah putih
lipase	: enzim pencernaan yang memecah lemak menjadi asam lemak dan gliserol
medium	: zat perantara untuk merambatnya gelombang bunyi
mekanis	: secara fisik, tidak melibatkan zat kimia
mesiu	: bahan kimia yang mudah meledak, biasanya berupa serbuk, dipakai untuk mengisi peluru
mesofil	: bagian tengah irisan daun
miopi	: rabun jauh akibat bola mata terlalu bulat sehingga bayangan jatuh di depan retina
modifikasi	: perubahan
morfologi	: bentuk
nada dasar	: nada pertama dalam suatu tangga nada
nasal	: rongga hidung
<i>nata de coco</i>	: selulosa yang dihasilkan oleh bakteri pembentuk selulosa, di antaranya adalah bakteri <i>Acetobacter xylinum</i> . Bakteri ini menggunakan air kelapa sebagai medium untuk menghasilkan selulosa
newton	: (1) satuan gaya dalam sistem internasional; (2) orang yang mengemukakan tiga hukum tentang gerak yang dikenal sebagai Hukum Newton



nikotin	: zat adiktif yang dikandung tembakau
nuklir	: berhubungan dengan energi atom
oktaf	: selang antara 2 bunyi yang rasio frekuensi dasarnya sama dengan dua
<i>over dosis</i>	: penggunaan obat yang melebihi takaran yang diijinkan
papila	: bagian yang ujungnya tumpul dan menyembul keluar
penampang	: irisan
pascal	: (1) satuan tekanan; (2) orang yang mengemukakan hukum tentang tekanan pada suatu fluida
periodik	: berulang-ulang dengan selang waktu yang teratur
periskop	: teropong yang menggunakan lensa prisma siku-siku dan digunakan untuk melihat benda di atas permukaan air laut dari kapal selam
peristaltik	: gerakan secara konstan dan teratur, antara lain mengembang dan mengempis, atau gerakan memompa atau berdenyut
pesawat amfibi	: pesawat yang dapat tinggal landas dan mendarat, baik di darat maupun di air
pigmen	: zat warna
pleura	: selaput paru-paru
polarisasi	: pembatasan atau pengutuban dua getaran menjadi satu arah getar/penyerapan arah getar pada gelombang transversal
poros	: berlubang-lubang/berongga-rongga; sumbu roda
predator	: hewan pemangsa hewan lain
presbiopi	: rabun mata yang diakibatkan berkurangnya kemampuan otot mata untuk berakomodasi; mata tua
psikotropika	: obat yang digunakan pada kedokteran jiwa
ptialin	: enzim pada ludah
reaksi kimia	: perubahan materi yang menyangkut struktur dalam molekul suatu zat
reaksi nuklir	: reaksi yang terjadi pada inti atom
reaktor nuklir	: alat pembangkit tenaga nuklir
resultan	: penjumlahan
sakau	: keadaan pecandu narkoba yang sudah tidak terkontrol lagi dan minta diberi obat lagi
selaput gendang	: kulit tipis pada telinga untuk menerima suara
seludang	: daun besar pelindung seperti daun kaku yang menutupi tangkai daun kelapa
serum	: plasma darah yang tidak mengandung sel darah merah
<i>sex pheromon</i>	: hormon yang dimiliki oleh hewan betina guna menarik hewan jantan
siklus	: berulang-ulang
simbiosis mutualisme	: keadaan yang saling menguntungkan



sinus	: bagian pada organ pernapasan setelah keluar dari nasal
sistem cgs	: sistem satuan yang terdiri atas sentimeter, gram, dan sekon
sistolik	: atas
slinky	: pegas panjang yang dapat dirapatkan dan diregangkan
solder	: patri, timah yang diluluhkan dengan batang logam yang dipanaskan
sonar	: alat pelacak yang digunakan untuk mendeteksi adanya benda di bawah air
spektrum	: kisaran
spiral	: melingkar-lingkar
stadia	: tahap perkembangan yang terjadi pada hewan yang mengalami metamorfosis
statif	: alat yang digunakan untuk menggantungkan peralatan dalam laboratorium
taju	: bagian menyerupai bentuk perisai, agak pipih dan lebar, contoh taju adalah tulang tipis pada bagian dada ayam yang menyangga daging
tank amfibi	: tank yang dapat berjalan di darat dan di atas permukaan air
tar	: zat hasil endapan nikotin yang dapat menempel di jaringan tubuh bagian dalam
tartrasin	: pewarna yang menghasilkan warna kuning
tegangan senar	: gaya pada senar yang disebabkan rentangan antara 2 titik
tekanan turgor	: tekanan yang disebabkan oleh konsentrasi air
tempurung	: bagian tulang yang bentuknya membulat, menutup bagian ujung dari suatu tulang, contoh pada lutut terdapat tempurung lutut
trakhea	: tenggorokan
trampolin	: kerangka ulet dan lentur yang digunakan seorang akrobat untuk meloncat-loncat
tulang rawan	: salah satu jenis tulang yang sifatnya rawan atau lunak
ultrasonografi	: diagnostik bayangan dua dimensi dengan menggunakan gelombang ultrasonik
unsur hara	: unsur-unsur yang ada di dalam tanah dan merupakan bahan makanan bagi tanaman
vakum	: hampa udara; kosong
vakuola	: lubang
villi	: tonjolan yang melekok-lekok

Daftar Pustaka

- Brady, I. E. dan J. R. Holum. 1988. *Fundamentals of Chemistry, 3rd edition*. Singapura: John Wiley & Sons.
- Brady, I. E., J. W. Russel, dan J. R. Holum. 2000. *Chemistry: Matter and Its Changes*. USA: John Wiley & Sons.
- Cheng, E. dan J. Chow. 1999. *Chemistry: A Modern View, 4th edition*. Hongkong: Wilson Welsh Publication Ltd.
- Depdiknas. 2006. *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta.
- _____. 2006. *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 tahun 2006 tentang Standar Isi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Depdiknas.
- _____. 2006. *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 23 tahun 2006 tentang Standar Kompetensi Lulusan untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Depdiknas.
- Djajadiningrat, S.T. 1990. *Kualitas Lingkungan Hidup di Indonesia 1990*. Jakarta: Kantor Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- Ebbing, D. D. dan M. S. Wrighton. 2000. *General Chemistry*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Elisabeth, P. Tt. *Fundamental of Chemistry*. California: Monterey.
- Fahn, A. 1991. *Anatomi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjahmada University Press.
- Fullick, A. dan P. Fullick. 2000. *Chemistry, 2nd edition*. Inggris: Heinemann.
- Giancoli, D. 2001. *Fisika Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Gie, T. I. 1999. *Mekanika*. Jakarta: Depdikbud.
- Gillespie, R. J., D. A. Humphreys, N. C. Baird, dan E. A. Robinson. 1986. *Chemistry*. USA: Allyn and Bacon Inc.
- Halliday, D. dan Resnick, R. 1991. *Fisika Jilid 1 (Terjemahan)*. Jakarta: Erlangga.
- _____. 1991. *Fisika Jilid 2 (Terjemahan)*. Jakarta: Erlangga.
- Haskia, dkk. 1992. *Ilmu Kimia 2 SMA*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Herron, I. D, dkk. 1997. *Chemistry*. Massachusetts: D. C. Heath and Company.
- Hill, G. dan J. Holman. 1999. *Chemistry in Context, 6th edition*. Australia: Thomas Nelson.
- Kimball, John W. 1989. *Biologi, Edisi Kelima*. Jakarta: Erlangga.
- McLean, J. 1996. *Chemistry*. Inggris: Longman.
- Purwanti, E. dan M. M. Aji. 2005. *Ilmu Pengetahuan Alam: Fisika Kelas VII untuk SMP*. Klaten: Intan Pariwara.
- _____. 2005. *Ilmu Pengetahuan Alam: Fisika Kelas VIII untuk SMP*. Klaten: Intan Pariwara.
- Ramsden, E. 1994. *Chemistry*. Inggris: Stanley Thomes Ltd.
- Riley, P. D. 1999. *Chemistry*. Inggris: John Murray Ltd.
- Roebuck, C. M. 2000. *Chemistry*. Australia: Pascal Press.
- Ryan, L. 1996. *Chemistry for You*. Inggris: Stanley Thomes Ltd.
- Schermerhon, P. 1983. *Teori dan Soal-soal Kimia*. Jakarta: Pradya Paramita.
- Schullman et al, Penerjemah Samik Wahab. 1994. *Dasar Biologis dan Klinis Penyakit Infeksi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

- Setyawan, L. H. 2004. *Kamus Fisika Bergambar*. Bandung: Pakar Raya.
- Smith, A. dan C. Henderson. 2006. *Energi, Gaya, dan Gerak* (Terjemahan). Bandung: Pakar Raya.
- Stern K.R. 2000. *Introductory Plant Biology*. 8th. Boston: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Steven, A. A. 1989. *Chemistry*. London: MacMillan Publisher.
- Surakiti. 1989. *Kimia 2A*. Klaten: Intan Pariwara.
- Surya, Y. 1996. *Olimpiade Fisika*. Jakarta: Primatika Cipta Ilmu.
- _____. 2001. *Fisika Itu Mudah*. Tangerang: Bina Sumber Daya MIPA.
- Tim Penyusun. 2002. *Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi Ketiga*. Jakarta: Depdiknas.
- Uttley, C. 2006. *Seri Kegiatan Sains: Gaya dan Gerak* (Terjemahan). Bandung: Pakar Raya.
- Wilardjo, L. dan D. Murniah. 2000. *Kamus Fisika*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Encarta Encyclopaedia*. 2005. USA: Microsoft.
- www.chem-is-try.org diunduh 29 Maret 2006.

Indeks

A

agranulosit 58
alat optik 306, 312, 316, 318
alergi 50
alga 102
alkoholik 155
alveoli 47
amiloglobulin 32
amplitudo 254, 255, 256, 260, 264, 272, 273
anak-anak 14
anemia 63
antibodi 58, 59
antigen 59
apikal 69, 72
aqueous humour 306
arteri 61
artona 104
astigmatik 307, 311, 318
atropi 26
atom 112, 113, 114, 118
audiosonik 268, 270, 280

B

bahan pembersih 122, 123, 128, 134, 136
bahan pewarna 140, 150
bakteri 102
balita 12, 13, 14, 17
barometer 232, 247, 251
beban 216, 217, 218, 219, 211, 222, 227
bejana berhubungan 239, 240, 241, 250
berat 181, 182, 183
berat benda di air 242
bidang miring 216, 217, 224, 225, 227, 228
bintik kuning 307
boraks 147
bronkhitis 51
bronkioli 47
bronkus 47, 52
bunyi pantul 279, 281

C

cakra optik 286
cepat rambat bunyi 271, 279, 280
cepat rambat cahaya 294
cepat rambat gelombang 254, 261, 264, 271
cermin cekung 287, 282
cermin cembung 284, 285
cermin datar 286
CFC 132, 136
CVPD 106, 108

D

daya 200, 212, 213
daya akomodasi mata 306, 307, 311
DDT 134
delirium tremens 157
depresan 160, 161, 162, 166
deret nada 173
detergen 125, 128, 136
divergen 291, 295
dewasa 16, 17
diabetes 42
diastol 62
dikotil 76, 78
disakarida 37
donor 59
duodenum 34

E

efek bahan kimia dalam rokok 159
efek minuman beralkohol 156
ekspirasi 48, 49
ekstasi 161
elektron 113, 115
embrionik 68
endodermis 73
energi bunyi 200, 201, 208, 213
energi cahaya 202, 203, 208, 212
energi kalor 202, 203, 208, 209, 213
energi kimia 202, 203, 207, 208, 213
energi kinetik 200, 203, 204, 205, 206, 208, 211, 212, 213
energi listrik 202, 203, 207, 208, 213
energi mekanik 200, 204, 208, 213
energi nuklir 202, 203, 213
energi panas 208
energi pegas 202, 203, 213
energi potensial 200, 203, 204, 206, 207, 211, 212, 213
enterokinase 34, 36
enzim 5, 31, 88
epidermis 69, 80
epithelium 33
erepsin 34
eritrosit 56

F

faring 47, 52
Fetal alcohol syndrome 156
fibrinogen 57
fisura 26
floem 69, 71, 80
formalin 147
fotonasti 95
fotosintesis 71, 77, 78, 80, 84, 85, 86, 87

fototaksis 98
fototropisme 96
fraktura 26
fumigasi 105, 106

G

Galileo 188, 289
gametofit 8
ganja 163
gangsir 103, 106
garputala 276
garam mineral 38
gastrin 33
gaung 268, 279, 280
gaya aksi-reaksi 194
gaya angkat 222
gaya Archimedes 242, 243
gaya berat 172, 174, 181, 192, 222, 224, 234
gaya dorong 174, 177, 189
gaya gesek 172, 174, 175, 179, 180, 181, 184
gaya gravitasi 245
gaya gravitasi bumi 174
gaya listrik 174
gaya normal 174
gaya sentuh 174, 184
gaya tak sentuh 174, 184
gaya tarik 174, 194, 222
gaya tegangan tali 174, 175
gaya tekan 175, 193, 218, 234
gelombang berjalan 260
gelombang bunyi 263, 277
gelombang elektromagnetik 259, 263, 264, 284
gelombang longitudinal 254, 260, 261, 264, 271
gelombang mekanik 259, 264
gelombang stasioner 260
gelombang transversal 254, 260, 261, 264, 284, 285
gema 268, 279, 280
gen 4
generatif 8, 9
genetik 5
geotropisme 96
gerak autonom 94, 99
gerak esionom 95, 99
gerak higroskopis 99
giberelin 5
getaran 254, 255, 256, 259, 260, 261, 264, 269, 276
glukosa 90, 86, 85
golongan darah 59, 60
grana 85

granulosit 58
gulma 105, 108

H

halusinogen 160, 162, 166
hama 102, 108
hartl 237
hemimetabolisme 7
hemofili 63
hemoglobin 56
hepar 35
heroin 164
hidrotropisme 96
hipermetropi 307, 309, 318
hipertensi 157
holometabolisme 7
hormon 4, 5
hukum Archimedes 232, 242, 243, 250, 251
hukum bejana berhubungan 240, 241, 250
hukum Boyle 249, 251
hukum I Newton 188, 189, 190, 196
hukum II Newton 188, 189, 191, 192, 196
hukum III Newton 188, 189, 193, 194, 196
hukum kekekalan energi 200, 210, 213
hukum Marsenne 274, 280
hukum Newton 188, 189
hukum Pascal 232, 236, 237, 238, 239, 250
hukum pemantulan bunyi 278, 281
hukum pemantulan cahaya 286, 301
hukum Snellius 294, 302
hukum utama tekanan hidrostatik 235, 250

I

ileum 34
indeks bias 294, 302
infrasonik 268, 270, 280
insektisida 133, 135
inspirasi 48, 49
interkalar 69
intestinum 34
irreversible 3
interval nada 273
ion 112, 114, 117, 118
iris 317

J

jamur 102

jaringan 68
jejenum 34

K

kacamata lensa cekung 308
kacamata lensa cembung 309
kacamata lensa rangkap 311
kacamata lensa silindris 311
kaliptra 72
kalor 203
kalori 36
kamera 306, 312, 318
kambium 71
karbohidrat 4
kardiomiopati 157
katrol bergerak 222, 223, 227
katrol ganda 222, 223, 228
katrol tetap 222, 223, 227
kekuatan lensa cekung 296
kekuatan lensa cembung 298
kemotaksis 98
kemotropisme 96
kerdam 279, 281
keuntungan mekanis 216, 219, 222, 223, 225, 226, 227, 228
kepompong 7
kifosis 26
kimiawi 31, 33
klorofil 85
kloroplas 78, 84
kokain 164, 165
konvergen 288, 298
kolagen 20
kolenkim 69, 70, 80
kornea 306
korteks 73
kram 26
kuasa 216, 218, 219, 221, 222, 223

L

laring 47, 52
laringitis 51
lateral 69
lengan beban 216, 218, 219
lengan kuasa 216, 218, 219
lensa bikonkaf 295
lensa bikonveks 298
lensa cekung 295, 296, 298, 307, 308, 311
lensa cembung 295, 298, 312, 313, 314, 316, 317
lensa konkaf 190

lensa konkaf konveks 298
lensa konveks 298
lensa konveks konkaf 295
lensa mata 306, 307
lensa objektif 313, 316, 317
lensa okuler 313, 316, 317
lensa pembalik 317
lensa plan konkaf 295
lensa plan konveks 298
leukemia 63
leukosit 57
lipase 33
lisosom 32
lordosis 26
lup 306, 312, 318

M

maag 41
maltase 32, 34
manometer 232, 248, 249, 251
manula 16, 17
marijuana 163
mekanis 30, 33
melayang 243, 251
mengapung 243, 251
menstruasi 15
meristem 68, 69, 80
metabolisme 37
metagenesis 7, 8, 9
metamorfosis 7, 9
mikroskop 306, 312, 313, 314, 318
mimpi basah 15
miopi 307, 308, 318
molekul 112, 114, 116, 117, 118
monokotil 74, 76
monosakarida 37
morfin 164

N

nada 268, 272
nada dasar 273
narkotika 154, 162, 163, 165, 166
nasti kompleks 96, 99
neraca pegas 172, 175, 176, 195
neutron 115
niktinasti 95, 99

O

oesophagus 33
otot 20, 24
otot mata 207
ovarium 15

P

panas 200, 203
 panjang gelombang 254, 260, 261, 264, 272, 284
 panjang mikroskop 314, 318
 panjang teropong bintang 317, 318
 panjang teropong bumi 317, 318
 pankreas 35
 papila 32
 parenkim 69, 70, 71, 80
 paru-paru 47, 50
 pencernaan 30
 penyakit tanaman 106, 108
 peristaltik 31
 perkembangan 2, 3, 9, 12, 13, 17
 pernapasan 46,47,49,50,52
 persendian 23
 partikel 112, 113
 pemanis alami 143, 144
 pemanis buatan 143, 144
 pemantulan baur 285, 286
 pemantulan bunyi 277
 pemantulan gelombang 263, 277
 pemantulan teratur 285, 286
 pembiasan 284, 285, 293, 294, 296
 pemutih 129, 131, 135, 136
 pengawet alami 145
 pengawet buatan 145, 146
 penyedap 149, 150
 perbesaran cermin cekung 289
 perbesaran lensa cembung 198
 perbesaran mikroskop 314, 318
 perbesaran teropong bintang 317, 318
 percepatan 191, 196
 percepatan gravitasi 234
 periode 254, 255, 266, 257, 261
 periskop 306
 pertumbuhan 2, 3, 9, 13, 14
 perubahan bentuk energi 200, 207, 208, 210
 pesawat sederhana 216, 217, 222, 226, 227, 234
 pestisida 104, 105, 106
 pewangi 131, 135, 136
 pewarna alami 140, 142
 pewarna buatan 141, 142
 plureitis 51
 pneumonia 51
 polip 51
 polisakarida 37
 protalus 9

protein 4, 38
 presbiopi 307, 311, 318
 proton 113, 115
 psikotropika 153, 154, 160, 166
 ptialin 32
 pubertas 14, 17
 puncak gelombang 160
punctum proximum 307
punctum remotum 307
 pupil 307

R

radar 263
 resipien 59
 resonansi 268, 275, 276, 277, 280
 respirasi 85
 resultan gaya 172, 177, 178, 184, 189, 190, 191, 196
 retina 307, 308
 rhinitis 51
 rhizoma 77
 roda dan poros 216, 217, 226, 228
runner 77

S

sabun 124, 136
 saraf optik 307
 satu oktaf 273
 seismonasti 95, 99
 sekretoris 71, 80
 sekrap Archimedes 225
 sel surya 209
 sendi 24
 senyawa 116, 117
 shabu-shabu 161
 sifat bayangan 284, 286, 288, 289, 291, 296, 301, 302
 sifat gelombang 263
 simpangan 255, 256, 257
 sinar istimewa 288, 301
 Sir Isaac Newton 188
 sirosis hati 156
 sistol 62
 sitokinin 5
 skiliosis 26
 sklerenkim 69, 70
 stele 73
 stiff 26
 sonar 280
 sonometer 274
 stimulan 160, 166
 stolon 77

stomata 77
 sumber bunyi 269, 279
 sumber energi 200, 201
 sumber energi terbarukan 201
 sumber energi tidak terbarukan 201
 syarat terjadinya bunyi 269, 281

T

tabung Torricelli 245
 tangga nada 273
 tekanan dalam gas 245
 tekanan hidrostatik 232, 236, 237, 238, 241, 252
 tekanan pada zat cair 236
 tekanan pada zat padat 233, 234, 235, 250
 tekanan udara 245, 246, 248, 249
 tekanan udara dalam ruang tertutup 248
 teleskop 316
 teleskop Galileo 316
 tenggelam 243
 termonasti 95, 99
 teropong 306, 312, 316
 teropong bintang 316, 317
 teropong bumi 316, 317
 testis 15
 tigmotropisme 97
 tinggi nada 274
 titik tumpu 216, 217, 221, 222, 223
 trakea 47, 52
 trakheitis 51
 trombosit 57
 tuas 216, 217, 218, 219, 221, 222, 227

U

ultrasonik 268, 270, 280
 usaha 200, 201, 210, 211, 212, 213, 217, 218, 222, 225, 227

V


vakuola 6, 69
 vaskuler 70
 vegetatif 8, 9
 vena 61, 62
 vitamin 4, 39, 40
vitreous humour 307

X

xilem 69, 71, 80

Z

zat aditif 140, 150, 153, 154, 166



ISBN 979-462-919-7

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 34 Tahun 2008 tanggal 10 Juli 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam Proses Pembelajaran.

HET (Harga Eceran Tertinggi) Rp. 21.062,-