



Badan Sehat Jiwa Kuat

BIOLOGI PAKET C
SETARA SMA/MA
KELAS XI

MODUL TEMA 8



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat
Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan
Tahun 2018



Badan Sehat Jiwa Kuat

MODUL TEMA 8

**BIOLOGI PAKET C
SETARA SMA/MA
KELAS XI**



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat
Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan
Tahun 2018

Biologi Paket C - Setara SMA/MA kelas XI
Modul Tema 8 : Badan Sehat, Jiwa Kuat

- **Penulis:** Asep Koswara
- **Diterbitkan oleh:** Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan-
Ditjen Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat-Kementerian Pendidikan dan
Kebudayaan, 2018

iv+ 36 hlm + ilustrasi + foto; 21 x 28,5 cm

Kata Pengantar

Pendidikan kesetaraan sebagai pendidikan alternatif memberikan layanan kepada masyarakat yang karena kondisi geografis, sosial budaya, ekonomi dan psikologis tidak berkesempatan mengikuti pendidikan dasar dan menengah di jalur pendidikan formal. Kurikulum pendidikan kesetaraan dikembangkan mengacu pada kurikulum 2013 pendidikan dasar dan menengah hasil revisi berdasarkan peraturan Mendikbud No.24 tahun 2016. Proses adaptasi kurikulum 2013 ke dalam kurikulum pendidikan kesetaraan adalah melalui proses kontekstualisasi dan fungsionalisasi dari masing-masing kompetensi dasar, sehingga peserta didik memahami makna dari setiap kompetensi yang dipelajari.

Pembelajaran pendidikan kesetaraan menggunakan prinsip flexible learning sesuai dengan karakteristik peserta didik kesetaraan. Penerapan prinsip pembelajaran tersebut menggunakan sistem pembelajaran modular dimana peserta didik memiliki kebebasan dalam penyelesaian tiap modul yang di sajikan. Konsekuensi dari sistem tersebut adalah perlunya disusun modul pembelajaran pendidikan kesetaraan yang memungkinkan peserta didik untuk belajar dan melakukan evaluasi ketuntasan secara mandiri.

Tahun 2017 Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan, Direktorat Jendral Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat mengembangkan modul pembelajaran pendidikan kesetaraan dengan melibatkan pusat kurikulum dan perbukuan kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru dan tutor pendidikan kesetaraan. Modul pendidikan kesetaraan disediakan mulai paket A tingkat kompetensi 2 (kelas 4 Paket A). Sedangkan untuk peserta didik Paket A usia sekolah, modul tingkat kompetensi 1 (Paket A setara SD kelas 1-3) menggunakan buku pelajaran Sekolah Dasar kelas 1-3, karena mereka masih memerlukan banyak bimbingan guru/tutor dan belum bisa belajar secara mandiri.

Kami mengucapkan terimakasih atas partisipasi dari Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru, tutor pendidikan kesetaraan dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan modul ini.

Jakarta, Desember 2018
Direktur Jenderal

Harris Iskandar

Modul Dinamis: Modul ini merupakan salah satu contoh bahan ajar pendidikan kesetaraan yang berbasis pada kompetensi inti dan kompetensi dasar dan didesain sesuai kurikulum 2013. Sehingga modul ini merupakan dokumen yang bersifat dinamis dan terbuka lebar sesuai dengan kebutuhan dan kondisi daerah masing-masing, namun merujuk pada tercapainya standar kompetensi dasar.

Daftar Isi

Kata Pengantar.....	ii
Daftar Isi	iii
Petunjuk Penggunaan Modul.....	iv
Modul 8 Badan Sehat, Jiwa Kuat.....	1
Tujuan yang Diharapkan Setelah Belajar Modul	2
Pengantar Modul	2
Unit 1 Struktur dan Fungsi Sistem Pencernaan	3
Penugasan	14
Unit 2 Struktur dan Fungsi Sistem Pernapasan	15
Penugasan	20
Unit 3 Struktur dan Sistem Ekskresi Manusia	21
Penugasan	26
RANGKUMAN	27
Soal Latihan.....	28
PENILAIAN.....	32
kunci jawaban.....	34
Daftar Pustaka	36
KRITERIA PINDAH MODUL.....	36

BADAN SEHAT, JIWA KUAT

Petunjuk Penggunaan Modul

Mata pelajaran Biologi Paket C Tingkatan VI Setara kelas XI memiliki 5 modul yaitu (1)Sel Inti Kehidupan, (2)Gerak dan Peredaran Darah Manusia, (3)Badan Sehat, Jiwa Kuat, (4)Katakan Tidak pada Narkoba, dan (5)Bunga Rampai Kehidupan. Modul Biologi disusun secara berurutan, maka akan sangat baik jika dipelajari secara berurutan.

Dalam mempelajari modul ini hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Belajar dengan modul, keberhasilannyatergantung dari ketekunan Anda dalam memahami langkah-langkah belajarnya
2. Belajar dengan modul dapat dilakukan secara mandiri atau kelompok.
3. Untuk membantu Anda dalam mempelajari modul ini, ada baiknya diperhatikan beberapa petunjuk belajar berikut ini:
 - a. Usahakan Anda memiliki modul sebagai bahan utama dalam memahami materi
 - b. Baca dan pahami benar-benar tujuan yang terdapat dalam modul ini.
 - c. Bacalah dengan cermat sampai bagian pengantar hingga Anda memahami secara tuntas tentang apa, untuk apa dan bagaimana mempelajari modul ini.
 - d. Bila Anda mengalami kesulitan dalam mempelajari modul ini, diskusikan dengan teman-teman lain atau tanyakan pada tutor saat tatap muka.
 - e. Untuk memperluas wawasan, baca dan pelajari sumber-sumber lain yang relevan.
 - f. Mantapkan pemahaman Anda dengan mengerjakan tugas yang ada dalam modul ini dan perhatikan rubrik penilaiannya.
 - g. Jangan lewatkan untuk menjawab soal-soal latihan dalam setiap akhir modul
 - h. Periksa hasil latihan Anda dengan mencocokkan pada kunci jawaban yang tersedia. Dan bila ada jawaban yang belum benar, pelajari lagi materi yang bersangkutan.
 - i. Bila dalam tes akhir modul Anda dapat mencapai nilai 80, maka Anda dapat melanjutkan untuk mempelajari modul berikutnya.

Modul“**Badan Sehat, Jiwa Kuat**”merupakan salah satu sumber belajar, sehingga sangat disarankan untuk membaca referensi lain yang berkaitan dengan materi pembelajaran. Referensi-referensi bacaan yang terkait materi pembelajaran beberapa dicantumkan pada modul ini, yang

dapat dicari di perpustakaan atau website. Hal ini dimaksudkan untuk memperluas wacana pengetahuan peserta didik.

Modul ini dirancang atas tiga (3) unit yang hendaknya dipelajari mulai dari unit pertama hingga terakhir secara berurutan. Setiap unit memuat uraian materi dan penugasan, yang dapat melatih peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif dalam menyelesaikan masalah. Selain itu juga memuat penilaian untuk mengetahui pemahaman peserta didik terhadap modul secara bertahap.

Tujuan yang Diharapkan Setelah Belajar Modul

Setelah mempelajari modul ini, peserta didik diharapkan mampu:

1. Menjelaskan hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem pencernaan dalam kaitannya dengan nutrisi, bioproses dan gangguan fungsi yang dapat terjadi pada sistem pencernaan manusia.
2. Menjelaskan hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem respirasi dalam kaitannya dengan bioproses dan gangguan fungsi yang dapat terjadi pada sistem respirasi manusia.
3. Menjelaskan hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem ekskresi dalam kaitannya dengan bioproses dan gangguan fungsi yang dapat terjadi pada sistem ekskresi manusia. Menerapkan kerja ilmiah dan memiliki sikap ilmiah dengan memperhatikan keselamatan kerja

Pengantar Modul

Modul 8 mengenai Badan Sehat, Tubuh Kuat, didalamnya membahas 3 unit materi, antara lain: Unit 1 tentang struktur dan fungsi sistem pencernaan, menguraikan tentang zat makanan, BMR (*Body Mass Index*) dan BMR (*Basal Metabolic Rate*), menu sehat, dan penyakit/gangguan bioproses pada sistem pencernaan.. Unit 2 tentang struktur dan fungsi sistem pernapasan, membahas tentang struktur dan fungsi organ pernapasan pada manusia, mekanisme pernapasan pada manusia, dan kelainan dan penyakit terkait sistem pernapasan. Unit 3 tentang struktur dan fungsi sistem ekskresi manusia, menguraikan tentang struktur dan Fungsi organ pada sistem ekskresi pada manusia, proses ekskresi pada manusia, dan kelainan dan penyakit yang berhubungan dengan sistem ekskresi pada manusia.

Setiap unit modul dilengkapi dengan uraian materi, penugasan, dan rangkuman materi untuk membantu peserta didik lebih memahami konsep, memicu peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif dalam menyelesaikan masalah. Selain itu, modul ini juga dilengkapi dengan penilaian untuk mengetahui pemahaman peserta didik terhadap modul secara bertahap.

UNIT 1

STRUKTUR DAN FUNGSI SISTEM PENCERNAAN

Materi

Pencernaan adalah proses penyederhanaan bahan makanan secara fisik dan enzimatis menjadi zat gizi yang dapat diserap oleh tubuh. Ada dua (2) proses pencernaan makanan didalam tubuh, yaitu secara **mekanis** dan **kimiawi**.

Pencernaan secara mekanis merupakan proses pemecahan makanan menjadi bagian kecil oleh gigi (ketika mengunyah) dan otot (pada saluran pencernaan). Sedangkan pencernaan secara kimiawi merupakan pencernaan makanan oleh enzim ptyalin (air liur) pada mulut.

Struktur dan sistem pencernaan yang dibahas dalam materi unit 1, antara lain: zat makanan, alat pencernaan, dan kelenjar pencernaan; BMR (*Body Mass Index*) dan BMR (*Basal Metabolic Rate*); menu sehat; dan penyakit atau gangguan yang disebabkan oleh bioproses sistem pencernaan.

1. Zat Makanan, Alat Pencernaan dan Kelenjar Pencernaan

a. Zat makanan

Zat makanan terdiri dari tujuh (7) zat yang dibutuhkan oleh tubuh, antara lain: karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral, air, dan zat aditif. Berikut ini penjelasan masing-masing zat tersebut.

1) Karbohidrat

Karbohidrat tersusun atas satu gugus gula seperti glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Sumber karbohidrat dapat diperoleh dari padi, jagung, gandum, ubi, singkong, sagu, mei, dan roti. Adapun fungsi dari karbohidrat, antar lain: sumber energi, pemberi rasa manis, menghemat penggunaan protein, mengatur metabolisme lemak, dan membantu pengeluaran feses.

2) Protein (asam amino)

Asam amino esensial, semi esensial, dan non esensial. Asam amino esensial adalah asam amino yang harus didatangkan dari luar tubuh manusia karena tidak dapat disintesis/dihasilkan oleh tubuh. Asam amino esensial yang dibutuhkan oleh manusia dewasa ada delapan (8) macam, yaitu: *Triptofan*, *Isoleusin*, *Leusin*, *Lisin*, *Metianin*, *Fenilalanin*, *Treonin*, dan *Valin*. Sedangkan asam amino untuk bayi diperlukan sepuluh

(10) macam asam amino esensial dengan menambahkan *Histidin* dan *Arginin*.

Sumber protein dapat diperoleh dari *protein hewani* (telur, susu, daging, ikankerang) dan *protein nabati* (kacang kedelai, jagung, dan sayuran). Adapun fungsi dari protein, antara lain: pertumbuhan, pemeliharaan jaringan tubuh, mengatur keseimbangan air, memelihara netralitas tubuh, membentuk antibodi, biokatalisator, dan sumber energi.

3) Lemak

Lemak adalah senyawa tringliserida yang tersusun atas asam lemak dan gliserol. Sumber lemak dapat diperoleh dari *lemak hewani* (daging, susu, krim, keju, kuning telur) dan *protein nabati* (minyak kelapa, kacang tanah, dan alpukat). Adapun lemak memiliki fungsi sebagai sumber energi, memelihara suhu tubuh, melindungi tubuh, memberi rasa kenyang dan lezat, sumber asam lemak esensial, dan bahan penyusun membrane sel.

4) Vitamin

Vitamin diperlukan tubuh dalam jumlah yang sangat kecil dan tidak menghasilkan energi. Vitamin sendiri ada yang dapat larut dalam air (*Water Soluble Vitamins*) dan ada yang larut dalam lemak (*Lipid Soluble Vitamins*). Berikut ini tabel fungsi vitamin :

Tabel 1. Vitamin yang Larut dalam Air (*Water Soluble Vitamins*)

Vitamin	Fungsi	Defisiensi
B1 (Aneurin = Thiamin)	Untuk mempengaruhi absorpsi lemak dalam usus.	Menyebabkan beri-beri dan neuritis
B (Riboflavin=Laktoflavin)	Transmisi rangsang sinar ke mata	Mengakibatkan katarak, keilosis
Asam Nikotin (Niasin)	Proses pertumbuhan, perbanyak sel, dan anti pellagra	Menyebabkan pelagra dengan gejala 3D: Dermatitis, Diare, dan Dimensia
B6 (Peridoksin=Adermin)	Untuk pergerakan peristaltik usus	Menyebabkan kontipasi (sembelit)
Asam Pantotenat	Dibutuhkan untuk oksidasi karbohidrat dan lemak, dan membantu pembentukan hormon dan beberapa neurotransmitter	Menyebabkan dermatitis
Biotin	Dibutuhkan untuk metabolisme asam amino dan asam lemak	Menimbulkan gangguan kulit
Asam Folat	Dibutuhkan untuk menghasilkan hemoglobin dan pembentukan ADN	Menimbulkan anemia defisiensi asam folat

B12 (sianokobalamin)	Diperlukan untuk pembentukan asam inti dan mielin	Akan menimbulkan anemia dan kelainan sistem saraf
Vitamin C (Asam Askorbinat)	Pembentukan sel, dan pembuatan trombosit	Menimbulkan pendarahan pada gusi, pendarahan dibawah kulit, dan karies gigi.

Tabel 2. Lemak yang Larut dalam Air (*Lipid Soluble Vitamins*)

Vitamin	Fungsi	Defisiensi
Vitamin A (refinol)	Pertumbuhan sel epitel, dan mengatur rangsang sinar pada saraf mata	Menimbulkan gejala hemeralopia (rabun senja) dan frinoderma (kulit bersisik)
Vitamin D	Mengatur kadar kapur dan fosfor, memperlancar proses osifikasi	Menimbulkan rakhitis
Vitamin E (tokoferol)	Meningkatkan fertilitas	Kerusakan sel darah merah, anemia dan degenerasi
Vitamin E (anti hemoragi)	Pembentukan protombin	Kerusakan dalam penggumpalan darah. Kelebihan ekstrim akan menyebabkan kerusakan hati dan anemia

5) Mineral atau Garam-garam Mineral

Mineral terdiri dari dua (2) bagian utama, yaitu: mineral makro dan mineral mikro. Mineral makro antara lain: Ca (kalsium), P (fosfor), K (kalium), S (belerang), Na (natrium), Cl (klor), dan Mg (magnesium). Sedangkan yang termasuk kedalam mineral mikro antara lain: Zn (seng), Fe (besi), Cu (tembaga), I (yodium), Se (selenium), dan Mn (mangan). Berikut ini tabel mengenai sumber dan fungsi mineral untuk tubuh manusia:

Tabel 3. Sumber dan Fungsi Mineral untuk Tubuh Manusia

Mineral	Sumber	Fungsi
Kalsium (Ca)	Susu, daun singkong, ikan dan udang	Memperkuat tulang dan gigi, menghantarkan impuls saraf, dan kontraksi otot
Fosfor (P)	Daging, susu, dan biji bunga matahari	Komponen tulang dan pertumbuhan jaringan lunak, bagian fosfolipid, ATP, dan asam inti
Kalium (K)	Buah-buahan dan sayuran	Menghantar impuls saraf dan kontraksi otot
Belerang /Sulfur (S)	Daging, susu, dan polong-polongan	Menstabilkan bentuk protein, dan menetralkan substansi racun
Natrium (Na)	Garam dapur	Menghambat impuls saraf, mengatur keseimbangan pH, dan cairan tubuh

Klor / Clor (Cl)	Garam dapur	Mengatur keseimbangan asam dan basa
Magnesium (Mg)	Biji-bijian dan sayuran hijau	Kontraksi otot dan sintesis protein
Seng / Zinc (Zn)	Daging, polong-polongan, dan biji-bijian	Sintesis protein, menyembuhkan luka, dan pertumbuhan fetus
Besi (Fe)	Biji-bijian, daging, sayuran berwarna hijau, hati dan kuning telur	Sintesis Hb (Hemoglobin)
Tembaga /Copper (Cu)	Daging, kacang-kacangan, dan polong	Sintesis Hb
Yodium / Iodine (I)	Garam beryodium, dan ikan laut	Sintesis hormone tiroid
Selenium (Se)	Makanan laut, daging, dan telur	Bagian dari enzim antioksidan

6) Air

Tubuh manusia dalam sehari membutuhkan 2 – 2,5 liter air. Air dapat diperoleh dari air minum atau dari makanan, seperti buah-buahan dan sayuran. Air berfungsi sebagai pelarut senyawa organik dan anorganik, mengangkut hasil metabolisme ke jaringan, mengangkut sisa metabolisme ke luar tubuh, menstabilkan suhu tubuh, dan bahan pelarut untuk protein, lemak, glikogen, dan pati.

7) Zat Aditif/ Bahan Tambahan Pangan (BTP)

Zat aditif atau adalah bahan-bahan yang ditambahkan secara sengaja kedalam makanan dalam jumlah sedikit untuk meningkatkan mutu makanan, seperti: warna, rasa, bentuk, dan masa simpan. Zat aditif dapat dibuat dari bahan alami ataupun bahan buatan (*zat aditif artifisial*). Zat aditif alami contohnya, antara lain: jahe, kunyit, dan garam. Sedangkan zat aditif buatan contohnya, antara lain: vetsin, formalin, dan boraks.

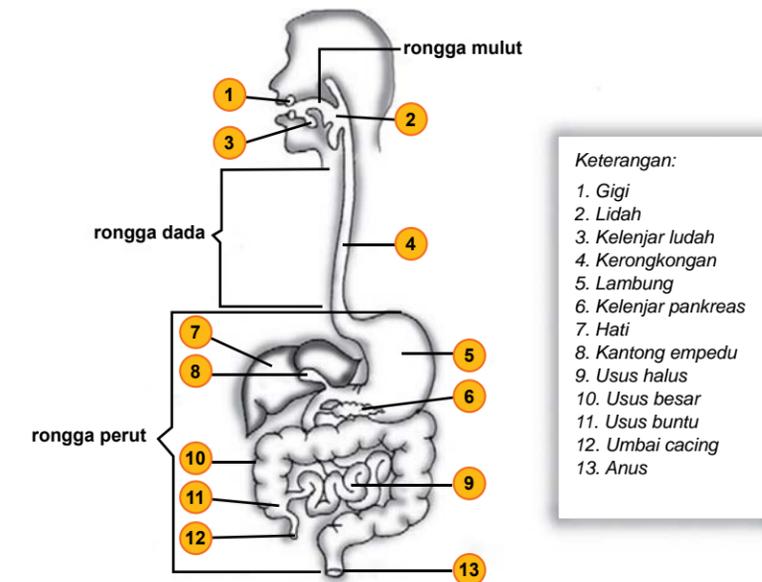
Sejak tahun 1988, Menteri Kesehatan dalam Permenkes no. 722 / 1988 melarang pemakaian formasin dan boraks



b. Alat Pencernaan

Alat pencernaan pada manusia ada enam (6), antara lain:

- 1) Rongga mulut, terdiri dari: gigi, lidah, langit-langit, dan kelenjar air liur.
- 2) Faring, merupakan bagian penghubung antara rongga mulut dengan kerongkongan.
- 3) Lambung, merupakan bangunan pembesaran saluran pencernaan yang membentuk kantong.
- 4) Usus halus (*intestinum tenue*), terdiri dari: usus duabelas jari (*duodenum*), usus kosong (*jejunum*), dan usus penyerapan.
- 5) Usus besar (*intestinum krasum*), terdiri dari: usus tebal (kolon) dan poros usus (rectum).
- 6) Anus (lubang pelepasan).



Gambar 1. Alat Pencernaan Manusia
Sumber: panduansoal.blogspot.com

c. Kelenjar Pencernaan

Kelenjar pencernaan terdiri dari kelenjar ludah, lambung, hati, dan pankreas.

- 1) Kelenjar ludah (saliva), menghasilkan air ludah yang mengandung enzim ptialin. Air ludah juga berfungsi melunasi makanan supaya tidak menimbulkan luka pada rongga pencernaan dan memudahkan dalam menelan makanan.
- 2) Lambung, tempat dihasilkannya getah lambung dan enzim pepsin yang mengubah protein menjadi asam amino.
- 3) Hati, menghasilkan garam empedu yang berfungsi mengemulsi lemak sehingga mudah dicerna oleh enzim.

- 4) Pankreas, menghasilkan enzim lipase yang berfungsi memecah lemak menjadi asam lemak dan gliserol, enzim amilase yang berfungsi menghidrolisis pati menjadi glukosa, dan tripsin menghidrolisis protein menjadi asam amino.

2. BMI (*Body Mass Index*) dan BMR (*Basal Metabolic Rate*)

Manusia pada umumnya lebih menyukai badan yang ramping atau langsing, terlebih lagi perempuan lebih cenderung ingin terlihat lebih seksi. Sebenarnya apabila kita diberikan pilihan dari dua pertanyaan yaitu pilih tubuh langsing atau tubuh penuh dengan lemak?

Tentunya tidak tepat untuk memilih kedua opsi pertanyaan diatas, karena yang paling tepat adalah memiliki tubuh dengan berat badan yang ideal. Lantas, bagaimana cara mengetahui bahwa berat badan kita ideal? Untuk menentukan bahwa tubuh kita ideal, maka kita perlu menghitungnya dengan menggunakan metode *Body Mass Index (BMI)*. Selain itu, terkadang manusia juga sering melupakan pentingnya energi disaat tubuh kita sedang istirahat. Padahal ini juga penting untuk kita ketahui karena semakin bertambah usia manusia maka kebutuhan energi yang dibutuhkan juga semakin berbeda. Untuk mengukur jumlah kebutuhan energi ditubuh manusia maka menghitungnya dengan menggunakan metode *Basal Metabolic Rate (BMR)*.

a. *Body Mass Index (BMI)*

BMI atau indeks massa tubuh merupakan angka yang menyatakan perbandingan berat badan (dalam kilogram) terhadap tinggi badan (dalam meter). BMI bukan suatu besaran, sehingga tidak memiliki satuan.

1) Kegunaan BMI

BMI digunakan untuk menentukan status berat badan seseorang. apakah seseorang memiliki badan yang terlalu kurus, ideal, atau terlalu gemuk. BMI membantu menilai status berat badan seseorang terhadap risiko masalah kesehatan akibat kekurangan atau kelebihan berat badan.

2) Cara Menghitung BMI dan Status Berat Badan

Untuk mengetahui BMI seseorang, maka harus diketahui terlebih dahulu berat badan dan tinggi orang tersebut. Berat badan diukur dengan menggunakan timbangan badan, dan tinggi badan diukur dengan menggunakan meteran.

Rumus menghitung BMI :

$$\text{BMI} = \frac{\text{berat badan}}{(\text{tinggi badan})^2}$$

Contoh: cara menghitung BMI

$$\begin{aligned} \text{Berat badan} &= 76 \text{ kg} \\ \text{Tinggi badan} &= 167 \text{ cm} = 1,67 \text{ m} \\ \text{BMI} &= \frac{76}{(1,67)^2} \\ \text{BMI} &= \frac{76}{2,7889} \\ \text{BMI} &= 27,25 \end{aligned}$$

Angka BMI yang terlalu rendah atau terlalu tinggi menunjukkan bahwa seseorang berisiko terjadi gangguan kesehatan

BMI 27,25 termasuk kelebihan berat badan.

Berikut ini merupakan status berat badan berdasarkan angka BMI :

- Angka BMI kurang dari 18,5 artinya berat badan kurang
- Angka BMI 18,5 – 24,9 artinya berat badan normal atau ideal
- Angka BMI 25 – 29,9 artinya kelebihan berat badan
- Angka BMI 30 lebih, artinya kegemukan atau obesitas

3) Kelemahan BMI

- BMI tidak mempertimbangkan faktor umur. Perhitungan BMI untuk orang lanjut usia cenderung kurang dari estimasi.
- BMI tidak mempertimbangkan faktor massa otot. Perhitungan BMI untuk atlet olahraga lebih dari estimasi.
- BMI tidak mempertimbangkan faktor kehamilan. Perhitungan BMI untuk wanita saat hamil cenderung lebih dari estimasi.
- BMI tidak mempertimbangkan faktor bentuk rangka tubuh, sehingga rentang BMI untuk suatu populasi tertentu berbeda dengan rentang BMI populasi lainnya. Misalnya bentuk rangka tubuh orang Asia berbeda dengan rangka tubuh orang Eropa dan Afrika.

b. Basal Metabolic Rate (BMR)

BMR adalah energi yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi fisiologis normal tubuh pada saat istirahat. Kebutuhan energi pada keadaan normal untuk laki-laki dewasa

berkisar antara 1900 – 2700 kal/hari, sedangkan pada wanita antara 1700 – 2100 kal/hari.

- 1) Faktor yang mempengaruhi BMR
 - a) Makanan, makanan yang kaya protein akan lebih meningkatkan BMR dibandingkan makanan yang kaya karbohidrat.
 - b) Status hormon tiroid, meningkatkan konsumsi oksigen, sintesis protein, dan degradasi(aktivitas termogenesis).
 - c) Aktifitas saraf simpatik, dapat meningkatkan BMR.
 - d) Latihan, latihan membutuhkan kalori ekstra dari makanan. Jika sari makanan lebih banyak mengandung energi, maka berat badan akan meningkat.
 - e) Umur dan faktor lain. BMR seorang anak umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan orang dewasa, karena anak memerlukan lebih banyak energi selama masa pertumbuhan. Wanita hamil dan menyusui juga memiliki BMR yang lebih tinggi. Demam meningkatkan BMR. Orang yang berotot memiliki BMR lebih tinggi daripada orang yang gemuk.

2) Metode BMR

Ada beberapa metode yang digunakan dalam menentukan energi untuk BMR, antara lain:

- a) Harris dan Benedict (1919): untuk anak dan dewasa

Wanita : $BMR = 655 + 9,6 B + 1,8 T - 4,7 U$
Pria : $BMR = 66 + 13,7 B + 5 T - 6,8 U$
Ket. U = umur (tahun), B = berat badan (kg), T = tinggi badan (cm)

- b) Individu dengan berat badan dan tinggi badan normal

Wanita : $BB (kg) \times 0,95 kkal \times T (jam)$
Pria : $BB (kg) \times 1,00 kkal \times T (jam)$
Ket. BB = berat badan, T = waktu/jam

- c) Cara sederhana / cepat

Wanita : $BMR = 25 kkal \times W (kg)$
Pria : $BMR = 30 kkal \times W (kg)$
Ket. W = berat badan

- d) Cara FAO / WHO (1985): sesuai umur dan jenis kelamin

Tabel 4. BMR sesuai Umur dan Jenis Kelamin

Kelompok Umur (tahun)	BMR (kkal/hari)	
	Laki-laki	Perempuan
0 – 3	60,9 W – 54	61,0 W – 51
3 – 10	22,7 W – 495	22,5 W – 499
10 – 18	17,5 W + 651	12,2 W + 746
18 – 30	15,3 W + 679	14,7 W + 496
30 – 60	11,6 W + 879	8,7 W + 829
≥ 60	13,5 W + 487	10,5 W + 596

Ket. W = berat badan (kg)

- e) Menentukan energi untuk aktivitas fisik

Setiap aktifitas fisik mutlak memerlukan. Jumlah energi untuk aktifitas sangat tergantung dari intensitas atau berat ringan suatu pekerjaan, maka jumlah energi yang diperlukan semakin banyak. Energi untuk aktifitas dapat dihitung dengan *mengalikan faktor koreksi sesuai tingkat aktifitas (tabel 5) dengan energi BMR.*

Tabel 5. Perkiraan Kebutuhan Energi Menurut Aktifitas

(dalam kkal x energi BMR)

Aktifitas	Laki-laki	Perempuan
Sangat ringan	1,30	1,30
Ringan	1,65	1,55
Sedang	1,75	1,70
Berat	2,10	2,00

Berdasarkan tabel 5, menyatakan bahwa yang termasuk kedalam aktifitas ringan, antara lain: duduk; duduk, gerak tubuh, dan lengan (misal: mengetik); duduk, gerak tubuh dan kaki (misal: menyetir); berdiri, kerja ringan pada mesin; menulis, menjahit, mengecat; dan kerja kantor, rumah tangga, dan mengajar.

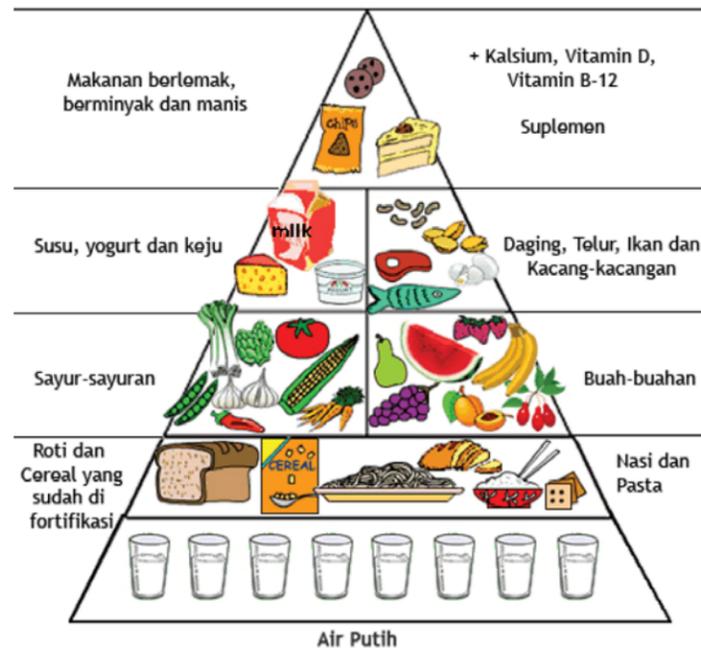
Aktifitas kerja sedang, antar lain: memutar baut, memompa; menggergaji, mendongkrak; menempa besi, menyetrika; mengepel; berdiri, kerja pada mesin; jalan, mengangkat/mendorong beban sedang; menyekop; pelajar, petani, tantara (tidak latihan/perang), dan rumah tangga (tanpa alat bantu).

Aktifitas kerja berat, antara lain: mendorong kereta bermuatan; mengangkat beban; mencangkul; kerja tambang dan baja; memotong kayu di hutan; semua pekerjaan yang banyak menggunakan otot dan gerakan; pandai besi, menebang pohon, penarik becak/gerobak, kuli bangunan; dan penari, atlet, dan tantara aktif.

3. Menu sehat

Menu sehat adalah menu dengan gizi yang seimbang dan tidak mengandung zat-zat yang berbahaya bagi tubuh. Gizi yang seimbang merupakan asupan gizi yang mengandung karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral.

Menu seimbang adalah menu yang terdiri atas berbagai macam makanan dalam jumlah dan proporsi yang sesuai sehingga memenuhi kebutuhan gizi seseorang. Pola menu *4 Sehat 5 Sempurna* merupakan pola lama menu seimbang. Pola menu tersebut terdiri atas makanan pokok, lauk, sayur, buah dan susu (hasil olahan susu).



Gambar 2. Menu Seimbang
Sumber: artikel-indonesia.com

- Golongan makanan pokok, terdiri dari jenis sereal (beras, gandum, dan jagung), umbi-umbian (kentang, singkong, dan ubi).
- Golongan lauk, terdiri dari lauk hewani (daging, ikan, dan telur) dan lauk nabati (kacang-kacangan).
- Golongan buah, buah merupakan sumber vitamin A dan C, kalium dan serat.
- Golongan susu dan hasil olahannya, seperti: keju dan yoghurt. Susu mengandung nilai protein yang tinggi, kalsium, fosfor, vitamin A, dan tiamin.

Pola menu *4 Sehat 5 Sempurna* kemudian disempurnakan menjadi *Pedoman Umum Gizi Seimbang (PUGS)*. Susunan makanan yang dianjurkan adalah yang menjamin keseimbangan zat-zat gizi. Bahan makanan tersebut dikelompokkan berdasarkan tiga (3) fungsi utama zat-

zat gizi sebagai berikut:

- Sumber zat bergizi*, terdiri dari padi-padian, tepung-tepungan, umbi-umbian, sagu, dan pisang.
- Sumber zat pengatur*, terdiri dari sayuran, dan buah-buahan.
- Sumber zat pembangun*, terdiri dari ikan, ayam, telur, daging, susu, kacang-kacangan, dan hasil olahannya, seperti: tempe, tahu, dan oncom.

4. Penyakit/Gangguan pada Sistem Pencernaan

a. **Mulut**, jenis penyakit / gangguan yang terjadi, antara lain:

- Parotis*, infeksi pada kelenjar ludah dibawah telinga
- Xeroptalmi*, produksi air liur sedikit

c. **Lambung**, jenis penyakit / gangguan yang terjadi, antara lain:

- Ulkus*, produksi asam lambung / HCL berlebihan sehingga dapat menyebabkan peradangan pada lambung.
- Kolik*, lambung sakit disebabkan oleh konsumsi alcohol atau cabai sehingga menyebabkan kontraksi otot berulang-ulang.
- Gastritis*, lambung mengalami peradangan dikarenakan infeksi kuman.
- Diflaga*, kerusakan lambung yang disebabkan oleh racun.
- Kanker lambung*, munculnya sel-sel kanker pada lambung yang disebabkan oleh konsumsi alcohol berlebihan, merokok dan sering konsumsi makanan awetan.

f. **Usus**, jenis penyakit / gangguan yang terjadi, antara lain:

- Apendetis* (gangguan usus buntu), peradangan pada apendiks (umbai cacing) yang disebabkan oleh infeksi bakteri.
- Enteritis*, peradangan pada usus halus atau usus besar yang disebabkan oleh infeksi bakteri.
- Kontipasi* (sembelit), kesulitan buang air besar karena penyerapan air dalam kolon berlebihan.
- Colitis*, peradangan usus besar sampai menyebabkan pendarahan pada usus.
- Diare* (mencret), gangguan penyerapan air pada usus besar sehingga menyebabkan feses dibuang dalam bentuk cairan.
- Hemaroid*, sejenis kelainan yang ditandai dengan pembengkakan vena didaerah anus.

PENUGASAN 1

1. Tujuan

Peserta didik diharapkan mampu

- Memahami gangguan/kelainan pada sistem pencernaan manusia
- Memahami perbedaan gangguan/kelainan pada sistem pencernaan manusia

2. Media

- Alat tulis (spidol, penggaris)
- Literatur dalam bentuk koran/majalah/tabloid
- Buku gambar ukuran A4
- Lem kertas, gunting

3. Langkah-Langkah

- Tentukan kelompok diskusi dengan jumlah perkelompok minimal 3 orang
- diskusikan dengan kelompok masing-masing mengenai gangguan/ kelainan penyakit pada sistem pencernaan manusia yang akan di literatur
- gunting dan tempelkan gangguan/penyakit yg ditemukan di literatur
- Apabila sudah selesai, tunjuk satu orang dalam setiap kelompok untuk mempresentasikan hasilnya

UNIT 2

STRUKTUR DAN FUNGSI SISTEM PERNAPASAN

Materi

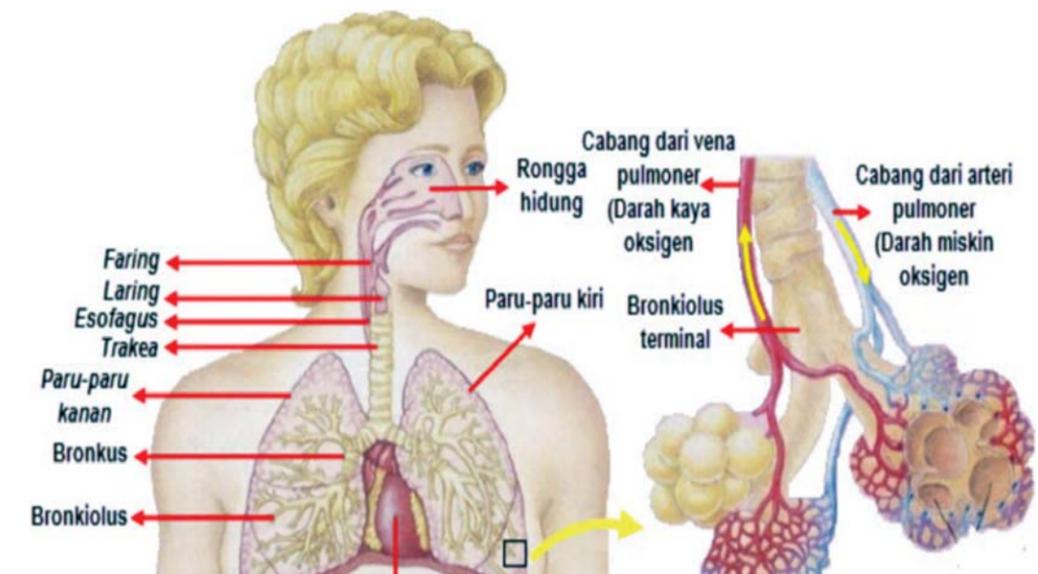
Tanpa bernapas manusia akan mati hanya dalam hitungan menit. Sel dan jaringan tubuh akan lumpuh karena tidak memperoleh energi untuk hidup dan beraktivitas. Jadi, ketika kita sedang menghirup udara, maka kita tengah berjuang untuk “bertahan hidup”. Keajaiban bernapas dan sistem respirasi membuat hidup kita menjadi lebih “hidup”.

Pernapasan adalah aktivitas pengambilan dan pengeluaran udara yang dilakukan oleh organ pernapasan. Tujuan dari pembelajaran unit ini adalah peserta didik dapat memahami dan menjelaskan struktur, fungsi, dan proses serta kelainan/penyakit yang dapat terjadi pada sistem pernapasan pada manusia.

1. Alat dan Saluran Pernapasan Manusia

a. Alat Pernapasan Manusia

Alat-alat pernapasan pada manusia terdiri atas delapan (8) alat, antara lain: rongga hidung, faring, laring, trakea, paru-paru, bronkus, bronkiolus, dan alveolus.



Gambar 3. Alat Pernapasan Manusia
Sumber: imron.web.id

- 1) Rongga Hidung
Rongga hidung merupakan saluran pernapasan pertama yang dilalui udara. Pada rongga hidung terdapat rambut-rambut hidung, mukus, dan indera pembau. Rambut hidung dilapisi oleh lendir yang berfungsi untuk menyaring udara pernapasan. Kemudian udara masuk ke faring.
- 2) Faring
Faring atau *tekak* merupakan daerah pertemuan saluran respirasi dan saluran pencernaan makanan. Pada faring terdapat katup penutup rongga hidung yang disebut dengan *uvula* atau *anak tekak*. Selanjutnya udara masuk ke laring.
- 3) Laring
Laring merupakan daerah pangkal batang tenggorokan. Laring terdiri atas kepingan tulang rawan yang membentuk jakun. Pangkal tenggorok dapat ditutup oleh katup pangkal tenggorok (*epiglottis*). Pada pangkal tenggorok inilah terdapat pita suara.
- 4) Trakea
Trakea (batang tenggorokan) merupakan saluran pernapasan yang berbentuk pipa yang terdiri atas gelang-gelang tulang rawan (panjang sekitar 10 cm) dan dilengkapi oleh lapisan epitelium bersilia yang mensekresikan lendir. Epitelium bersilia berfungsi untuk menangkap benda-benda asing yang masuk Bersama udara pernapasan dan membungkusnya dengan lendir, serta mengembalikan ke saluran pernapasan dibagian atasnya.
- 5) Paru-paru
Paru-paru dibungkus oleh selaput yang disebut *pleurayang* didalamnya terdapat cairan limpa, yang berfungsi melindungi paru-paru dari gesekan saat inspirasi dan ekspirasi.
- 6) Bronkus
Bronkus merupakan percabangan dari trakea. Struktur penyusunnya pun sama, tetapi jaringan tulang rawan hanya setengah lingkaran.
- 7) Bronkiolus
Bronkiolus mempunyai struktur yang sama dengan bronkus, tetapi epitelium bersilianya mengalami modifikasi menjadi sisik.
- 8) Alveolus
Alveolus merupakan ujung dari saluran pernapasan yang dibangun oleh epitel skuamosa sederhana. Alveolus berbentuk gelembung-gelembung yang mempunyai dinding tipis, selalu lembab, dan banyak mengandung kapiler darah sehingga memungkinkan berfungsi sebagai tempat terjadinya difusi Oksigen (O_2) dan

Karbondioksida (CO_2) melalui kapiler darah tersebut.

b. Saluran Pernapasan Manusia

Selain sebagai alat pernapasan manusia, ketujuh alat tersebut diatas berperan sebagai saluran pernapasan yang satu sama lain memiliki tugas dan fungsinya masing-masing.

- Rongga hidung, berfungsi menyaring, menghangatkan, dan melembabkan udara
- Faring, berfungsi menyalurkan udara ke saluran sekitarnya
- Glotis (lubang kecil/celah), berfungsi untuk melewatkan udara
- Laring, berfungsi menghasilkan bunyi (pita suara)
- Trakea, berfungsi menyalurkan udara ke paru-paru
- Bronkus, berfungsi menyalurkan udara ke alveolus
- Alveolus, berfungsi sebagai tempat pertukaran udara (kantong udara)

2. Mekanisme Pernapasan

Saat bernapas, proses inspirasi dan ekspirasi diatur oleh otot-otot diafragma dan otot antar tulang rusuk. Berdasarkan proses inspirasi dan ekspirasi, mekanisme pernapasan manusia dibedakan atas pernapasan dada dan pernapasan perut.

Tabel 6. Perbedaan Pernapasan Dada dan Pernapasan Perut

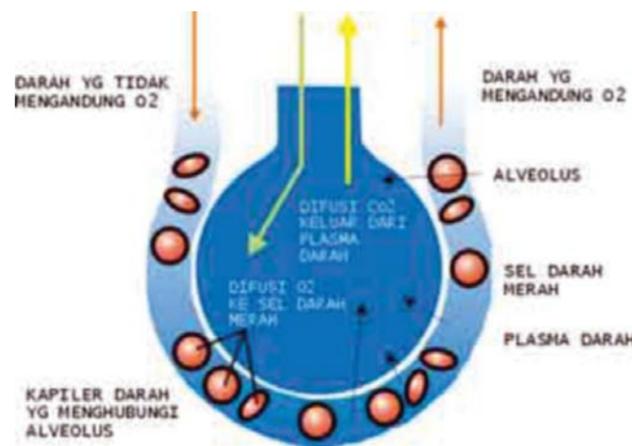
Proses Pernapasan	Pernapasan Dada	Pernapasan Perut
Inspirasi (menarik napas)	Otot antar tulang rusuk berkontraksi → tulang rusuk terangkat → rongga dada membesar → paru-paru mengembang, udara masuk	Otot diafragma berkontraksi → diafragma mendatar → rongga dada membesar → paru-paru mengembang, udara masuk
Ekspirasi (mengembuskan napas)	Otot antar tulang rusuk relaksasi → tulang rusuk turun → rongga dada mengecil → udara keluar dari paru-paru	Otot diafragma relaksasi → diafragma melengkung → rongga dada mengecil → udara keluar dari paru-paru

3. Mekanisme Pertukaran Gas didalam Tubuh

Pertukaran gas didalam tubuh terjadi didua (2) tempat, yaitu : paru-paru dan jaringan tubuh.

a. Pertukaran Gas di Paru-paru (Pernapasan Eksternal)

Oksigen dari luar yang masuk kedalam alveolus berdifusi kedalam darah membentuk oksihemoglobin (HbO_2). Selanjutnya, HbO_2 beredar ke jaringan tubuh Bersama plasma darah. Sementara itu, CO_2 yang berasal dari jaringan berdifusi dari dalam darah ke alveolus dan diteruskan keluar melalui saluran pernapasan.



Gambar 4. Pertukaran Gas di Paru-paru
Sumber: my-diningroom-blogspot.com

b. Pertukaran Gas di Jaringan Tubuh (Pernapasan Internal)

Didalam tubuh, HbO₂ mengalir bersama plasma darah menuju sel-sel tubuh. Setelah sampai di sel-sel tubuh, HbO₂ melepas ikatan.

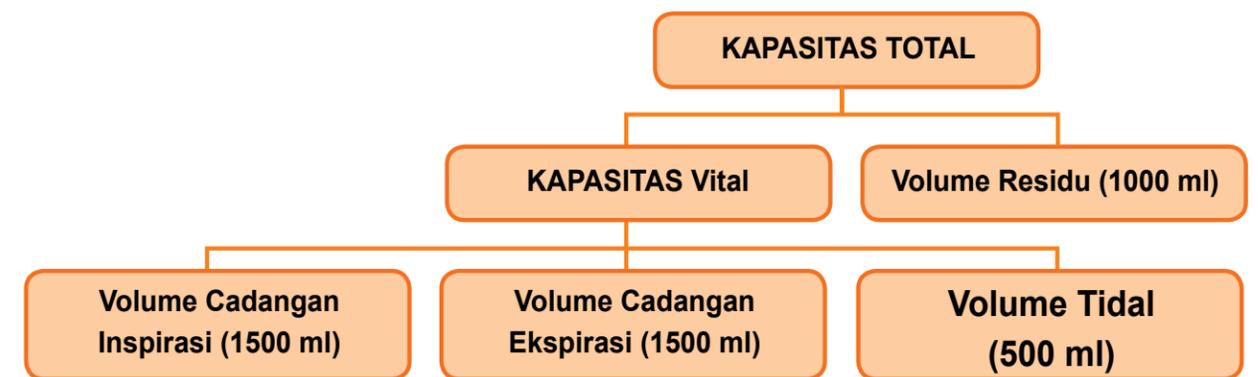


Oksigen berdifusi ke sel-sel tubuh dan karbondioksida dari sel-sel tubuh berdifusi ke dalam plasma darah. Sebagian kecil karbondioksida berikatan dengan hemoglobin membentuk *karboksihemoglobin*. Selanjutnya, karbondioksida dan senyawanya tersebut mengalir menuju paru-paru. Jadi, selama pernapasan eksternal di paru-paru, CO₂ meninggalkan darah dan O₂ masuk ke darah. Sebaliknya, selama pernapasan internal didalam jaringan, O₂ meninggalkan darah dan CO₂ masuk ke darah.

4. Volume dan Kapasitas Paru-paru

Dalam keadaan biasa, orang dewasa normal menghirup dan mengembuskan napas sebanyak lebih kurang 500 ml yang disebut dengan *volume tidal (udara pernapasan)*.

Gambar 5 menunjukkan bahwa setelah melakukan pernapasan biasa, kita masih dapat menghirup udara sekuat-kuatnya sebanyak lebih dari kurang 1500 ml (*volume cadangan inspirasi/udara komplementer*) dan mengembuskan udara sekuat-kuatnya hingga lebih kurang 1500 ml (*volume cadangan ekspirasi/udara suplementer*). Volume udara tidal, komplementer, dan suplementer mencapai 3500 – 4000 ml (*kapasitas vital paru-paru*). Setelah mengembuskan napas sekuat-kuatnya, didalam paru-paru masih tersisa udara sebanyak 1000 ml (*volume residu*). Jumlah keseluruhan udara yang tertampung secara maksimal dalam paru-paru disebut *kapasitas total paru-paru* (kapasitas vital paru-paru + volume residu)



Gambar 5. Bagan Pembagian Volume Udara Pernapasan Manusia

yaitu 4500 – 5000 ml.

Pada orang dewasa normal, frekuensi pernapasan berkisar antara 15 – 18 kali setiap menit pada saat melakukan aktifitas berat. Beberapa faktor yang mempengaruhi frekuensi pernapasan, antara lain: aktifitas tubuh, usia, jenis kelamin, suhu tubuh, posisi tubuh, dan kadar CO₂ dan O₂ di udara.

5. Gangguan pada Sistem Pernapasan

Berikut ini merupakan beberapa gangguan yang terjadi pad sistem pernapasan manusia, antara lain:

- a. Radang paru-paru (*pneumonia*), merupakan radang dinding alveolus yang disebabkan oleh bakteri *Diplococcus pneumonia* sehingga ruangan alveolus terisi cairan limfa.
- b. Pembengkakan kelenjar limfa (amandel, polip, dan adenoid), yang menyebabkan penyempitan saluran pernapasan dari rongga hidung (polip) dan tekak (amandel).
- c. Penyempitan saluran pernapasan :
 - Bronkitis, peradangan saluran pernapasan (trakea, bronkus, dan bronkiolus)
 - Rinitis, peradangan pada rongga hidung
 - Sinusitis, peradangan rongga hidung sebelah atas
 - Pleuritis, pembengkakan pada selaput pembungkus paru-paru (*pleura*)
- d. Tuberkolosis (gangguan pada dinding alveolus), tumbuhnya bintil-bintil kecil pada dinding alveolus yang menghambat difusi O₂ dan CO₂. Gangguan ini disebabkan oleh bakteri *Bacterium tuberculase*.
- e. Gangguan sistem transport, antara lain:
 - Anemia, gangguan pengangkutan O₂ dan CO₂ karena kekurangan eritrosit
 - Asfiksi, gangguan pengangkutan O₂ akibat Hb mengikat CO dan sianida
- f. Gangguan sistem pernapasa:
 - Dipteri, infeksi trakhea oleh bakteri *Corynebacterium diphtheriae*.

- Emfimesa, sesak pernapasan karena perluasan alveolus yang berlebihan

PENUGASAN 2

1. Tujuan

Peserta didik diharapkan mampu

- Memahami perilaku merokok dan dampak negative bagi tubuh manusia
- Memahami gangguan sistem pernapasan yang disebabkan oleh asap rokok

2. Media

- Alat tulis
- Literatur yang mendukung
- Lingkungan sekitar

3. Langkah-Langkah

- Tentukan kelompok diskusi dengan jumlah perkelompok 3 orang
- diskusikan dengan kelompok masing-masing mengenai perilaku merokok, dampak negative rokok untuk diri sendiri dan orang lain, dan lain sebagainya
- Catatlah seluruh hasil diskusi dengan sebaik mungkin
- Apabila sudah selesai diskusinya, tunjuk satu orang da

UNIT 3

STRUKTUR DAN SISTEM EKSKRESI MANUSIA

Materi

Bahan sisa metabolisme yang tidak terpakai oleh tubuh organisme akan dikeluarkan ke lingkungan sekitar. Sistem pengeluaran zat sisa antara manusia tentunya berbeda dengan sistem organisme lainnya. Diharapkan setelah mempelajari unit ini, peserta didik dapat mengetahui dan mampu menjelaskan stuktur, fungsi proses, dan gangguan yang dapat terjadi pada sistem ekskresi pada manusia.

Proses pengeluaran zat sisa dari tubuh manusia dibedakan menjadi tiga (3), yaitu: defekasi, ekskresi, dan sekresi. Defekasi adalah proses pengeluaran sisa pencernaan yang belum mengalami metabolisme yang disebut dengan feses. Ekskresi adalah pengeluaran zat sisa metabolisme yang tidak digunakan lagi oleh tubuh, seperti: keringat, urine, dan CO₂. Sekresi adalah proses pengeluaran getah, seperti enzim dan hormon oleh sel kelenjar tubuh yang berguna bagi metabolisme sel.

Pada unit ini, materi yang akan dibahas mengenai struktur dan sistem ekskresi pada manusia. Alat ekskresi nya terdiri atas kulit, ginjal, hati dan paru-paru.

1. Kulit

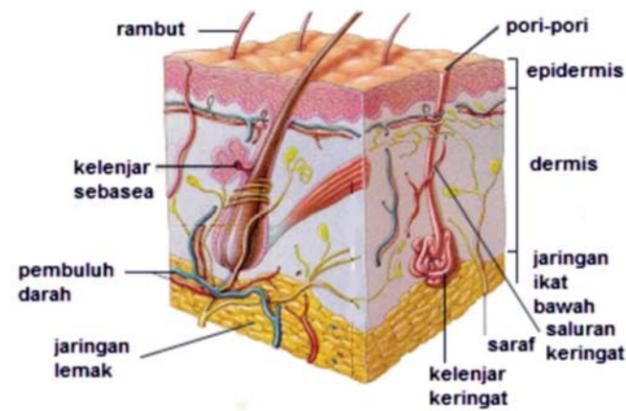
Kulit berperan sebagai indra peraba dan organ ekskresi. Kulit merupakan organ ekskresi karena menghasilkan keringat.

a. Struktur Kulit

Kulit mampu mengeluarkan ± 1 liter keringat/hari melalui ± 2,5 juta pori-pori. Kulit tidak hanya mengekskresikan air, tetapi kulit juga mengekskresikan mineral-mineral terlarut, seperti : Na, Cl, K, senyawa ureum (NH₄). Kulit terdiri dari dua lapis, yaitu : lapisan epidermis (kulit ari/luar) dan dermis (kulit jangat/dalam).

1) Lapisan Epidermis

- a) Tanduk (*Stratum korneum*), mudah mengelupas dan mudah diganti setiap ± 4 minggu.
- b) *Stratum lusidium*, selnya tidak berinti dan berwarna bening.
- c) *Stratum granulosum*, selnya mengandung butir-butir melamin (pigmen warna).
- d) *Stratum germinativum*, lapisan sel yang aktif membelah 10% - 15%.



Gambar 6. Struktur Kulit Manusia
Sumber: dosenbiologi.com

2) Lapisan Dermis

Lapisan dermis terdiri dari jaringan ikat, otot erektorvilli, akar rambut, kelenjar keringat (*glandula sudorifa*), kelenjar minyak (*glandula sebacea*), pembuluh darah dan serabut saraf otot erektorvilli berfungsi untuk menundukkan dan menegakan rambut.

b. Proses Berkeringat

Proses berkeringat terjadi saat hipotalamus mendapatkan rangsang dari perubahan suhu panas sehingga akan menstimulasi pelebaran pembuluh darah dan akhirnya darah banyak mengalir ke kulit. Rangsangan ini akan dipindahkan oleh saraf simpatik menuju kelenjar keringat. Selanjutnya air beserta larutan dikeluarkan melalui pembuluh ke permukaan kulit dan menguap untuk menyerap panas sehingga suhu tubuh menjadi tetap stabil. Sebaliknya pada suhu yang rendah, pembuluh darah akan menyempit sehingga darah yang melaluinya sedikit dan mengakibatkan kontraksi otot polos penggerak rambut sehingga rambut tegak dan terasa menggigil.

Kelenjar sebenarnya tidak berbau, namun karena urea dan keratin difermentasikan oleh *Micrococcus*, *Propionibacteri*, dan *Dypteroid aerob* menjadi senyawa hexanoid sehingga keringat menjadi berbau. Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah keringat, antara lain: aktifitas tubuh, suhu lingkungan tinggi, goncangan emosi, dan rangsangan saraf simpatik.

e. Fungsi Kulit

Kulit manusia mempunyai berbagai fungsi, antara lain:

- 1) Pengendali suhu tubuh, karena keringat yang keluar dapat menyerap panas tubuh.
- 2) Pelindung terhadap kerusakan fisik, penyinaran, penguapan, gangguan kuman, dan kekeringan.
- 3) Penerima rangsang sentuhan, tekanan, ataupun suhu dari luar.

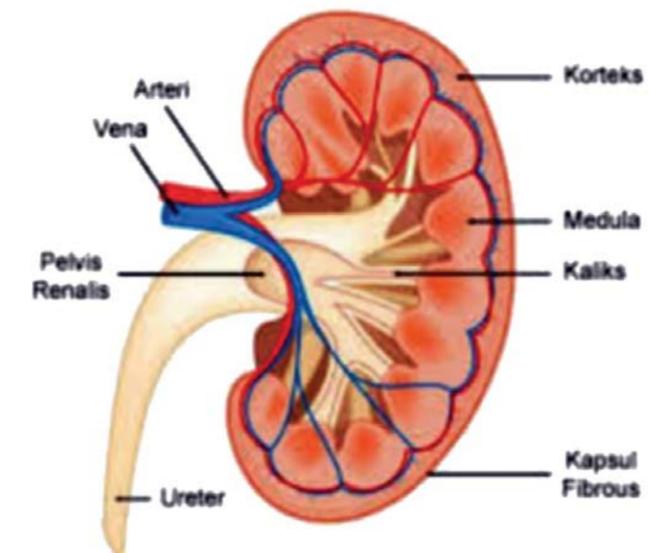
2. Ginjal

Ginjal terletak disebelah kiri dan kanan ruas-ruas tulang punggung. Organ tersebut jumlahnya sepasang, terbungkus dalam lapisan pelindung yang tersusun dari lemak.

a. Struktur dan Fungsi Ginjal

Setiap ginjal tersusun dari bagian-bagian sebagai berikut:

- 1) *Korteks* (lapisan terluar). Korteks tersusun atas jutaan nefron (unit penyaring darah).
- 2) *Tubulus*, terdiri atas tiga bagian, yaitu: *tubulus kontortus proksimal*, *tubulus kontortus distal*, dan *tubulus kolektivus*.
- 3) *Medulla* (sumsum ginjal), terdapat piramida ginjal dan piala ginjal (*pelvis renalis*) yang banyak mengandung pembuluh-pembuluh untuk mengumpulkan hasil ekskresi.



Gambar 7. Struktur Ginjal
Sumber: pasukanku.com

b. Pembentukan dan Pengeluaran Urine (air seni)

Proses pembentukan urine dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu: filtrasi, reabsorpsi, dan augmentasi.

1) Filtrasi

Filtrasi adalah proses penyaringan darah yang berlangsung di glomerulus. Glomerulus berada di badan malphigi. Didalam glomerulus terjadi proses penyaringan darah. Hasil penyaringan dari glomerulus diteruskan ke kapsul Bowman dan terbentuklah *urine primer* (*filtrat glomerulus*). Urine primer isinya mengandung air, gula, asam amino, garam-garam, urea, dan asam urat.

2) Reabsorpsi

Reabsorpsi adalah proses penyerapan kembali bahan-bahan yang masih ada dalam darah setelah mengalami filtrasi. Urine primer yang meninggalkan kapsul Bowman menuju ke tubulus melewati jaringan pembuluh kapiler dan mengalami reabsorpsi. Dalam tubulus kontortus proksimal, urine primer mengalami reabsorpsi yang terdiri atas penyerapan air, gula (hingga 80%), asam amino, garam, ion Na^+ , Cl^- , PO_4^{3-} , K^+ , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , HCO_3^- , zat keratin, dan asam askorbat. Hasilnya berupa *urine sekunder (filtrat tubulus)*.

3) Augmentasi

Augmentasi adalah proses penambahan ion K^+ , senyawa NH_3 , dan ion H^+ pada urine sekunder didalam tubulus kontortus distal. Hasilnya berupa urine yang akan dimasukkan kedalam tubulus pengumpul. Selanjutnya, urine dialirkan melalui pelvis renalis, ureter, dan ditampung dalam kantong kemih (*vesika urinaria*). Kantong kemih dapat menampung ± 600 ml urine.

a. Zat besi, disimpan di hati dan akan dikirim ke sumsum merah tulang

b. Globin, untuk metabolisme protein baru

c. Hemin akan diubah menjadi :

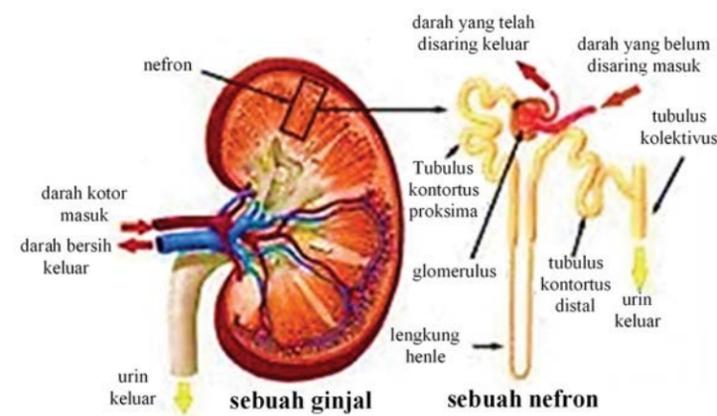
1) Bilirubin, yang berwarna hijau kebiruan akan menjadi urobilin yang berwarna kuning kecoklatan yang memberi warna kecoklatan urine dan feses.

2) Biliverdin, ke empedu menjadi zat warna empedu, berwarna hijau biru.

Hati berfungsi untuk menawarkan racun yang berupa amonia. Untuk menetralkan racun amonia hati menghasilkan enzim arginase yang dapat mengubah arginin menjadi urea. Selain itu, hati juga berfungsi mengubah provitamin A menjadi vitamin A.

c. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Jumlah Urine

Banyak atau sedikitnya jumlah urine dipengaruhi oleh air yang diminum, suhu lingkungan, kadar garam didalam darah, dan hormon ADH (*antidiuretika* atau *vasoprelin*).



Gambar 8. Struktur ginjal dan nefron
Sumber: ilmudasar.com

3. Hati

Hati sebagai alat ekskresi karena hati mengeluarkan hasil pembongkaran sel darah merah yang berupa bilirubin dan biliverdin melalui empedu. Empedu mengandung air, asam empedu, garam empedu, kolesterol, fosfolipid lesitin dan beberapa ion.

Didalam hati terdapat sel-sel histiosit yang berfungsi untuk menangkap dan merombak sel darah merah (eritrosit). Eritrosit akan dirombak menjadi :

4. Paru-paru

Didalam tubuh, makanan (glukosa) diubah menjadi energi melalui proses *respirasi seluler*. Paru-paru berfungsi mengeluarkan CO_2 dan H_2O .

Gangguan/kelainan atau penyakit yang terjadi pada sistem ekskresi pada manusia, antara lain:

a. Gangguan pada ginjal

1) Albuminuria, kerusakan pada alat filtrasi yang menyebabkan urine mengandung albumin (protein).

2) Nefritis, infeksi kuman pada glomerulus sehingga urea kembali kedalam tanah disebut uremia. Uremia dapat menyebabkan penimbunan air di kaki yang disebut edema.

3) Polyuria, kemampuan nefron untuk melakukan penyerapan air menurun sehingga urine menjadi banyak dan encer.

4) Oligouria dan anuria, kerusakan ginjal secara total yang menyebabkan urine sangat sedikit atau tidak menghasilkan urine sama sekali.

b. Gangguan sistem hormon

1) Diabetes melitus, urine mengandung glukosa karena kekurangan hormon insulin.

2) Diabetes insipidus, produksi urine berlebih karena kekurangan hormon ADH (Antidiuretik Hormon).

PENUGASAN 1

1. Tujuan

Peserta didik diharapkan mampu mengetahui zat sisa yang dikeluarkan oleh kulit

2. Media

- Alat tulis
- Stopwatch
- Kertas kobalt 2 x 2 cm
- Isolasi/lakban

3. Langkah-langkah

- Bentuklah tim/kelompok, setiap kelompok berjumlah 3 orang
- Letakkanlah satu lembar kertas kobalt pada punggung tangan dan satu lembar lagi pada telapak tanganmu, kemudian kencangkan dengan isolasi.
- Amatilah yang terjadi dan catatlah waktunya hingga terjadi perubahan warna.
- Berlarilah selama lima menit, lalu tempelkan dengan cepat kertas kobalt seperti pada langkah nomor 1.
- Amatilah dan catat waktunya hingga terjadi perubahan warna.

4. Pertanyaan

- Perubahan apa yang terjadi pada kertas kobalt percobaan 2 dan 4 ?
- Apakah kecepatan perubahan kertas kobalt pada kedua percobaan tersebut sama? Mengapa demikian?
- Apakah yang kamu rasakan jika setelah berkeringat kamu menjilat bagian kulit tersebut? Zat apakah yang kamu rasakan tersebut?

RANGKUMAN

- Pencernaan adalah proses penyederhanaan bahan makanan secara fisik dan enzimatis menjadi zat gizi yang dapat diserap oleh tubuh
- BMI (*Body Mass Index*) atau indeks massa tubuh merupakan angka yang menyatakan perbandingan berat badan (dalam kilogram) terhadap tinggi badan (dalam meter). BMI bukan suatu besaran, sehingga tidak memiliki satuan.

Rumus menghitung BMI :

$$\text{BMI} = \text{berat badan} / (\text{tinggi badan})^2$$

- BMR (*Basal Metabolic Rate*) adalah energi yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi fisiologis normal tubuh pada saat istirahat. Kebutuhan energi pada keadaan normal untuk laki-laki dewasa berkisar antara 1900 – 2700 kal/hari, sedangkan pada wanita antara 1700 – 2100 kal/hari.
- Pernapasan adalah aktifitas pengambilan dan pengeluaran udara yang dilakukan oleh alat-alat/organ pernapasan
- Alat-alat/organ pernapasan terdiri atas delapan (8) alat, antara lain: rongga hidung, faring, laring, trakea, paru-paru, bronkus, bronkiolus, dan alveolus
- Ekskresi adalah pengeluaran zat sisa metabolisme yang tidak digunakan lagi oleh tubuh, seperti: keringat, urine, dan CO₂.
- Alat ekskresi nya terdiri atas kulit, ginjal, hati dan paru-paru.

SOAL LATIHAN

A. Pilihan salah satu jawaban yang paling tepat!

- Zat yang dihasilkan oleh hati yang digunakan untuk pencernaan adalah ...
 - enzim katalase
 - empedu
 - urea
 - bilirubin
 - renin
- Untuk membantu pencernaan makanan secara enzimatik, maka pancreas menghasilkan enzim ...
 - lipase, empedu, dan pepsin
 - renin, pepsin, dan asam klorida
 - tripsin, amilase, dan lipase
 - renin, amilase, dan pepsinogen
 - amilase, lipase, dan renin
- Sari makanan yang tidak perlu dicerna, langsung diserap ke dalam tubuh adalah ...
 - karbohidrat dan lemak
 - mineral dan vitamin
 - protein dan vitamin
 - mineral dan protein
 - lemak dan vitamin
- Pada proses pernapasan, apabila otot antar rusuk relaksasi, volume rongga dada akan
 - mengecil, tekanan udara paru-paru membesar, udara keluar
 - membesar, tekanan udara paru-paru mengecil, udara masuk
 - mengecil, tekanan udara paru-paru mengecil, udara keluar
 - mengecil, tekanan udara paru-paru mengecil, udara masuk
 - membesar, tekanan udara paru-paru mengecil, udara keluar
- Berikut ini merupakan urutan proses bernapas pada manusia yang benar....
 - hidung→faring→trakea→bronkus→bronkiolus→alveolus
 - hidung→trakea→faring→bronkus→bronkiolus→alveolus
 - hidung→trakea→faring→alveolus→bronkus→bronkiolus
 - hidung→trakea→bronkus→alveolus→bronkiolus→faring
 - hidung→faring→trakea→alveolus→bronkiolus→bronkus
- Pada pernapasan dada, otot yang berkontraksi adalah otot ...
 - antar tulang rusuk
 - diafragma
 - pengangkat rusuk
 - diafragma dan antar tulang rusuk
 - diafragma dan pengangkat rusuk
- Proses pengeluaran zat-zat sisa metabolisme yang sudah tidak digunakan lagi oleh sel-sel dan darah, dikeluarkan oleh tubuh bersama urin, keringat, dan pernapasan. Proses pengeluaran ini disebut ...
 - sekresi
 - ekskresi
 - respirasi
 - defekasi
 - asimilasi
- ekskresi sebagai salah satu ciri makhluk hidup yang berfungsi untuk ...
 - membuang sampah sisa metabolisme
 - merangsang pengeluaran hormon
 - mengeluarkan zat yang berperan dalam metabolisme
 - menambah zat-zat yang sudah tidak diperlukan oleh tubuh
 - membuang zat sisa pencernaan makanan
- Organ tubuh yang mempunyai fungsi filtrasi, reabsorpsi, dan augmentasi adalah ...
 - hati
 - kulit
 - paru-paru
 - ginjal
 - lambung

10. Perhatikan pernyataan berikut ini:

- (1) Rongga dada membesar
- (2) Tulang rusuk menurun
- (3) Volume paru-paru membesar tekanan paru-paru membesar
- (4) Otot antar tulang rusuk relaksasi
- (5) Udara ke luar dari paru-paru

Pernyataan yang tepat berkaitan dengan proses ekspirasi dada adalah ...

- a. (1), (2), dan (3)
- b. (1), (3), dan (5)
- c. (1), (2), dan (4)
- d. (2), (4), dan (5)
- e. (3), (4), dan (5)

11. Pendaki gunung akan mengalami gangguan pada tubuhnya jika sudah mencapai ketinggian diatas 1600 meter. Gangguan tersebut erat kaitannya dengan ...

- a. kesulitan pengeluaran CO₂ dari paru-paru
- b. sedikitnya oksigen yang dapat diambil setiap kali bernapas
- c. suhu lingkungan yang sangat dingin
- d. kadar oksigen yang rendah pada ketinggian tersebut
- e. tiupan angin yang sangat kencang pada ketinggian tersebut

12. Kenyataan bahwa sel tubula pada nefron mengandung banyak organel mitokondria menunjukkan bahwa nefron berperan pada proses ...

- a. transport aktif
- b. transport pasif
- c. osmosis
- d. difusi
- e. filtrasi

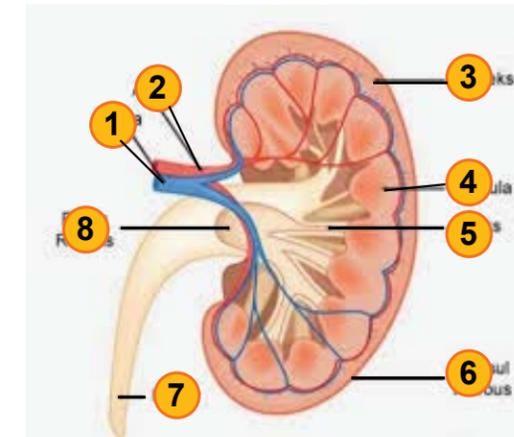
13. Bisa hasil tes urine seseorang dengan reagen biuret diperoleh warna merah, maka bagian ginjal yang diduga mengalami kelainan adalah ...

- a. glomerulus
- b. tubulus kontortus
- c. vesika urinaria
- d. buluh Malpighi
- e. lengkung Henle

14. Berdasarkan uji laboratorium, urine Ana yang ditetesi benedict menunjukkan perubahan warna menjadi merah bata. Kemungkinan Ana mengalami penyakit yang salahsatunya disebabkan oleh kurangnya ...

- a. hormon insulin
- b. hormon ADH
- c. hormon tiroksin
- d. hormon oksitosin
- e. hormon somatotroph

15. Perhatikan gambar struktur ginjal berikut ini !



Lapisan terluar dari ginjal yang tersusun atas jutaan nefron (unit penyaring darah), ditunjukkan pada nomor ...

- a. 1, vena
- b. 2, arteri
- c. 3, korteks
- d. 4, medula
- e. 5, kapsul fibrous

B. Kerjakanlah soal-soal berikut dengan benar.

1. Sebutkan tujuh (7) zat makanan yang dibutuhkan oleh tubuh?
2. Sebutkan kegunaan dari BMI (Body Mass Index) / indeks massa tubuh?
3. Apa yang peserta didik ketahui tentang BMR (*Basal Metabolic Rate*)?
4. Sebutkan 3 fungsi utama zat-zat gizi?
5. Jelaskan gangguan/kelainan yang terjadi pada sistem hormon dibawah ini?
 - a. diabetes melitus
 - b. diabetes insipidus

PENILAIAN

Rubrik Penilaian

Penugasan Unit 1

Aspek yang Dinilai	Penilaian		
	3	2	1
Merumuskan pertanyaan/ masalah	Perumusan masalah dilakukan secara mandiri (individual atau kelompok)	Perumusan masalah dilakukan dengan bantuan tutor	Tidak merumuskan masalah
Pengamatan	Pengamatan cermat dan bebas interpretasi	Pengamatan cermat, tetapi mengandung interpretasi (tafsiran terhadap pengamatan)	Pengamatan tidak cermat
Menuliskan gagasan.	Menuliskan gagasan pemecahan masalah dilakukan secara mandiri (individu/ kelompok)	Menuliskan gagasan pemecahan masalah dengan bantuan tutor/ teman	Tidak Menuliskan gagasan pemecahan masalah
Mengomunikasikan	Memadukan hasil tertulis sebagai bagian dari penyajian secara lisan	Gagasan pemecahan masalah dilakukan secara lisan dan tertulis, namun tidak dipadukan	Gagasan pemecahan masalah dilakukan secara lisan

Penugasan Unit 2:

Aspek yang Dinilai	Penilaian		
	3	2	1
Merumuskan pertanyaan/ masalah	Perumusan masalah dilakukan secara mandiri (individual atau kelompok)	Perumusan masalah dilakukan dengan bantuan tutor	Tidak merumuskan masalah
Pengamatan	Pengamatan cermat dan bebas interpretasi	Pengamatan cermat, tetapi mengandung interpretasi (tafsiran terhadap pengamatan)	Pengamatan tidak cermat
Menuliskan gagasan	Menuliskan gagasan pemecahan masalah dilakukan secara mandiri (individu/ kelompok)	Menuliskan gagasan pemecahan masalah dengan bantuan tutor/ teman	Tidak Menuliskan gagasan pemecahan masalah
Mengomunikasikan	Memadukan hasil tertulis sebagai bagian dari penyajian secara lisan	Gagasan pemecahan masalah dilakukan secara lisan dan tertulis, namun tidak dipadukan	Gagasan pemecahan masalah dilakukan secara lisan

Penugasan Unit 3: Melakukan Percobaan

Aspek yang Dinilai	Penilaian		
	1	2	3
Merumuskan pertanyaan/ masalah	Perumusan masalah dilakukan secara mandiri (individual atau kelompok)	Perumusan masalah dilakukan dengan bantuan tutor	Masalah tidak dirumuskan
Pengamatan	Pengamatan cermat dan bebas interpretasi	Pengamatan cermat, tetapi mengandung interpretasi (tafsiran terhadap pengamatan)	Pengamatan tidak cermat
Menafsirkan data	Melakukan analisis dan mencoba mengaitkan antar-variabel yang diselidiki	Melakukan analisis data, namun tidak melakukan upaya mengaitkan antarvariabel	Tidak melakukan penafsiran data
Mengomunikasikan	Memadukan hasil tertulis sebagai bagian dari penyajian secara lisan	Dilakukan secara lisan dan tertulis, namun tidak dipadukan	Dilakukan secara lisan

KUNCI JAWABAN

A. Pilihan Ganda

1. B. empedu
2. C. tripsin, amilase, dan lipase
3. B. mineral dan vitamin
4. E. membesar, tekanan udara paru-paru mengecil, udara keluar
5. A. hidung → faring → trakea → bronkus → bronkiolus → alveolus
6. A. antar tulang rusuk
7. B. ekskresi
8. A. membuang sampah sisa metabolisme
9. D. ginjal
10. E. (2), (4), dan (5)
11. D. kadar oksigen yang rendah pada ketinggian tersebut
12. A. transport aktif
13. A. glomerulus
14. A. hormon insulin
15. C. 3, korteks

B. Essay

1. Zat makanan terdiri dari tujuh (7) zat yang dibutuhkan oleh tubuh, antara lain: karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral, air, dan zat aditif.
2. Kegunaan dari BMI (Body Mass Index) / indeks massa tubuh:
 - menentukan status berat badan seseorang, apakah seseorang memiliki badan yang terlalu kurus, ideal, atau terlalu gemuk.
 - membantu menilai status berat badan seseorang terhadap risiko masalah kesehatan akibat kekurangan atau kelebihan berat badan.
3. BMR (*Basal Metabolic Rate*) adalah energi yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi fisiologis normal tubuh pada saat istirahat. Kebutuhan energi pada keadaan normal untuk laki-laki dewasa berkisar antara 1900 – 2700 kal/hari, sedangkan pada wanita antara 1700 – 2100 kal/hari.
4. 3 fungsi utama zat-zat gizi:
 - 1) *Sumber zat bergizi*, terdiri dari padi-padian, tepung-tepungan, umbi-umbian, sagu, dan pisang.
 - 2) *Sumber zat pengatur*, terdiri dari sayuran, dan buah-buahan.

- 3) *Sumber zat pembangun*, terdiri dari ikan, ayam, telur, daging, susu, kacang-kacangan, dan hasil olahannya, seperti: tempe, tahu, dan oncom.
4. Gangguan/kelainan yang terjadi pada sistem hormon dibawah ini:
 - a. Diabetes melitus, urine mengandung glukosa karena kekurangan hormon insulin.
 - b. Diabetes insipidus, produksi urine berlebih karena kekurangan hormon ADH (Antidiuretik Hormon)

Tindak Lanjut

- Bagi yang telah lulus dari modul ini maka dapat melanjutkan ke modul berikutnya
- Bagi yang belum lulus maka perlu melakukan remedial dengan mempelajari kembali Unit yang perlu dilakukan remedial
- Seseorang dikatakan lulus/tidak lulus berdasarkan kriteria yang ditetapkan,

KRITERIA PINDAH MODUL

Peserta didik dapat melanjutkan ke modul berikutnya apabila telah memperoleh skor minimum 80.



Daftar Pustaka

Dadi, 2015. Pendalaman Buku Teks Biologi SMA Kelas XI. Jakarta: Yudhistira.

Kusumawati, F. et al. Rumus Ekspres Biologi SMA/MA. Jakarta: PT Kompas Ilmu

Priadi, A. 2009. Biologi 2 for Senior High School. Jakarta: Yudhistira.

<http://endahsulistyowati.wordpress.com/category/materi-biologi-2/>

<http://ryrilumoet.blogspot.co.id/2012/06/menentukan-basal-metabolisme-rate-bmr.html?m=1>

www.slideshare.net/mobile/zahrotinnisa/menu-sehat