



Suwarno

Panduan Pembelajaran  
**Biologi**  
Untuk SMA & MA



**PUSAT PERBUKUAN**  
Departemen Pendidikan Nasional

Suwarno



# Panduan Pembelajaran **Biologi**

Untuk SMA & MA

Kelas  
**XI**



**PUSAT PERBUKUAN**  
Departemen Pendidikan Nasional

**Panduan Pembelajaran**

# **Biologi XI**

**Untuk SMA & MA**

**Penulis:**

Suwarno

**Editor:**

Riswanti

**Setting/Lay Out:**

Agung Wigutomo

**Perwajahan:**

Wahyudin Miftakhul Anwar

**Ilustrator:**

Adi Wahyono

**Sumber Sampul:**

Phil Askey [www.dpreview.com](http://www.dpreview.com) collection 2002

---

574.07

Suwarno

b

Panduan Pembelajaran Biologi : Untuk SMA/MA Kelas XI / Penulis Suwarno ; Editor Riswanti ; Ilustrator Adi Wahyono. — Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2009.  
viii, 202 hlm. : ilus. ; 25 cm.

Bibliografi : hlm. 193

Indeks

ISBN 978-979-068-136-1 (no jld lengkap)

ISBN 978-979-068-138-5

1. Biologi-Studi dan Pengajaran
  2. Riswanti
  3. Wahyono, Adi
  4. Judul
- 

Hak Cipta Buku ini dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional dari Penerbit CV Karya Mandiri Nusantara

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan  
Departemen Pendidikan Nasional  
Tahun 2009

Diperbanyak oleh ....

# 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 22 Tahun 2007 tanggal 25 Juni 2007.

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 ucapan 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, Februari 2009  
Kepala Pusat Perbukuan

# Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah -Nya dalam penyelesaian buku ini.

Dalam buku ini kalian diberi bekal untuk dapat menerapkan segala ilmu yang kalian pelajari lewat materi, tugas, latihan, percobaan, evaluasi, serta portofolio.

Melalui buku ini kalian kami ajak untuk mencapai tujuan Biologi itu sendiri, yaitu:

1. Membentuk sikap positif terhadap biologi dengan menyadari keteraturan dan keindahan alam serta mengagungkan kebesaran Tuhan Yang Maha Esa.
2. Memupuk sikap ilmiah yaitu jujur, objektif, terbuka, ulet, kritis, dan dapat bekerjasama dengan orang lain.
3. Mengembangkan pengalaman untuk dapat mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan, serta mengomunikasikan hasil percobaan secara lisan dan tertulis.
4. Mengembangkan kemampuan berpikir analisis, induktif, dan deduktif dengan menggunakan konsep dan prinsip biologi.
5. Mengembangkan penguasaan konsep dan prinsip biologi dan saling keterkaitannya dengan IPA lainnya serta mengembangkan pengetahuan, keterampilan dan sikap percaya diri.
6. Menerapkan konsep dan prinsip biologi untuk menghasilkan karya teknologi sederhana yang berkaitan dengan kebutuhan manusia.
7. Meningkatkan kesadaran dan berperan serta dalam menjaga kelestarian lingkungan.

Jadi lewat buku sederhana ini yang masih banyak kekurangannya kami mengajak kalian senantiasa belajar, belajar dan belajar, karena dengan belajarlah kalian dapat menembus cakrawala.

Dengan buku kalian selangkah lebih maju.

Jakarta, Mei 2007

Penulis

# Daftar Isi

<b>Katalog Dalam Terbitan .....</b>	<b>ii</b>
<b>Kata Sambutan .....</b>	<b>iii</b>
<b>Kata Pengantar .....</b>	<b>iv</b>
<b>Daftar Isi .....</b>	<b>v</b>
<b>Bab I Sel .....</b>	<b>1</b>
A. Sel sebagai Unit Terkecil Kehidupan .....	3
B. Perbedaan Struktur Sel Tumbuhan dan Hewan .....	4
C. Membran Plasma dan Organel .....	7
D. Mekanisme Transpor pada Membran .....	11
Rangkuman .....	13
Evaluasi .....	13
Tugas Portofolio .....	16
<b>Bab II Histologi Tumbuhan .....</b>	<b>17</b>
A. Jaringan Tumbuhan .....	19
B. Organ Tumbuhan .....	23
C. Teknologi Kultur Jaringan .....	30
Rangkuman .....	31
Evaluasi .....	32
Tugas Portofolio .....	34
<b>Bab III Histologi Hewan .....</b>	<b>35</b>
A. Jaringan Hewan .....	37
B. Organ Hewan .....	44
Rangkuman .....	45
Evaluasi .....	46
Tugas Portofolio .....	48
<b>Bab IV Sistem Gerak Manusia .....</b>	<b>49</b>
A. Rangka .....	51
B. Otot .....	58
C. Kelainan dan Gangguan pada Gerak .....	60
Rangkuman .....	63
Evaluasi .....	64
Tugas Portofolio .....	66

<b>Bab V Sistem Peredaran Darah pada Hewan dan Manusia</b>	<b>67</b>
A. Sistem Peredaran Darah pada Hewan .....	69
B. Sistem Peredaran Darah Mamalia dan Manusia .....	75
C. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Peredaran Darah Rangkuman .....	84
Evaluasi .....	87
Tugas Portofolio .....	90
<b>Evaluasi Semester I .....</b>	<b>91</b>
<b>Bab VI Sistem Pencernaan .....</b>	<b>95</b>
A. Zat Makanan dan Fungsinya .....	97
B. Sistem Pencernaan Makanan pada Manusia .....	104
C. Sistem Pencernaan Makanan pada Hewan Memamah Biak .....	107
D. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Pencernaan Makanan .....	107
Rangkuman .....	108
Evaluasi .....	108
Tugas Portofolio .....	110
<b>Bab VII Sistem Pernapasan .....</b>	<b>111</b>
A. Pernapasan pada Hewan .....	113
B. Pernapasan pada Manusia .....	116
C. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Pernapasan.... Rangkuman .....	120
Evaluasi .....	121
Tugas Portofolio .....	122
	124
<b>Bab VIII Sistem Ekskresi .....</b>	<b>125</b>
A. Sistem Ekskresi pada Manusia .....	127
B. Sistem Ekskresi pada Hewan .....	131
C. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Ekskresi .....	134
Rangkuman .....	135
Evaluasi .....	136
Tugas Portofolio .....	138
<b>Bab IX Sistem Regulasi.....</b>	<b>139</b>
A. Saraf.....	141
B. Endokrin.....	146
C. Indra .....	150

D. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Regulasi Manusia .....	155
Rangkuman .....	156
Evaluasi .....	156
Tugas Portofolio .....	158
<b>Bab X Sistem Reproduksi.....</b>	<b>159</b>
A. Reproduksi pada Tumbuhan .....	161
B. Reproduksi pada Mamalia .....	162
C. Reproduksi pada Manusia .....	163
D. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Reproduksi .....	169
Rangkuman .....	170
Evaluasi .....	170
Tugas Portofolio .....	172
<b>Bab XI Sistem Kekebalan.....</b>	<b>173</b>
A. Leukosit .....	175
B. Macam-macam Sistem Kekebalan .....	177
C. Imunisasi .....	178
Rangkuman .....	181
Evaluasi .....	181
Tugas Portofolio .....	183
<b>Evaluasi Semester II .....</b>	<b>184</b>
<b>Evaluasi Akhir .....</b>	<b>187</b>
<b>Glosarium .....</b>	<b>191</b>
<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>193</b>
<b>Indeks .....</b>	<b>194</b>



# Bab I

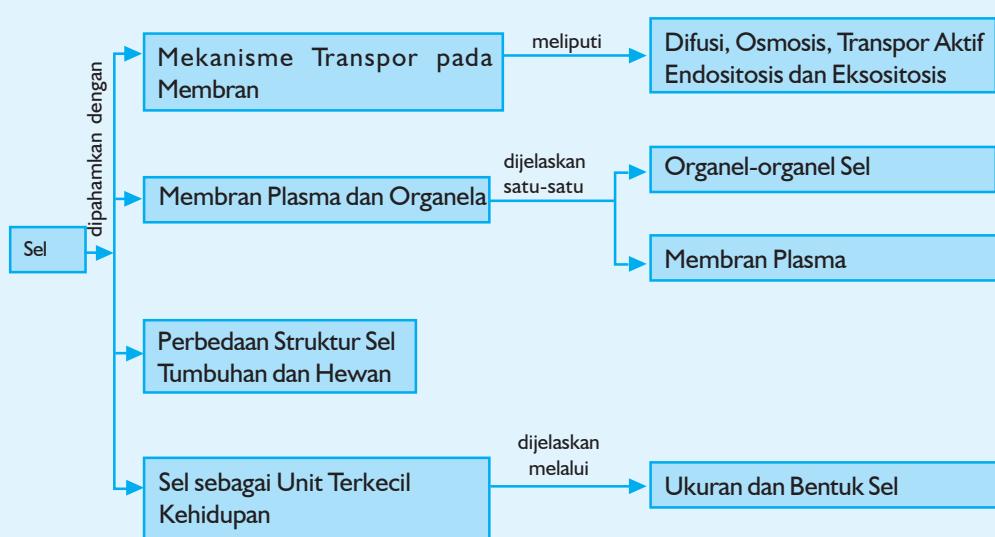
# Sel

## Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar: CD Image

Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat menjelaskan makhluk hidup menjalankan proses-proses hidupnya dengan sel melalui peran organela-organela yang terdapat di dalamnya serta proses-proses lain yang terkait dengan sel.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab I:

1. Sel
2. Membran plasma
3. Organel sel
4. Tranpor membran



**Gambar 1.1** Kupu-kupu mempunyai sel-sel untuk proses hidupnya

Sumber: CD Image

Ada semut, kupu-kupu, ayam, kambing, juga gajah, kalian tahu pula rumput, bunga, dan pohon kelapa. Begitu juga bayi, anak, orang tua. Kecil ataupun besar ukuran makhluk hidup itu semua punya sel, tidak hanya satu tetapi jutaan sel yang bisa berkoordinasi menyusun tubuh makhluk hidup. Hebat ya?

Sebenarnya kalau kalian makan, itu memberi makan pada sel-sel tubuh. Satu sel punya “pos-pos” untuk sistem kerjanya, untuk respirasi punya “pos” yang bernama mitokondria, untuk tempat sintesis protein punya pos yang bernama ribosom. Menarik, kan?

Jika kalian penasaran dengan sel pelajarilah bab ini dengan cermat!

## A. Sel sebagai Unit Terkecil Kehidupan

Sel merupakan unit terkecil makhluk hidup, berarti di dalam sel terdapat bagian-bagian yang berperan dalam melakukan aktivitas hidup sel. Coba pahamilah kalimat tersebut! Unit berarti bagian terkecil dari sesuatu yang dapat berdiri sendiri. Seperti halnya keluarga merupakan unit sosial yang paling kecil dalam kelompok hidup di masyarakat. Keluarga-keluarga akan membentuk desa. Begitu pula sel. Jutaan sel yang berukuran kecil menyusun tubuh makhluk hidup.

Pengetahuan tentang sel telah dimulai sejak abad ke-17 di mana pada waktu itu Robert Hooke (1635-1703) dari Inggris seorang pedagang kaca berhasil membuat sebuah alat yang dapat digunakan untuk mengamati benda-benda yang sangat kecil. Alat itu kemudian dikenal dengan nama mikroskop.

Dengan mikroskop itu Robert Hooke dapat melihat bagian-bagian dari irisan kulit kayu yang mati dan sangat kecil. Hasil pengamatan itu berupa petak-petak segi empat yang di tengahnya kosong. Benda tersebut disebut sel yang berarti petak atau ruang kecil (Harliyono, 1999 : 21).

Pada tahun 1838 - 1939, dua orang ahli fisiologi Jerman, Theodor Schwann dan Matthias Jakob Schleiden, masing-masing bekerja secara sendiri-sendiri, mengajukan suatu teori sel yang baru dan revolusioner. Mereka menganggap bahwa makhluk hidup, dari yang paling sederhana sampai yang paling kompleks, hampir sepenuhnya tersusun dari sel dan bahwa sel-sel ini memainkan peranan penting dalam semua kegiatan hidup.



Gambar 1.2 Sel-sel kulit bawang yang diperbesar

Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer Jilid 5, 2000 : 89

### Tahukah kamu?

Jerapah



Ukuran sel sangat bervariasi, sel terbesar adalah sel saraf pada leher jerapah yang panjangnya mencapai 3 meter.

Gambar 1.3 Sel terbesar adalah sel saraf pada leher Jerapah

Sumber: Ensiklopedi Umum untuk Pelajar Jilid 5, 2005:42

Kemudian, diketahui tidak hanya tubuh hewan dan tumbuhan yang lebih tinggi yang terdiri dari banyak sel, tetapi juga bahwa tiap-tiap makhluk hidup berasal dari perkembangan satu sel tunggal.

### **Ukuran dan Bentuk Sel**

Sel mempunyai ukuran dan bentuk yang bervariasi. Umumnya ukuran sel adalah mikroskopis. Sebagai contoh pada ovum manusia mempunyai diameter  $100\mu$ , erytrosit  $10\mu$ , bakteri  $1\mu$ , dan virus  $0,1\mu$  dan sel-sel lain berkisar  $0,4\mu$  sampai  $10\mu$ .

Telur ayam atau telur burung adalah sebuah sel di mana yang disebut sel adalah vitellusnya. Jika diperhatikan ini adalah ukuran sel yang sangat besar, itulah sebabnya, ukuran rata-rata dari sel sangat sukar ditentukan.

Sesuai dengan fungsinya maka bentuk sel itu menunjukkan variasi yang bermacam-macam. Pada umumnya bentuk sel pada tumbuhan adalah segi empat memanjang atau segi enam, misalnya sel-sel epidermis, sel-sel parenkim. Di samping itu pada bagian kayu sel-selnya berbentuk serabut (sklerenkim) dan bulat (kolenkim).

Bentuk sel pada hewan dan manusia juga bermacam-macam, terutama sel-sel jaringan kulit tepi, kita kenal antara lain:

1. Selapis sel bulat pipih disebut sel squamosa simplek.
2. Sel bulat pipih berlapis disebut squamosa komplek.
3. Sel berbentuk kubus disebut kuboid.
4. Sel berbentuk segi empat disebut kolumner.

Latihan 1.1 berikut ini merupakan latihan agar kalian **berpikir kritis**.

### **Latihan 1.1**

Mengapa telur ayam yang berukuran besar itu merupakan sebuah sel?

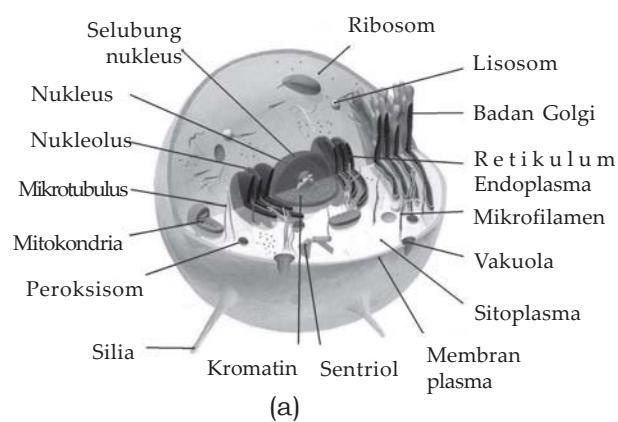
## **B. Perbedaan Struktur Sel Tumbuhan dan Hewan**

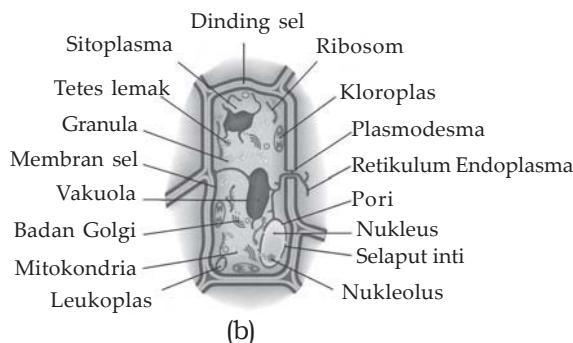
Perbedaan struktur sel tumbuhan dan hewan dapat dilihat dalam Tabel 1.1 berikut.

**Tabel 1.1 Perbedaan struktur sel tumbuhan dan hewan**

No.	Perbedaan	Sel tumbuhan	Sel hewan
1.	Dinding sel	Ada, dinding sel kuat dan mengalami penebalan terdiri dari selulosa (serat kayu)	Tidak ada membran plasma tipis dan lentur serta tidak mengalami penebalan
2.	Membran plasma	Ada	Ada
3.	Sitoplasma	Ada	Ada
4.	Mitokondria	Ada	Ada
5.	Lisosom	Tidak ada	Ada
6.	Ribosom	Ada	Ada
7.	Badan Golgi	Ada	Ada
8.	Sentrosom	Tidak ada (kecuali pada tumbuhan tingkat rendah)	Ada
9.	Plastida	Ada	Tidak ada
10.	Mikrotubulus	Tidak ada	Ada
11.	Vakuola	Ada (besar)	Tidak ada, kecuali pada Protozoa
12.	Retikulum Endoplasma (RE)	Ada	Ada
13.	Nukleus	Ada	Ada

Lebih jelasnya lagi perhatikan Gambar 1.4 berikut ini!





**Gambar 1.4 (a) Sel hewan (b) Sel tumbuhan**

Sumber: Kamus visual, 2004 : 74 dan 94

Berikut ini merupakan kegiatan kelompok yang akan mengembangkan **wawasan produktivitas, keingintahuan, dan kecakapan hidup** kalian.

### Percobaan

Lakukan pengamatan berikut!

#### Tujuan:

Mengamati struktur sel tumbuhan dan sel hewan serta sel mati (sel gabus).

#### Alat dan Bahan:

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1. Mikroskop                   | 6. Air   |
| 2. Kaca benda dan kaca penutup | 7. Bawang merah ( <i>Allium cepa</i> )                       |
| 3. Pipet tetes                 | 8. Jaringan gabus ketela pohon ( <i>Manihot utilissima</i> ) |
| 4. Silet                       | 9. Wortel ( <i>Daucus carota</i> )                           |
| 5. Zat warna methylen blue     | 10. <i>Rhoeo discolor</i>                                    |
|                                | 11. Preparat awetan beberapa jenis sel hewan                 |

#### Cara Kerja:

1. Irislah bawang merah secara membujur!
2. Tetesilah dengan larutan *methylene blue* dan tutup dengan kaca penutup!
3. Periksalah di bawah mikroskop mula-mula gunakan perbesaran lemah, misal  $10 \times 10$  kemudian gunakan perbesaran kuat, misal  $10 \times 40$ !
4. Gambar dan beri keterangan!

5. Dengan cara yang sama lakukan pula pada gabus ketela pohon, wortel, *Rhoeo discolor*!
6. Untuk preparat awetan hewan, amatilah langsung di bawah mikroskop, gambar dan beri keterangan juga!

**Bahan Diskusi:**

Apakah yang kalian temukan?

## C. Membran Plasma dan Organel

Secara struktural maupun fungsional sel terdiri atas: membran plasma, sitoplasma, nukleus, dan organel-organel lain.

### 1. Membran Plasma

*Membran plasma* merupakan suatu selaput yang membungkus suatu massa protoplasma. Sedangkan protoplasma yang mengelilingi nukleus disebut sitoplasma. Komponen penyusun dasar protoplasma adalah air ( $H_2O$ ) yang jumlahnya berkisar antara 70 - 90 % dari berat individu, terdapatnya dalam bentuk bebas atau terikat. (Bambang H, 1988 : 26)

Protoplasma mempunyai sifat-sifat kimia, perhatikan Tabel 1.2 berikut!

**Tabel 1.2 Susunan kimia protoplasma**

Nama unsur	Simbol	Berat dalam %
Karbon	C	10,50
Hidrogen	H	10,00
Oksigen	O	76,00
Nitrogen	N	2,50
Phosphor	P	0,30
Kalium	K	0,30
Sulfur	S	0,20
Klorida	Cl	0,10
Magnesium	Mg	0,02
Kalsium	Ca	0,02
Natrium	Na	0,04
Iodium	I	0,01
Ferum	Fe	0,01

Sumber: Biologi Umum I

Dari Tabel 1.2 di atas dapat diketahui bahwa unsur-unsur C, H, O dan N merupakan bagian yang terbesar di dalam protoplasma. Ketiga unsur C, H dan O merupakan unsur pembentuk senyawa kimia yang bermacam-macam dengan ukuran molekul yang besar.

Di dalam protoplasma unsur-unsur ada yang berupa unsur anorganik. Dalam protoplasma unsur anorganik dalam bentuk sebagai berikut:

1. Dalam bentuk garam, misalnya: natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ), kalium nitrat ( $\text{KNO}_3$ ), kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ).
2. Dalam bentuk asam, misalnya: asam klorida ( $\text{HCl}$ ), asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ), asam karbonat ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ).
3. Dalam bentuk basa, misalnya: natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ), kalium hidroksida ( $\text{KOH}$ ).

Senyawa organik di dalam protoplasma tersusun oleh unsur C, H, dan O.

Senyawa organik terdiri dari: karbohidrat, lemak dan protein yang merupakan sumber energi di dalam protoplasma.

## 2. **Organela-Organela Sel**

### a. **Retikulum Endoplasma (RE)**

- 1) Merupakan organel yang terletak di dalam sitoplasma.
- 2) Fungsinya selain sebagai tempat perlekatan ribosom, juga berfungsi memperkaya senyawa protein hasil sintesis ribosom yang melekat di permukaan membrannya serta transpor zat dalam sel.

### b. **Ribosom**

- 1) Selain menempel pada RE, ribosom juga terletak di dalam sitoplasma.
- 2) Ribosom adalah massa berbutir-butir yang berhubungan dengan RE.
- 3) Ribosom mengandung ARN.
- 4) Fungsi ribosom sebagai tempat sintesis protein.

### c. **Mitokondria**

- 1) Mitokondria adalah struktur-struktur kecil yang tersusun dari protein dan lipida yang membentuk suatu gel yang stabil dan keras.
- 2) Mitokondria berbentuk lonjong dengan dua lapis membran, di mana membran dalam membentuk lipatan.
- 3) Fungsinya sebagai penghasil energi karena terlibat dalam proses respirasi sel.

### d. **Badan Golgi**

- 1) Badan golgi terdiri dari suatu jaringan tak teratur dari benda-benda seperti batang, bulat, atau berbutir-butir pada sel-sel hewan, yang sering terpusat di sekitar nukleus.

- 2) Badan golgi banyak terdapat pada sel-sel kelenjar dan saraf, tetapi hanya sedikit pada sel-sel otot.
- 3) Fungsi badan golgi untuk ekskresi sel, pembentukan dinding sel, dan pembentukan lisosom.

**e. Nukleus**

- 1) Merupakan suatu struktur relatif besar yang berbentuk bulat, bulat telur, atau tak teratur dan dikelilingi oleh sitoplasma sel.
- 2) Memiliki bagian-bagian penting, yaitu:
  - a) Membran inti (karioteka), sebagai pembungkus sekaligus pelindung inti.
  - b) Nukleoplasma, merupakan cairan inti berbentuk sel, kaya substansi kimia seperti ion-ion, protein, enzim, nukleotida, dan benang-benang kromatin.
  - c) Yang bertindak sebagai organisator inti dan banyak mengandung salinan gen-gen yang memberikan kode RNA ribosom.

**f. Lisosom**

Lisosom adalah benda seperti vakuola yang mensekresikan enzim-enzim untuk mencernakan bahan makanan demikian juga pada kematian sebuah sel, lisosom melepaskan zat-zat yang menghancurkan "Bangkai" sel ini.

- 1) Lisosom berbentuk bulat dan berisi enzim hidrolitik atau lisozim.
- 2) Fungsi sebagai organ pencerna intraseluler.

**g. Sentrosom**

- 1) Sentrosom adalah suatu daerah yang agak padat di dalam protoplasma, terletak di dekat inti sel.
- 2) Di bagian tengah sentrosom terdapat dua buah benda kecil seperti titik, berbentuk tongkat, atau benda-benda seperti huruf V yang disebut sentriol.
- 3) Fungsi memegang peranan penting dalam pembelahan sel.

**h. Plastida**

- 1) Plastida merupakan benda-benda dengan bermacam-macam bentuk yang ditemukan di dalam sel-sel tumbuh-tumbuhan tersusun dari lipida dan protein.
- 2) Plastida mensintesis lemak, protein dan pati.
- 3) Macam-macam plastida:
  - a) Kloroplas, plastida yang mengandung klorofil, pigmen karotenoid, dan pigmen fotosintesis lainnya.

- b) Kromoplas, plastida yang memberikan aneka ragam warna non fotosintesis, misalnya pigmen merah, kuning, dan sebagainya.
- c) Leukoplas, plastida tak berwarna atau berwarna putih.  
Umumnya terdapat pada organ tumbuhan yang tidak kena sinar matahari, khususnya pada organ penyimpanan cadangan makanan, seperti pada akar, biji dan daun muda.  
Berdasarkan fungsinya leukoplas dapat dibedakan menjadi:
  - (1) Amiloplas, yaitu leukoplas yang berfungsi membentuk dan menyimpan amilum.
  - (2) Elaioplas, yaitu leukoplas yang berfungsi untuk membentuk dan menyimpan lemak.

*i. Mikrotubulus*

- 1) Mikrotubulus adalah pipa-pipa yang panjang dan halus yang telah ditemukan pada berbagai jenis sel, baik tumbuh-tumbuhan maupun hewan.
- 2) Mikrotubulus terdiri dari protein.
- 3) Fungsi, untuk mempertahankan bentuk sel hewan dan mengarahkan gerakan komponen-komponen sel, selain itu juga membantu dalam pembelahan sel mitosis.

*j. Vakuola*

- 1) Vakuola lebih sering ditemukan dalam sel tumbuh-tumbuhan daripada dalam sel hewan, masing-masing dipisahkan dari sitoplasma oleh sebuah selaput, yang agak mirip dengan membran plasma.
- 2) Vakuola berisi air yaitu getah sel yang mengandung makanan, sekresi sel, dan zat-zat buangan.

*k. Dinding sel*

- 1) Dinding sel merupakan struktur tebal yang terletak di bagian terluas dari sel. Hanya dijumpai pada sel tumbuhan.
- 2) Fungsi sebagai pelindung berbagai komponen di dalam sel sekaligus sebagai pemberi bentuk sel.

Latihan 1.2 berikut ini merupakan latihan agar kalian mempunyai kecakapan akademik.

### Latihan 1.2

Buatlah daftar semua organela yang terdapat pada sel hewan maupun sel tumbuhan beserta fungsinya!

## D. Mekanisme Transpor pada Membran

Gerakan zat melalui membran dibedakan menjadi dua macam, yaitu gerakan pasif yang tidak menggunakan energi dan gerakan aktif yang memerlukan energi, yang termasuk gerakan pasif adalah difusi dan osmosis, sedang yang termasuk gerakan aktif adalah transpor aktif, endositosis, dan eksositosis.

### 1. Difusi

Di dalam sel terjadi peristiwa perpindahan molekul zat dari tempat yang berkonsentrasi tinggi ke tempat yang berkonsentrasi lebih rendah untuk mencapai kesamaan konsentrasi. Peristiwa tersebut dinamakan difusi. Di tingkat sel, difusi bermacam bahan, termasuk air terjadi terus menerus dan di mana-mana. (Frank B. Salisbury & Cleon W. Ross, 1995 : 32).

### 2. Osmosis

Selain difusi di dalam sel juga terjadi osmosis, yaitu perpindahan melekul air melalui selaput semipermeabel dari larutan yang hipotonis (kepekatan rendah) ke larutan hipertonis (kepekatan tinggi).

### 3. Transpor Aktif

Perpindahan zat melalui membran selektif permiable dari tempat yang konsentrasi zatnya rendah ke tempat yang konsentrasi zatnya tinggi menggunakan energi (ATP) dan enzim pengangkut (protein carier) dinamakan transpor aktif. Transpor aktif melawan gradien konsentrasi suatu zat. Contohnya pompa  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ .

Senyawa yang berupa karbohidrat agar dapat diserap harus dipecah atau disederhanakan dahulu menjadi monosakarida, seperti fruktosa, glukosa dan galaktosa. Senyawa-senyawa tersebut masih bersifat pasif sehingga sukar diserap oleh sel. Untuk itu harus diaktifkan lebih dahulu dengan menggunakan energi yang tersimpan di dalam sel berupa energi kimia yang disebut ATP (Adenosin Tri Phospat).

### Tahukah kamu?



Gambar 1.5 Amoeba proteus

Meskipun terdiri dari satu sel, tubuhnya sangat kompleks karena berbagai kegiatan dasar kehidupan seperti pergerakan, pernapasan, makan dan perkembangbiakan berlangsung di sini. Selnya ditutupi plasma membran yang terbuat dari molekul protein dan lemak. Selnya juga dilengkapi beberapa komponen seperti retikulum endoplasma, badan golgi, mitokondria, plastida, dan vakuola serta inti sel.

Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer Jilid 6, 2000: 190

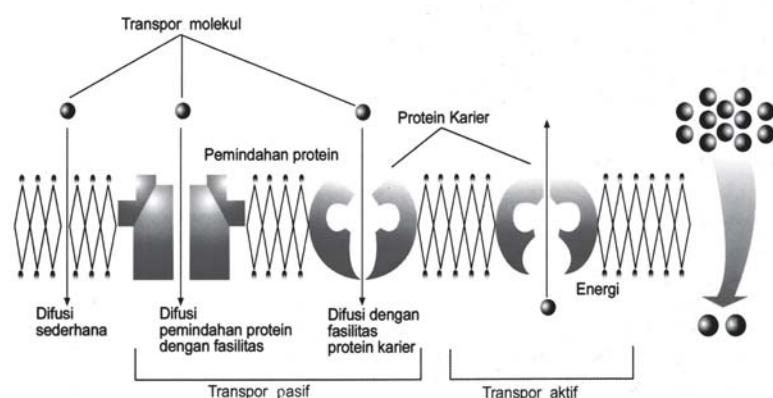
Untuk membebaskan energi ATP diperlukan enzim tertentu sehingga terbatas energinya berupa 1 mol phospat sehingga sisanya berupa ADP (Adenosin Diphospat). Peristiwa inilah yang disebut transpor aktif.

#### 4. Endositosis dan Eksositosis

Endositosis dan eksositosis dapat terjadi pada organisme bersel satu seperti *Amoeba* dan *Paramecium* dan sel-sel tertentu dari tubuh Vertebrata misalnya sel darah putih. Karena bersel satu itulah zat-zat padat atau tetes-tetes cairan dimasukkan dan dikeluarkan melalui membran sel. Proses memasukkan zat-zat padat atau tetes-tetes cairan melalui membran sel disebut dengan endositosis sedangkan proses mengeluarkan zat-zat padat atau tetes-tetes cairan melalui membran sel disebut eksositosis.

Pada Latihan 1.3 ini akan menumbuhkan **rasa ingin tahu**, mengembangkan **kecakapan personal**, dan **akademik** kalian.

#### Latihan 1.3



Gambar 1.6 Transpor membran

Menurut gambar 1.6 di atas, bagaimanakah proses transpor pada membran terjadi? Jelaskan dengan pendapat kalian masing-masing!

## Rangkuman

1. Sel merupakan unit terkecil makhluk hidup, berarti di dalam sel terdapat bagian-bagian yang berperan dalam melakukan aktivitas hidup sel.
2. Perbedaan struktur sel hewan dan tumbuhan dapat dilihat dari organela-organela sel penyusunnya.  
Pada sel tumbuhan tidak terdapat sentrosom. Pada sel hewan tidak ada plastida, vakuola.
3. Membran plasma, yaitu suatu selaput yang membungkus suatu massa protoplasma.  
Organela-organela yang terdapat dalam sel, yaitu: retikulum endoplasma, ribosom, mitokondria, badan golgi, lisosom, sentrosom, plastida, mikrotubulus, vakuola, dinding sel, nukleus.
4. Gerakan zat melalui membran ada 2, yaitu:
  - a. Gerakan pasif, contoh: difusi, osmosis.
  - b. Gerakan aktif, contoh: transpor aktif, endositosis, eksositosis.

## Evaluasi

- A. **Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, d, atau e!**
1. Gagasan awal tentang sel muncul pada abad XVII ketika seorang ahli memeriksa gabus di bawah kaca pembesar. Ahli tersebut adalah ....
    - a. Robert Hooke
    - b. Theodor Schwann
    - c. Matthias Jokob Schleiden
    - d. Antonie Van Leuwenhoek
    - e. Carolus Linnaeus

2. Yang merupakan perbedaan sel hewan dan sel tumbuhan adalah ....
  - a. pada hewan terdapat plastida pada tumbuhan tidak ada
  - b. pada hewan tidak terdapat badan golgi, pada tumbuhan ada badan golgi
  - c. pada hewan terdapat badan golgi, pada tumbuhan ada badan golgi
  - d. pada tumbuhan tidak terdapat mikrotubulus pada hewan ada
  - e. pada hewan ada vakuola yang besar, pada tumbuhan ada vakuola tetapi kecil
3. Organel yang berperan dalam respirasi sel adalah ....
  - a. nukleus
  - b. retikulum endoplasma
  - c. ribosom
  - d. lisosom
  - e. mitokondria
4. Komponen sel yang tidak ditemukan pada sel hewan adalah ....
  - a. ribosom
  - b. badan golgi
  - c. plastida
  - d. mitokondria
  - e. sentrosom
5. Transpor zat melalui membran plasma dapat berlangsung dengan transpor aktif, transpor aktif adalah ....
  - a. transpor yang memerlukan energi untuk keluar masuknya molekul zat melalui membran
  - b. transpor dari larutan yang konsentrasi rendah ke larutan yang konsentrasi tinggi
  - c. transpor dari larutan yang konsentrasi tinggi ke larutan yang konsentrasi rendah
  - d. transpor yang mengendalikan pertukaran zat tanpa memerlukan energi
  - e. transpor yang dipengaruhi oleh ion natrium tanpa memerlukan energi

6. Beberapa jenis sel dapat memasukkan zat-zat padat atau tetes-tetes cairan melalui membran sel peristiwa semacam ini dinamakan ....
  - a. eksositosis
  - b. endositosis
  - c. difusi
  - d. osmosis
  - e. plasmolisis
7. Suatu selaput yang membungkus suatu massa protoplasma dinamakan ....
  - a. sitoplasma
  - b. nukleoplasma
  - c. mitokondria
  - d. retikulum endoplasma
  - e. membran plasma
8. Di dalam nukleus, gen terdapat di dalam ....
  - a. nukleolus
  - b. nukleoplasma
  - c. karioteka
  - d. kromatin
  - e. sitoplasma
9. Fungsi ribosom adalah ....
  - a. ekskresi sel
  - b. proses respirasi sel
  - c. tempat sintesis protein
  - d. organ pencerna intraselular
  - e. menyintesis lemak dan pati
10. Leukoplas yang berfungsi untuk membentuk dan menyimpan lemak adalah ....
  - a. amiloplas
  - b. elaioplas
  - c. kloroplas
  - d. kromoplas
  - e. plastida

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

1. Jelaskan perbedaan struktur sel tumbuhan dan hewan!
2. Sebut dan jelaskan bagian-bagian penting dari nukleus!
3. Sebut dan jelaskan serta fungsi dari organel-organel di dalam sel!
4. Jelaskan mengenai bentuk dan ukuran dari sel!
5. Apakah yang dimaksud dengan:

a. transpor aktif	d. endositosis
b. osmosis	e. eksositosis
c. difusi	

Tugas berikut akan mengembangkan **wawasan produktivitas, keingintahuan, dan kecakapan hidup** kalian.

**Tugas Portofolio**

Buatlah paper tentang endositosis dan eksositosis pada *Amoeba proteus*, referensi dapat kalian peroleh dari berbagai sumber!

## Bab II

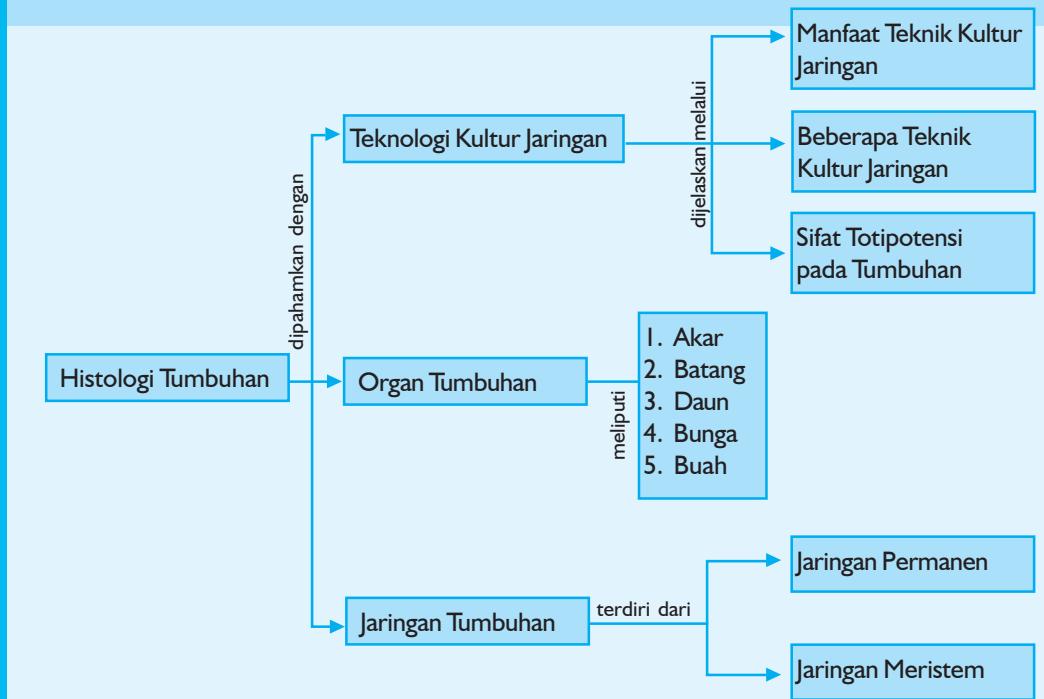
# Histologi Tumbuhan

### Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar: CD Image

Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat mengidentifikasi jaringan tumbuhan, selain itu kalian dapat membudidayakan tumbuhan melalui metode kultur jaringan.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab II:

1. Jaringan
2. Organ



**Gambar 2.1** Seluruh organ-organ tumbuhan dibutuhkan organisme lain

Sumber: CD Image

Tumbuhan merupakan organisme yang mempunyai peran penting bagi organisme lainnya. Seluruh organ-organ yang meliputi akar, batang, daun, bunga, dan buah semuanya dibutuhkan organisme lain. Bahkan kemajuan teknologi mampu menjelajah gen beserta jaringannya untuk dibudidayakan guna memperoleh organisme tumbuhan baru yang lebih berkualitas. Kewajiban kita lahir sebagai organisme berakal untuk selalu menjaga tumbuhan agar tidak punah dan tidak rusak. Sanggup, kan?

## A. Jaringan Tumbuhan

Pada organisme bersel banyak, sel-sel berkelompok untuk membentuk jaringan, yang berfungsi menjalankan tugas-tugas khusus tertentu. Gabus yang menyusun kulit kayu dan akar tumbuh-tumbuhan yang banyak batang kayunya adalah sebuah jaringan. Ia melindungi lapisan dalam terhadap cedera dan ia menghalangi pengapan yang berlebihan.

Jaringan tumbuhan dibedakan menjadi 2, yaitu: jaringan meristem dan jaringan permanen.

### 1. Jaringan Meristem

Pada tumbuhan terdapat jaringan yang selalu membelah, jaringan tersebut disebut sebagai jaringan meristem.

Berdasarkan cara terbentuknya, jaringan meristem dibedakan menjadi 3, yaitu:

- Promeristem, sudah ada waktu tumbuhan dalam masa embrional.
- Meristem primer, masih bersifat membelah diri, terdapat pada tumbuhan dewasa di ujung batang, ujung akar, kuncup.
- Meristem sekunder, berasal dari meristem primer.

Menurut letaknya meristem dibedakan menjadi:

- Meristem apikal.
- Meristem lateral, yaitu kambium vaskuler dan felogen.
- Meristem interkalar, yaitu pada ruas tumbuhan monokotil.

### 2. Jaringan Permanen

Sel-sel meristem, baik primer maupun sekunder akan berdiferensiasi menjadi jaringan permanen. Jaringan permanen tidak tumbuh dan memperbanyak diri lagi.

Menurut fungsinya jaringan permanen dibagi menjadi:

#### a. Jaringan epidermis (jaringan pelindung)

Jaringan terluar yang menutupi seluruh permukaan tubuh tumbuhan, seperti akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji dinamakan jaringan epidermis.

Ciri-ciri epidermis:

Bentuk sel seperti balok, biasanya terdiri dari satu lapisan terletak pada lapisan paling luar, tidak berklorofil kecuali pada sel penjaga (*guard cell*) stomata.

Fungsi epidermis yaitu untuk melindungi jaringan lainnya.

**b. Jaringan parenkim (jaringan dasar)**

Jaringan parenkim merupakan jaringan yang terbentuk dari meristem dasar.

*Ciri-ciri parenkim:*

Susunan sel tidak rapat, tidak selalu berkloroplas, terdiri dari sel-sel hidup, banyak vakuola, ukuran sel besar, dinding sel tipis, banyak rongga-rongga antarsel.

*Menurut fungsinya, jaringan parenkim dibedakan menjadi:*

- 1) Parenkim fotosintesis, yaitu parenkim palisade (jaringan tiang) dan parenkim bunga karang (jaringan spons).
- 2) Parenkim penyimpan bahan makanan.
- 3) Parenkim penyimpan air.
- 4) Parenkim penyimpan udara.
- 5) Parenkim transportasi.

*Menurut bentuknya, jaringan parenkim dibedakan menjadi:*

- 1) Parenkim palisade, bentuk memanjang, tegak.
- 2) Parenkim bunga karang, bentuk seperti bunga karang.
- 3) Parenkim bintang, bentuk seperti bintang dengan ujung saling berhubungan.
- 4) Parenkim lipatan, dinding sel melipat ke dalam.

**c. Jaringan penyokong (jaringan penunjang)**

Untuk penunjang tanaman agar dapat berdiri dengan kokoh dan kuat, di dalam tumbuhan terdapat jaringan yang disebut jaringan penyokong. Jaringan penyokong terdiri dari:

*1) Jaringan kolenkim*

Merupakan jaringan yang dindingnya mengalami penebalan dari selulosa dan pektin terutama di bagian sudut-sudutnya.

Banyak terdapat pada tumbuhan yang masih muda, yang belum berkayu, merupakan sel hidup.

*2) Jaringan sklerenkim*

Merupakan jaringan yang sel-selnya mengalami penebalan dari lignin (zat kayu), sel-selnya sudah mati. Menurut bentuknya, sklerenkim dibedakan menjadi 2 macam, yaitu:

- a) Skleroid (sel batu): selnya mati, bentuk bulat, dan berdinding keras sehingga tahan tekanan.

Contoh : sel-sel tempurung kenari dan tempurung kelapa.

- b) Serabut-serabut sklerenkim (serat): selnya dengan bentuk panjang, umumnya terdapat pada permukaan batang.

Berikut ini merupakan kegiatan kelompok yang akan **mengembangkan wawasan produktivitas**, dan **kecakapan vokasional** kalian.

### Percobaan 2.1

Lakukan pengamatan berikut!

**Tujuan:**

Mengamati jaringan kolenkim sudut, sklereid.

**Alat dan Bahan:**

1. Mikroskop
2. Gelas benda dan gelas penutup
3. Silet atau cutter
4. Pipet tetes
5. Air
6. Seledri (*Apium graveolens*)
7. Tempurung kelapa (*Cocos nucifera*)

**Cara Kerja:**

1. Sayatlah daun seledri secara melintang dengan menggunakan silet atau cutter!
2. Letakkan dalam gelas benda!
3. Tetesilah sedikit air dengan pipet tetes!
4. Tutup dengan gelas penutup!
5. Amatilah di bawah mikroskop!
6. Gambarlah hasil pengamatan kalian pada kertas kerja kalian!
7. Ulangi untuk tempurung kelapa!

Diskusikan hasil pengamatan kalian, bandingkan bedanya!

#### d. Jaringan pengangkut

Untuk mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tumbuhan serta mengangkut air dan garam-garam mineral dari akar ke daun, tumbuhan menggunakan jaringan pengangkut.

Jaringan pengangkut terdiri dari:

- 1) Xilem (*pembuluh kayu*)

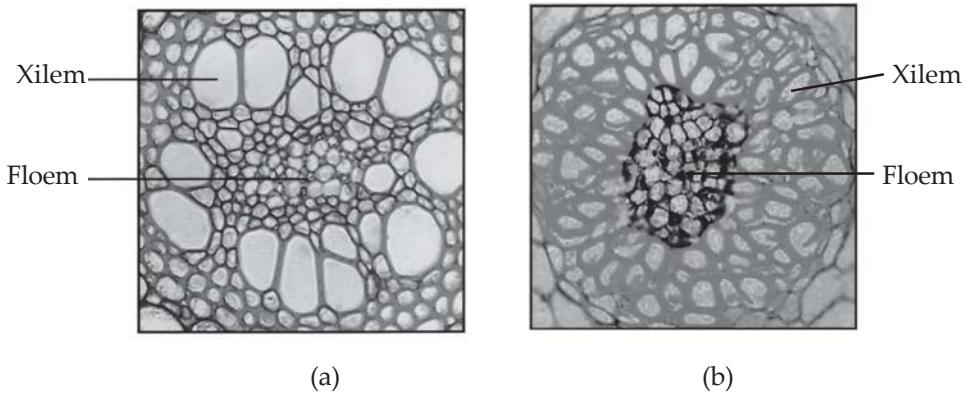
Xilem disusun oleh trakeid, trachea, pembuluh xilem (*pembuluh kayu*), parenkim kayu, dan sklerenkim kayu (serabut kayu). Xilem berfungsi untuk mengangkut air dan garam mineral dan dari dalam tanah menuju ke daun.

## 2) Floem (pembuluh tapis)

Floem disusun oleh sel ayakan atau tapis, pembuluh tapis, sel pengiring, sel parenkim kulit kayu, dan serabut kulit kayu (sel sklerenkim). Floem berfungsi untuk mengangkut zat-zat hasil fotosintesis ke seluruh bagian tubuh.

Xilem dan floem bersatu membentuk suatu ikatan pembuluh angkut. Macam-macam ikatan pembuluh angkut.

- 1) Ikatan pembuluh kolateral, xilem dan floem yang letaknya bersebelahan di dalam suatu jari-jari (xilem di sebelah dalam dan floem di sebelah luar).
  - a) Kolateral terbuka, antara xilem dan floem terdapat kambium. Misalnya pada batang tumbuhan dikotil.
  - b) Kolateral tertutup, antara xilem dan floem tidak terdapat kambium. Misalnya pada batang tumbuhan monokotil.
- 2) Ikatan pembuluh bikolateral, xilem diapit floem, terletak pada radius yang sama.
- 3) Ikatan pembuluh radial, xilem dan floem letaknya bersebelahan, tetapi tidak berada di dalam jari-jari yang sama, misalnya pada akar.
- 4) Ikatan pembuluh konsentrasi, xilem dan floem berbentuk cincin silindris.
  - a) Amfikribal, letak xilem di tengah dan dikelilingi floem.
  - b) Amfivasal, letak floem di tengah dan dikelilingi xilem.



Gambar 2.2 Ikatan pembuluh konsentrasi: (a) amfivasal, (b) amfikribal

Sumber: Ensiklopedi Sains & Kehidupan, 2003 : 27

Lakukan Percobaan 2.2 berikut yang akan menumbuhkan **etos kerja, rasa ingin tahu** serta mengembangkan **kecakapan personal, sosial dan vokasional** kalian!

## Percobaan 2.2

### Tujuan:

Mengamati ikatan pembuluh angkut tanaman.

### Alat dan Bahan:

1. Mikroskop
2. Preparat awetan: batang dan akar dari jagung (*Zea mays*), *Cucurbitaceae*.

### Cara Kerja:

1. Amatilah preparat awetan batang jagung di bawah mikroskop!
2. Gambarlah hasil pengamatan kalian pada kertas kerja!
3. Ulangi untuk preparat awetan *Cucurbitaceae* dan akar!  
Diskusikan hasil pengamatan kalian!  
Bagaimanakah susunan xilem dan floem masing-masing preparat?  
Bertipe apakah ikatan pembuluh angkut masing-masing preparat tersebut?

## B. Organ Tumbuhan

Organ pada tumbuhan terdiri dari akar, batang, daun, bunga dan buah termasuk biji.

### 1. Akar

#### a. Fungsi akar

Fungsi akar, yaitu:

- 1) Menyerap air dan hara tanah.
- 2) Memperkokoh berdirinya batang.
- 3) Menyimpan cadangan makanan.
- 4) Alat perkembangbiakan vegetatif.
- 5) Tempat melekatkan tubuh tumbuhan pada tanah atau substrat tempatnya.

#### b. Sistem perakaran

Sistem perakaran pada tanaman ada 3, yaitu:

- 1) Sistem perakaran tunggang, terdiri atas sebuah akar besar dengan beberapa cabang dan ranting akar. Akar berasal dari perkembangan akar primer biji yang berkecambah.  
Perakaran tunggang terdapat pada tumbuhan dikotil.

- 2) Sistem perakaran serabut, terdiri atas sejumlah akar kecil, ramping yang ke semuanya memiliki ukuran sama. Sistem perakaran serabut terbentuk pada waktu akar primer membentuk cabang sebanyak-banyaknya, cabang tidak menjadi besar, dan akar primer selanjutnya mengecil, tipe perakaran serabut terdapat pada akar tanaman monokotil.
- 3) Sistem perakaran adventif, merupakan akar yang tumbuh dari setiap bagian tubuh tanaman dan bukan akar primer. Misalnya akar yang keluar dari umbi batang, akar yang keluar dari batang (cangkokan).

### Tahukah kamu?

Suatu tumbuhan memiliki lebih banyak rambut akar daripada akar. Tumbuhan Rye yang mempunyai 14.000.000 akar. 14.000.000.000 rambut akar. Rambut akar ini sangat berguna untuk memperbesar luas permukaan akar karena rambut akar adalah bagian akar yang mengumpulkan zat makanan yang utama.

**Sumber:** Indonesian Heritage jilid 4, 2002

#### c. Struktur akar

Struktur akar dari luar ke dalam adalah sebagai berikut:

##### 1) Epidermis

Terdiri atas selapis sel dan tersusun rapat tanpa rongga antarsel. Sel epidermis berdinding tipis. Sel-sel epidermis yang dekat ujung akar mempunyai beberapa bulu akar untuk memperluas bidang penyerapan. Epidermis berfungsi sebagai pelindung dan penerus air ke bagian dalam akar.

##### 2) Korteks

Terdiri atas beberapa lapis sel berdinding tipis dan tidak banyak ruang antarsel yang berguna untuk pertukaran zat, juga sebagai tempat cadangan makanan.

##### 3) Endodermis

Terdiri atas selapis sel, kebanyakan sel-selnya berdinding tebal dengan berlapiskan zat gabus. Endodermis mengatur masuk keluarnya bahan ke dan dari akar.

##### 4) Stele (silinder pusat)

Terdiri dari perisikel, xilem, dan floem. Stele terletak di sebelah dalam endodermis. Pada akar monokotil antara xilem dan floem tidak terdapat kambium, sedangkan pada akar dikotil antara xilem dan floem terdapat kambium, letak xilem dan floem berseling-seling menurut arah jari-jari. Lapisan paling tepi dari silinder pusat disebut *perisikel* atau *perikambium*.

Akar pada berbagai golongan tumbuhan mempunyai ciri khas seperti dalam Tabel 2.1 berikut

**Tabel 2.1 Ciri khas akar pada berbagai golongan tumbuhan**

Golongan tumbuhan	Ciri khas
Bryophyta (lumut)	Akar berupa rizoid
Pterydophyta (paku)	Akarnya serabut, xilem dan floem bertipe konsentris (xilem terdapat di tengah dikelilingi oleh floem)
Gymnospermae (berbiji terbuka)	Akarnya tunggang
Angiospermae (berbiji tertutup)	
• Monokotil (berkeping satu)	Akarnya serabut, mempunyai endodermis dan perisikel, tetapi tidak berkambium
• Dikotil (berkeping dua)	Akarnya tunggang mempunyai endodermis, perisikel, dan kambium

Latihan berikut ini akan mengembangkan **kecakapan akademik** dan agar kalian mampu **berpikir kritis**.

### Latihan

Tulislah ciri khas dari setiap jaringan yang menyusun akar, baik akar tanaman monokotil maupun akar tanaman dikotil. Lengkapilah dengan gambaranya!

## 2. Batang

### a. Fungsi batang

Fungsi batang, yaitu:

- 1) Alat transportasi zat makanan dari akar ke daun, dan hasil asimilasi dari daun ke seluruh bagian tumbuhan
- 2) Alat perkembangbiakan vegetatif
- 3) Menyimpan cadangan makanan
- 4) Tempat tumbuhnya daun, cabang dan bunga

### b. Struktur batang

Struktur batang dari luar ke dalam sebagai berikut:

#### 1) Epidermis

Terdiri atas selapis sel yang tersusun rapat dan tidak mempunyai ruang antarsel. Epidermis yang terdapat di atas permukaan sering dilapisi kutikula.

Jika pada batang terjadi pertumbuhan sekunder, epidermis akan pecah dan terbentuk lapisan gabus yang sering kali juga pecah sehingga membentuk lentisel.

2) *Korteks*

Sel-selnya tidak tersusun rapat sehingga banyak ruang antarsel yang penting untuk pertukaran gas.

3) *Endodermis*

Tersusun atas selapis sel yang mempunyai bentuk khas. Pada Angiospermae sel-sel endodermis mengandung banyak tepung yang sering disebut sebagai sarung tepung.

4) *Stele (silinder pusat)*

Di dalam stele terdapat jaringan partikel empulur, dan pembuluh angkut.

Batang pada berbagai golongan tumbuhan mempunyai ciri khas seperti dalam Tabel 2.2 berikut.

**Tabel 2.2 Ciri khas batang pada berbagai golongan tumbuhan**

Golongan tumbuhan	Ciri khas
Bryophyta (lumut) Pterydophyta (paku) Gymnospermae (berbiji terbuka) Angiospermae (berbiji tertutup) • Monokotil (berkeping satu) • Dikotil (berkeping dua)	Tidak mempunyai xilem dan floem Umumnya tidak mempunyai endodermis Berkambium dan tidak mempunyai endodermis  Tidak berkambium mempunyai endodermis dan perisikel Berkambium, mempunyai endodermis dan perisikel

**3. Daun**

**a. Fungsi daun**

Fungsi daun, yaitu:

- 1) Tempat berlangsungnya fotosintesis
- 2) Tempat menyimpan bahan makanan
- 3) Pada tumbuhan tertentu sebagai alat perkembangan vegetatif
- 4) Alat evaporasi (penguapan)
- 5) Respirasi (melalui stomata)
- 6) Menyerap energi cahaya matahari

### **b. Struktur daun**

Struktur anatomi daun adalah sebagai berikut:

1) *Epidermis*

Epidermis daun tertutup oleh lapisan kutikula yang berfungsi untuk mencegah terjadinya penguapan yang terlalu besar.

Pada epidermis terdapat stomata atau mulut daun yang berfungsi untuk melaksanakan fungsi pertukaran gas.

2) *Mesofil*

Mesofil terdiri atas jaringan palisade yang mempunyai banyak kloroplas dan jaringan bunga karang.

3) *Ikatan pembuluh*

Ikatan pembuluh daun membentuk tulang daun. Tulang daun terdiri atas xilem dan floem. Ikatan pembuluh akan berakhir di ujung daun berupa celah kecil yang disebut hidatoda.

Daun pada berbagai golongan tumbuhan mempunyai ciri khas seperti dalam Tabel 2.3 berikut.

**Tabel 2.3 Ciri khas daun pada berbagai golongan tumbuhan**

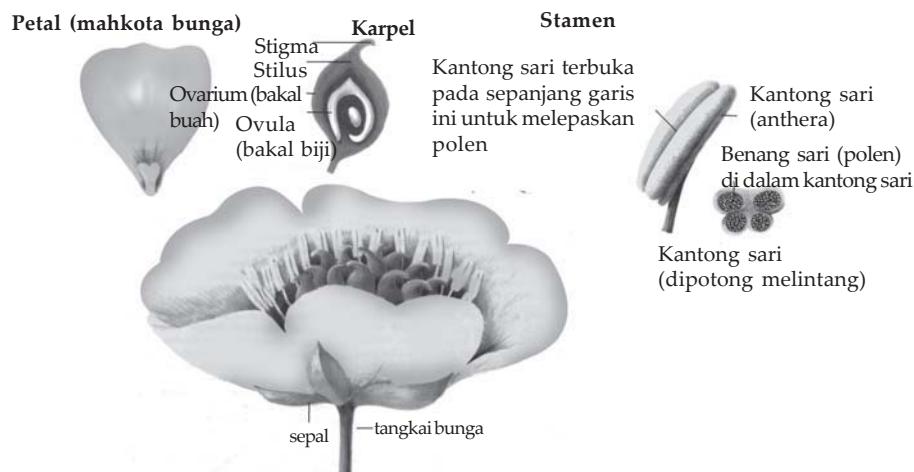
Golongan tumbuhan	Ciri khas
Bryophyta (lumut) Pterydophyta (paku)	Berklorofil Ada 4 jenis daun, yaitu: 1. Mikrofil = daun berukuran kecil 2. Makrofil = daun berukuran besar 3. Tropofil = daun untuk fotosintesis 4. Sporofil = daun penghasil spora Daun lancip seperti jarum dan berukuran kecil-kecil
Gymnospermae (berbiji terbuka) Angiospermae (berbiji tertutup) • Monokotil (berkeping satu) • Dikotil (berkeping dua)	Berbentuk pita, dengan susunan tulang-tulang daun sejajar Susunan tulang-tulang daun menyirip atau menjari

## 4. Bunga

### a. Fungsi bunga

Fungsi bunga, yaitu:

Sebagai alat pembentuk sel kelamin.



Gambar 2.3 Bunga lengkap

Sumber: Oxford Ensiklopedi Pelajar Jilid 2, 2005 : 89

### b. Pembagian bunga

Bunga dapat dibagi menjadi:

- 1) *Bunga lengkap* adalah bunga yang memiliki perhiasan bunga dan alat pembiak.
  - a) Perhiasan bunga, terdiri dari :  
Periantum yang terdiri dari: calyx (kelopak bunga), corolla (mahkota bunga). Perigonium yaitu bunga yang memiliki calyx dan corolla dengan warna yang sama.
  - b) Alat pembiak, terdiri dari:
    - (1) Pistilum (putik) alat pembiak betina, karena membentuk ovum.
    - (2) Stamen (benang sari) alat pembiak jantan, karena menghasilkan sperma.
- 2) *Bunga tidak lengkap* adalah bunga yang tidak mempunyai perhiasan bunga atau alat pembiak, dapat dibedakan menjadi:
  - a) Bunga telanjang yaitu bunga yang tidak memiliki perhiasan bunga.
  - b) Bunga mandul yaitu bunga yang tidak mempunyai alat pembiak.

**Berdasarkan kelengkapan alat pembiak, bunga dibagi menjadi:**

- 1) *Bunga biseksualis*: bunga hermafrodit/bunga sempurna: bunga yang mempunyai benang sari dan putik.
- 2) *Bunga uniseksualis*: bunga yang mempunyai benang sari saja atau mempunyai putik saja.

Dibagi menjadi:

- a) Berumah satu (monoesius) bunga jantan dan bunga betina terdapat pada satu tumbuhan.
- b) Berumah dua (dioesius) bunga jantan dan bunga betina tidak terdapat dalam satu tumbuhan.
- 3) *Bunga jantan*: bunga yang hanya mempunyai benang sari saja.
- 4) *Bunga betina*: bunga yang hanya mempunyai putik saja.

Pada Tugas 2.1 berikut ini akan menumbuhkan **rasa ingin tahu, kecakapan personal dan akademik, dan bersyukur pada Tuhan YME** yang telah menciptakan keanekaragaman pada bunga.

### **Tugas 2. I**

Amatilah bunga-bunga di sekitar kalian, datalah yang termasuk: bunga lengkap, bunga tidak lengkap, bunga biseksualis, bunga monoesius, bunga dioesius, bunga jantan, bunga betina!

## **5. Buah**

Melekatnya serbuk sari di atas kepala putik → penyerbukan → pembuahan → bakal buah dan biji berkembang menjadi buah.

Biji yang mengandung embrio/lembaga berfungsi sebagai alat perkembangbiakan bagi tumbuhan.

**Macam-macam buah adalah:**

- a. Buah tunggal: buah yang dibentuk oleh hanya satu bakal buah, contoh: buah mangga dan pepaya.
- b. Buah agregat: buah yang dibentuk oleh banyak bakal buah dari satu bunga, contoh: buah murbai.
- c. Buah majemuk (buah berganda): buah yang dibentuk oleh banyak bakal buah dari banyak bunga, contoh: buah nanas, nangka dan keluwih.



C.

## Teknologi Kultur Jaringan

### 1. Sifat Totipotensi pada Tumbuhan

Sel tumbuhan mempunyai kemampuan untuk tumbuh menjadi tanaman yang sempurna bila diletakkan dalam lingkungan yang sesuai. Kemampuan semacam itu dinamakan totipotensi. Totipotensi dikembangkan sebagai dasar dalam pengembangan tumbuhan secara invitro atau kultur jaringan.

Menurut Suryowinoto (1991) kultur berarti budidaya dan jaringan adalah sekelompok sel yang mempunyai bentuk dan fungsi yang sama karena itu kultur jaringan berarti membudidayakan suatu jaringan tanaman menjadi tanaman baru yang mempunyai sifat seperti induknya.

Sedangkan budidaya tanaman yang dilaksanakan dalam suatu wadah (kontainer) atau botol-botol dengan media khusus dan alat-alat serba steril dinamakan invitro.

Tanaman-tanaman yang direkayasa reproduksi melalui kultur jaringan umumnya tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi seperti anggrek, tembakau, karet, cokelat dan kopi.

### 2. Beberapa Teknik Kultur Jaringan

- a. *Meristem culture*, budidaya jaringan dengan menggunakan eksplan dari jaringan muda atau meristem.
- b. *Pollen culture/anther culture*, menggunakan eksplan dari pollen atau benang sari.
- c. *Protoplas culture*, menggunakan eksplan dari protoplas.
- d. *Chloroplas culture*, menggunakan kloroplas untuk keperluan fusi protoplas.
- e. *Somatic cross* (bilangan protoplas/fusi protoplas), menyilangkan dua macam protoplas, kemudian dibudidayakan hingga menjadi tanaman kecil yang mempunyai sifat baru.

### 3. Manfaat Teknik Kultur Jaringan

Beberapa manfaat teknik kultur jaringan adalah sebagai berikut:

- a. Untuk menghasilkan tanaman baru dalam jumlah besar dalam waktu singkat dengan sifat dan kualitas sama dengan induknya.
- b. Mendapatkan tanaman yang bebas dari virus dan penyakit.

- c. Menciptakan varietas baru, yaitu dengan cara menggabungkan plasma dari sel-sel yang berbeda dalam satu spesies lalu menumbuhkannya melalui kultur jaringan.
- d. Melestarikan jenis tanaman yang hampir punah.
- e. Mempertahankan keaslian sifat-sifat tanaman.

Pada Tugas 2.2 berikut akan merangsang kalian untuk **berpikir kritis**, mencari **informasi lebih jauh**, dan mengembangkan **kecakapan personal dan akademik**.

## Tugas 2.2

Melalui kajian literatur, tulislah mengapa totipotensi tumbuhan dijadikan dasar teknik kultur jaringan?

Sertakan sumber-sumber literatur yang kalian kaji dalam laporan kalian!

### Rangkuman

- 1. Jaringan adalah kumpulan sel yang mempunyai bentuk dan fungsi yang sama.
- 2. Berdasarkan kemampuannya memperbanyak diri jaringan tumbuhan dibagi menjadi:
  - a. Jaringan meristem
    - Berdasar letaknya dibedakan:
      - 1) Meristem apikal
      - 2) Meristem lateral
      - 3) Meristem interkalar
    - b. Jaringan permanen
      - Berdasarkan fungsinya dibedakan:
        - 1) Jaringan epidermis/jaringan pelindung
        - 2) Jaringan perenkim/jaringan dasar
        - 3) Jaringan penyokong/jaringan penunjang
        - 4) Jaringan pengangkut
  - 3. Organ tumbuhan terdiri dari akar, batang, daun, bunga, dan buah.
  - 4. Kultur jaringan adalah membudidayakan suatu jaringan tanaman menjadi tanaman baru yang mempunyai sifat seperti induknya.



## Evaluasi

**A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, d, atau e!**

1. Jaringan yang terdapat pada ujung-ujung tanaman (titik tumbuh) adalah ....
  - a. jaringan epidermis
  - b. jaringan endodermis
  - c. jaringan parenkim
  - d. jaringan penunjang
  - e. jaringan meristem
2. Aktivitas meristem primer akan mengakibatkan ....
  - a. bertambah panjangnya akar dan batang
  - b. membesarnya akar dan batang
  - c. terbentuknya pembuluh kayu
  - d. terbentuknya pembuluh kulit kayu
  - e. terbentuknya xilem dan floem
3. Beberapa jaringan pada tumbuhan adalah ....
  1. *Epidermis*
  2. *Sklerenkim*
  3. *Kambium*
  4. *Xilem*
  5. *Palisade*Jaringan yang hanya terdapat pada daun adalah ....
  - a. 1, 2, dan 3
  - b. 1, 3, dan 4
  - c. 1, 3, dan 5
  - d. 1, 4, dan 5
  - e. 2, 3, dan 5
4. Yang bukan jaringan penyusun akar tanaman monokotil adalah ....
  - a. epidermis
  - b. kambium ikatan pembuluh
  - c. korteks
  - d. perisikel
  - e. endodermis

5. Yang merupakan jaringan dewasa adalah ....
  - a. felogen
  - b. histogen
  - c. meristem primer
  - d. meristem apikal
  - e. meristem sekunder
6. Terbentuknya lingkaran tahun merupakan hasil aktivitas jaringan ....
  - a. kambium
  - b. meristem
  - c. histogen
  - d. felogen
  - e. dermatogen
7. Pembentukan akar cabang pada tumbuhan dikotil terjadi karena aktivitas ....
  - a. floem
  - b. endodermis
  - c. parenkim
  - d. perisikel
  - e. korteks
8. Fungsi kambium intravaskuler adalah ....
  - a. ke luar membuat floem, ke dalam membuat xilem
  - b. ke luar membuat korteks, ke dalam membuat kayu
  - c. ke luar membuat kulit, ke dalam membuat kayu
  - d. ke luar membuat korteks, ke dalam membuat xilem
  - e. ke luar membuat xilem, ke dalam membuat floem
9. Pernyataan berikut merupakan ciri jaringan epidermis, *kecuali* ....
  - a. sel-selnya berbentuk seperti balok
  - b. dilengkapi lapisan lilin
  - c. bermodifikasi menjadi stomata
  - d. mengandung banyak kloroplas
  - e. sel-selnya tersusun rapat
10. Sel pengiring terdapat pada jaringan ....
  - a. xilem
  - b. parenkim
  - c. floem
  - d. empulur
  - e. jari-jari empulur

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan ini dengan benar dan jelas!**

1. Sebutkan ciri-ciri jaringan epidermis!
2. Jelaskan sistem perakaran tunggang maupun serabut pada tumbuhan!
3. Sebutkan fungsi akar, batang, daun, bunga, dan buah pada tumbuhan!
4. Jelaskan perbedaan kultur jaringan dengan invitro!
5. Sebutkan manfaat kultur jaringan!

Tugas ini akan menumbuhkan **semangat kewirausahaan, etos kerja, semangat kreatif**, serta mengembangkan **kecakapan sosial** dan **akademik**.

**Tugas Portofolio**

Berekspresikanlah untuk membudidayakan tanaman lewat kultur jaringan maupun invitro! Buatlah laporannya! Kerjakan secara berkelompok!

## Bab III

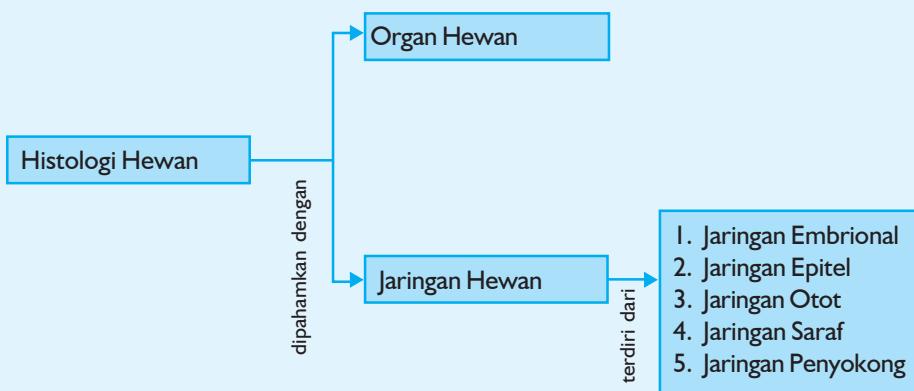
# Histologi Hewan

Sumber gambar: CD Image

### Tujuan Pembelajaran:

Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat mendeskripsikan jaringan dan organ yang digunakan hewan Vertebrata untuk kelangsungan hidupnya.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab III:

1. Jaringan
2. Organ



**Gambar 3.1** Organ-organ monyet digunakan untuk beraktivitas

Sumber: CD Image

Burung bisa terbang, kuda bisa lari kencang, monyet bisa meloncat-loncat riang itu semua karena jaringan-jaringan tubuh mereka berkoordinasi membentuk organ. Organ-organ mereka bisa digunakan secara lincah untuk beraktivitas.

## A. Jaringan Hewan

Kumpulan sel yang mempunyai bentuk dan fungsi sama akan membentuk jaringan. Semua seluk-beluk jaringan dikaji khusus dalam cabang biologi yang disebut histologi.

Jaringan pembentuk organ manusia dan hewan terdiri atas jaringan embrional, jaringan epitel, jaringan otot, jaringan saraf, jaringan penyokong.

### 1. Jaringan Embrional

Jaringan embrional merupakan jaringan muda yang sel-selnya selalu mengadakan pembelahan. Merupakan hasil pembelahan sel zigot.

#### Proses terbentuknya:

Pada awal terbentuknya embrio, sel-sel penyusunnya mempunyai bentuk sama, namun dalam perkembangan selanjutnya, sel-sel tersebut akan membelah dan akan mengalami perubahan menjadi bermacam-macam bentuk maupun fungsinya yang dikenal dengan *spesialisasi*.

Hasil dari proses spesialisasi tersebut antara lain dihasilkan lapisan jaringan embrional.

Berdasarkan jumlah lapisan embrionya, hewan dibagi menjadi:

- a. Hewan diploblastik, yaitu hewan yang embrionya terdiri atas 2 lapis.  
Contoh: Coelenterata, tidak mempunyai mesoderm.
- b. Hewan triploblastik, yaitu hewan yang embrionya terdiri atas 3 lapis.  
Contoh: cacing tanah, siput, Arthropoda, dan Chordata.  
Lapisannya, yaitu: ektoderm (lapisan luar), mesoderm (lapisan tengah), dan entoderm (lapisan dalam).

### 2. Jaringan Epitel

Seperti jaringan epidermis pada tumbuhan, jaringan epitel merupakan jaringan yang melapisi atau menutup permukaan tubuh, organ tubuh, rongga tubuh, atau permukaan saluran tubuh hewan.

#### Macam-macam jaringan epitel

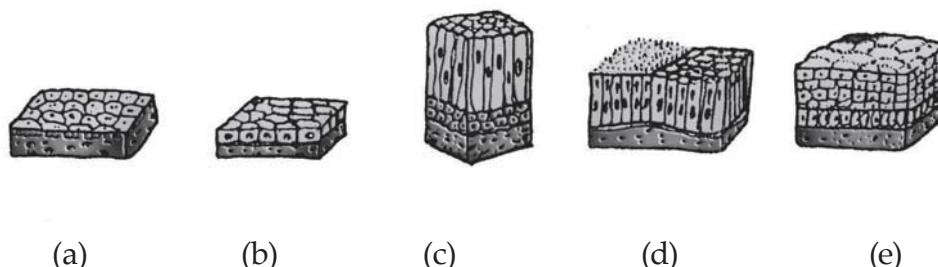
##### a. Berdasarkan fungsi

- 1) *Epitel pelindung*, untuk melindungi jaringan yang terdapat di bawahnya.  
Contoh: epidermis (kulit).

- 2) *Epitel kelenjar*, untuk sekresi.
  - a) Kelenjar eksokrin: hasil sekresinya dialirkan melalui saluran, misalnya kelenjar keringat, kelenjar ludah.
  - b) Kelenjar endokrin: hasil sekresinya tidak dialirkan melalui saluran, tetapi langsung ke darah, misalnya: kelenjar tiroid, kelenjar adrenal, dan kelenjar hormon yang lain.
- 3) *Epitel penyerap*, untuk penyerapan. Contoh: epitel usus halus dan epitel nefron ginjal.
- 4) *Epitel indra*, untuk menerima rangsangan dari luar.  
Contoh: epitel di sekitar alat-alat indra.

**b. Berdasarkan bentuk dan susunan**

- 1) *Epitel pipih selapis*, terdiri atas satu lapis sel berbentuk pipih. Contoh: epitel peritonium, epitel pembuluh darah, dan pembuluh limfa yang disebut juga endotel.
- 2) *Epitel pipih berlapis banyak*, terdiri atas banyak sel dan lapisan bagian luarnya dibentuk oleh sel-sel berbentuk pipih. Contoh: epitel kulit telapak kaki, epitel rongga mulut, dan rongga hidung.
- 3) *Epitel kubus selapis*, terdiri atas satu lapis sel berbentuk kubus. Contoh: epitel nefron ginjal.
- 4) *Epitel silindris selapis*, terdiri atas satu lapis sel berbentuk silindris. Contoh: epitel pada usus (intestinum) dan lambung (ventrikulus).



**Gambar 3.2** Macam-macam jaringan epitel:(a) epitel pipih selapis  
(b) epitel kubus selapis, (c) epitel silindris berlapis (d) epitel silindris selapis bersilia, (e) epitel kubus berlapis banyak

Sumber: Dokumentasi Penerbit

### 3. Jaringan Otot

Jaringan otot berfungsi sebagai alat gerak aktif. Jaringan otot tersusun atas sel-sel otot yang tugasnya menggerakan berbagai bagian tubuh. Kemampuan menggerakkan berbagai organ tubuh ini disebabkan kemampuan jaringan otot untuk berkontraksi.

Kemampuan kontraksi ini sangat dimungkinkan karena sel-sel otot mengandung protein kontraksi yang memanjang dan mengandung serabut-serabut halus disebut miofibril. Miofibril terdiri atas protein miosin dan aktin. Pada Vertebrata dikenal 3 macam jaringan otot, yaitu:

**a. Otot polos**

Mempunyai miofibril yang homogen, merupakan otot tidak sadar, terdapat pada dinding saluran pencernaan dan dinding pembuluh darah.

**b. Otot lurik**

Mempunyai miofibril yang heterogen, merupakan otot sadar berinti lebih dari satu yang terletak di bagian pinggir, terdapat pada rangka.

**c. Otot jantung**

Mempunyai miofibril yang heterogen, tetapi tergolong dalam otot tak sadar, serabut-serabut ototnya dapat bercabang-cabang, intinya satu terletak di tengah-tengah.

Secara ringkas ketiga otot di atas dapat dibandingkan seperti Tabel di bawah ini:

**Tabel Perbedaan otot polos, otot lurik, dan otot jantung**

Pembeda	Otot polos	Otot lurik	Otot jantung
Tempat	Dinding jerohan	Melekat pada rangka	Dinding jantung
Bentuk serabut	Memanjang, berbentuk, ujung lancip	Memanjang, silindris, ujung tumpul	Memanjang, silindris, bercabang dan menyatu

**Tahukah kamu?**

Niels Stensen, seorang ilmuwan Denmark (1638-1686) yang menjadi mahasiswa di kota Copenhagen, Amsterdam, dan Leiden.

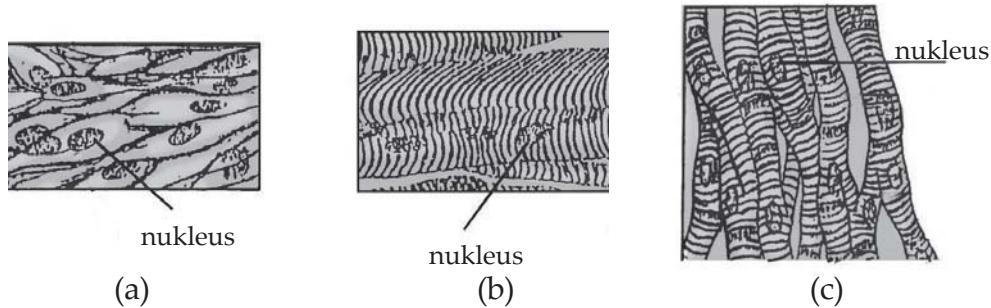


**Gambar 3.3**  
Niels Stensen

Ia melakukan penelitian-penelitian mikroskopik mengenai otot-otot dan menyadari bahwa kontraksi otot disebabkan oleh pemendekan bersama ribuan serabut-serabut tipis dan kecil yang tersusun dalam tiap otot yang utuh. Di samping 5 bukunya mengenai anatomi, ia merupakan ahli cemerlang dan "Bapak Ilmu Geologi".

Sumber: Jendela Iptek jilid 9, 2001: 20

Jumlah nukleus	Satu	Banyak	Satu
Letak nukleus	Tengah	Tepi	Tengah
Garis melintang	Tidak ada	Ada	Ada
Kecepatan kontraksi	Paling lambat	Paling cepat	Sedang
Kemampuan berkontraksi	Lama	Sebentar	Sedang
Tipe kontrol	Tidak menurut kehendak	Menurut kehendak	Tidak menurut kehendak



Sumber: Dokumentasi Penerbit

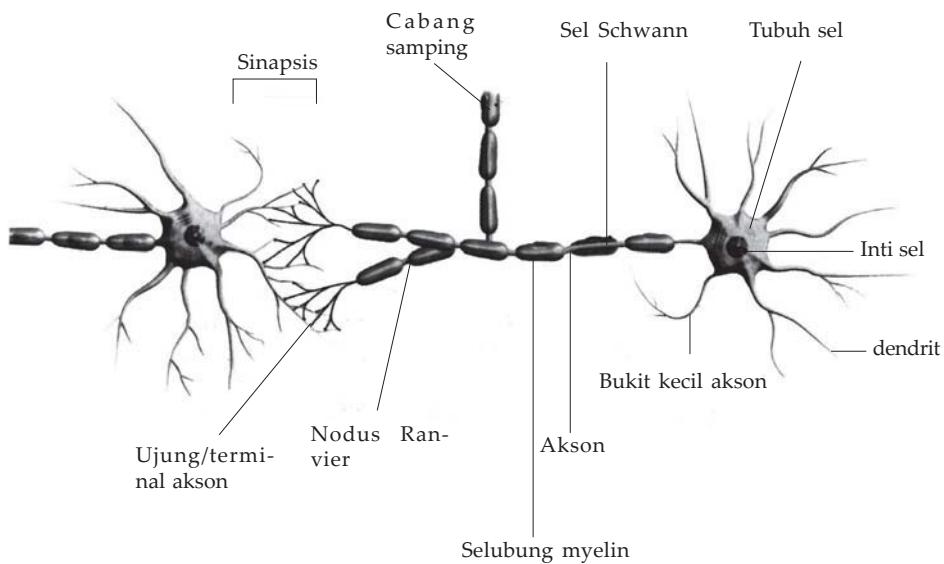
**Gambar 3.4** Macam-macam otot: (a) otot polos, (b) otot lurik (c) otot jantung

#### 4. Jaringan Saraf

Jaringan saraf tersusun atas sel-sel saraf atau neuron. Jaringan saraf berfungsi untuk mengatur dan mengkoordinasi segala aktivitas tubuh. Sel saraf terdiri atas badan sel yang memiliki banyak cabang. Cabang-cabang inilah yang menghubungkan sel saraf yang satu dengan sel saraf lainnya sehingga terbentuk jaringan saraf.

Ada tiga macam sel saraf, yaitu sel saraf motorik, sel saraf sensorik, dan sel saraf penghubung. Jaringan saraf terdapat di otak, sumsum tulang belakang, dan di urat saraf.

Sel saraf mempunyai kemampuan iritabilitas dan konduktivitas. Iritabilitas, yaitu kemampuan sel saraf untuk merespon terhadap perubahan lingkungan. Konduktivitas merupakan kemampuan jaringan saraf membawa impuls-impuls saraf atau pesan.



**Gambar 3.5 Neuron (sel saraf)**

Sumber: Kamus visual, 2004 : 168

### Neuron terdiri atas:

- Dendrit**, yaitu jalur sitoplasma yang relatif pendek dari badan sel yang berfungsi membawa rangsangan ke badan sel.
- Badan sel**, yaitu bagian sel saraf yang mengandung inti (nukleus) dengan nukleolus di tengahnya.

Sitoplasmanya bergranula, berasal dari retikulum endoplasma yang disebut Badan Nissl. Badan sel saraf terletak di pusat saraf dan di ganglion. Ganglion adalah kumpulan badan sel saraf. Ganglion terletak di tempat-tempat tertentu, seperti di kiri dan kanan sumsum tulang belakang.

- Neurit (akson)**, yaitu jalur sitoplasma yang panjang dari badan sel yang berfungsi membawa rangsangan dari badan sel ke neuron lain.

### Tahukah kamu?

Lebih kurang 50.000 km saraf melintas di seluruh tubuh. Sistem ini memiliki 2 bagian utama. Otak dan saraf spinal membentuk sistem saraf pusat, dan sisanya berupa jaringan saraf di seluruh tubuh adalah sistem kedua yang disebut sistem saraf perifer. Sistem saraf perifer memiliki 2 tipe saraf, yaitu sensorik dan motorik. Saraf sensorik membawa pesan-pesan ke otak dari mata, telinga, kulit, dan organ-organ sensor lainnya. Saraf motorik membawa sinyal dari otak ke otot-otot untuk membuat tubuh bergerak.

Sumber: Jendela Iptek jilid 9, 2001: 58

Neurit memiliki selubung yang terdiri dari selubung myelin dan selubung neurilema.

- 1) **Selubung myelin** merupakan selubung yang langsung membungkus neurit. Berfungsi sebagai isolator dan juga berperan sebagai nutritif terhadap neurit.

Selubung myelin tidak membungkus neurit secara kontinu tetapi membuat interval antara 80 - 600 mikron, membentuk nodus ranvier. Di daerah interval ini neurit tidak memiliki selubung myelin, tapi langsung dibungkus oleh selubung Schwann.

- 2) **Selubung neurilema** (selubung Schwann) terdiri dari sel-sel Schwann yang menghasilkan myelin.

Berfungsi dalam regenerasi neurit dan dendrit yang rusak.

Antara neuron satu dengan neuron yang lain saling berhubungan. Tempat hubungan itu disebut sinapsis.

## 5. Jaringan Penyokong

Sering disebut jaringan ikat, jaringan penguat atau jaringan penunjang.

**Fungsi jaringan penyokong adalah:**

- a. Mengikat atau menghubungkan antara satu jaringan dengan jaringan lain.
- b. Menyokong fungsi organ-organ tertentu.
- c. Memberi kekuatan bantuan dan perlindungan kepada bagian-bagian lemah pada tubuh.

**Ada bermacam-macam jaringan ikat antara lain:**

- a. Jaringan ikat kendur atau longgar, memiliki banyak macam elemen selular, serabut kolagen, retikulum dan elastis. Terdapat pada bagian sub mukosa saluran pencernaan.
- b. Jaringan ikat padat, disusun oleh serabut kolagen dan fibroblast.
- c. Jaringan lemak (adiposum) disusun oleh sel-sel lemak, fibroblast khusus menyimpan lemak dalam jumlah besar di dalam vakuola sitoplasmanyanya.
- d. Jaringan tulang rawan, adalah kerangka penyangga terhadap embrio dari semua vertebrata. Sel-selnya disebut kondrosit, mengandung sejumlah besar karbohidrat dan protein yang disebut kondratin, yang muda disebut kondroblast.

- e. Jaringan tulang, terdiri atas matriks yang padat terbuat dari protein, terutama kolagen dan garam kalsium dalam bentuk  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  dan  $\text{CaCO}_3$ . Kira-kira 64% tulang terdiri atas garam ini. Sel-sel tulang yang sudah tua disebut osteosit, sedangkan yang muda disebut osteoblast.
- f. Jaringan darah, matriksnya berupa cairan yang disebut plasma darah. Sebagian besar terdiri dari air yang melarutkan zat-zat organik, garam-garam anorganik ( $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaCl}_2$ ).
  - 1) Sel darah merah (eritrosit) bentuk seperti cakram, tidak berinti, mengandung hemoglobin (Hb).
  - 2) Sel darah putih (leukosit) meliputi:
    - a) Agranuler terdiri dari:
      - (1) Limfosit, ukuran inti besar, mempunyai kromatin yang padat.
      - (2) Monosit, ukuran inti lebih kecil, bentuk seperti ginjal, kromatin tidak begitu padat.
    - b) Granuler meliputi:
      - (1) Eosinofil, mampu menyerap zat warna eosin.
      - (2) Basofil, menyerap zat warna basa.
      - (3) Neutrofil, bersifat netral.
  - 3) Trombosit atau keping-keping darah, berfungsi dalam pembekuan darah.
- g. Jaringan limfa dan getah bening, sebenarnya getah bening merupakan bagian dari darah yang keluar dari pembuluh darah. Komponen utamanya berupa air, yang di dalamnya terlarut glukosa, lemak, dan garam. Komponen selulernya berupa limfosit dan granulosit, di mana keduanya merupakan bagian dari sel darah putih.

Lakukan percobaan berikut ini yang akan mengembangkan **etos kerja, rasa ingin tahu, kecakapan personal dan vokasional kalian!**

### Percobaan

**Tujuan:** Mendeskripsikan bermacam-macam jaringan ikat.

**Alat dan Bahan:**

Alat : Mikroskop, gelas penutup, gelas benda.

Bahan : Preparat awetan jaringan lemak, jaringan tulang rawan, jaringan, tulang, jaringan darah, jaringan ikat longgar, jaringan ikat padat, jaringan limfa, kertas kerja.

**Cara Kerja:**

1. Siapkan mikroskop!
2. Amatilah preparat awetan di bawah mikroskop dengan perbesaran  $10 \times 10!$
3. Gambarlah pada kertas kerja kalian!
4. Deskripsikan masing-masing preparat jaringan!

**B. Organ Hewan**

Organ terbentuk dari beberapa jaringan yang saling bekerja sama melaksanakan fungsi tertentu.

Berdasarkan letaknya, organ dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Organ luar : tangan, kaki, hidung, mulut, telinga, mata.
2. Organ dalam : hati, ginjal, usus, jantung, paru-paru.

Adanya berbagai jaringan yang berkumpul membentuk suatu organ tertentu, memungkinkan suatu organ mempunyai kemampuan melaksanakan fungsi hidup yang beranekaragam. Makin tinggi derajat suatu hewan, makin banyak organ tubuh yang dimilikinya. Hal ini bertujuan untuk efisiensi kerja, karena dengan banyaknya organ tubuh maka pembagian kerja akan semakin efektif. Dalam pembahasan organ ini akan kita lihat salah satu contohnya adalah usus halus (*small intestine*).

Organ ini terdiri atas empat lapisan yang terbentuk oleh kurang lebih enam atau tujuh jaringan yang berbeda.

Bagian yang paling dalam berupa lapisan mukosa. Lapisan ini disusun oleh epitelium kolumnar sederhana. Fungsinya untuk pencernaan makanan dan absorpsi sari-sari makanan. Lapisan yang sebelah luarnya berupa lapisan sub mukosa yang terdiri atas jaringan penunjang, yaitu pembuluh darah, pembuluh limpa dan serabut-serabut saraf. Fungsinya untuk mentransfer nutrien dari mukosa ke aliran darah dan limpa untuk selanjutnya didistribusikan ke bagian tubuh yang lainnya. Lapisan ketiga adalah lapisan muscularis yang disusun oleh jaringan otot yaitu otot polos. Lapisan ini berperan di dalam gerakan-gerakan pencernaan makanan. Lapisan yang paling luar adalah serosa. Terdiri dari jaringan fibroblastik yang berada pada sub lapisan dalam dan sub lapisan luar terdiri atas epitelium squamosa.

Lapisan ini sebagai pembatas corong pencernaan dan sekaligus sebagai penghubung terhadap membran yang berhubungan dengan intestine. Seluruh komponen jaringan usus halus tadi secara bersamaan membentuk satu fungsi, yaitu proses makanan.

Jadi dengan demikian usus halus itu merupakan suatu organ.

Suatu organ yang bekerja sama dengan organ-organ yang lainnya dengan membentuk suatu fungsi yang lebih kompleks disebut dengan sistem organ sebagai contoh adalah organ-organ yang bekerja sama dengan usus halus dalam proses makanan adalah mulut, lambung, hati, pankreas, kelenjar ludah, usus besar, dan lain-lainnya membentuk suatu sistem yang disebut sistem pencernaan.

Dalam tubuh Vertebrata terdapat 10 sistem organ yaitu: sistem integumen, sistem sirkulasi, sistem pernapasan, sistem ekskresi, sistem pencernaan, sistem skeleton, sistem otot, sistem reproduksi, sistem endokrin, sistem saraf.

Kerjakan tugas berikut yang akan mengembangkan kecakapan akademis kalian!

### Tugas

1. Datalah berbagai macam jaringan pada hewan, pembentuk organ apakah jaringan tersebut?
2. Datalah juga berbagai macam organ pada hewan, pembentuk sistem organ apakah jaringan tersebut?

### Rangkuman

1. Jaringan merupakan kumpulan sel yang mempunyai bentuk dan fungsi sama.
2. Jaringan pembentuk organ manusia dan hewan terdiri atas jaringan embrional, jaringan epitel, jaringan otot, jaringan saraf, dan jaringan penyokong.
3. Suatu organ yang bekerjasama dengan organ-organ yang lainnya dengan membentuk suatu fungsi yang lebih kompleks disebut dengan sistem organ.
4. Sistem organ pada hewan yaitu sistem integumen, sistem sirkulasi, sistem pernapasan, sistem ekskresi, sistem pencernaan, sistem skeleton, sistem otot, sistem reproduksi, sistem endokrin, sistem saraf.



## Evaluasi

A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, d, atau e!

1. Jaringan embrional yang terdiri atas tiga lapis disebut triploblastik. Lapisan jaringan tersebut urut dari luar ke dalam adalah ....
  - a. mesoderm - ektoderm - entoderm
  - b. ektoderm - mesoglea - entoderm
  - c. ektoderm - mesoderm - entoderm
  - d. entoderm - mesoderm - ektoderm
  - e. mesoglea - mesoderm - entoderm
2. Epitel yang melapisi kapiler darah, glomerulus, nefron dan alveolus paru-paru berbentuk ....
  - a. kubus berlapis tunggal
  - b. silindris berlapis banyak
  - c. kubus berlapis banyak
  - d. pipih berlapis banyak
  - e. pipih berlapis tunggal
3. Berikut adalah fungsi jaringan epitel, *kecuali* ....
  - a. pelindung atau proteksi
  - b. penghasil getah
  - c. penerima rangsang
  - d. pintu gerbang zat
  - e. pengangkut zat
4. Sel-sel penyusun sistem saraf disebut ....
  - a. neurolema
  - b. dendrit
  - c. akson
  - d. neuron
  - e. neurit
5. Sifat serat otot polos adalah ....
  - a. berinti satu yang terletak di tengah
  - b. membentuk otot jantung
  - c. bekerja di bawah kesadaran
  - d. mempunyai benang-benang fibril yang mempunyai garis terang dan garis gelap
  - e. dapat berkontraksi dengan kuat

6. Yang **bukan** merupakan jaringan penyokong adalah ....
  - a. darah
  - b. jaringan ikat
  - c. jaringan otot
  - d. jaringan tulang rawan
  - e. jaringan tulang
7. Jaringan tulang rawan terdapat pada ....
  - a. batang tenggorok
  - b. permukaan tulang rusuk
  - c. ujung-ujung tulang rusuk
  - d. daun telinga
  - e. tulang pipa
8. Sel darah putih yang bergranula terdiri atas ....
  - a. limfosit, neutrofil, dan eosinofil
  - b. neutrofil, eosinofil, dan basofil
  - c. eosinofil, eritrosit, dan monosit
  - d. eosinofil, basofil, dan monosit
  - e. neutrofil, basofil, dan limfosit
9. Di antara organ-organ berikut yang saling berinteraksi menyusun sistem pencernaan adalah ....
  - a. hati-usus-ginjal-limfa
  - b. pankreas-usus-hati-otot
  - c. lambung-limfa-paru-paru-usus-jantung
  - d. usus-lambung-hati-pankreas
  - e. jantung-paru-paru-usus-jantung
10. Sistem organ pada tubuh manusia yang bertanggung jawab untuk memindahkan hasil-hasil metabolisme yang tidak berguna ke luar dari tubuh dan menjaga keseimbangan sel dengan lingkungannya adalah ....
  - a. sistem pencernaan
  - b. sistem peredaran
  - c. sistem pernapasan
  - d. sistem ekskresi
  - e. sistem reproduksi

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan jelas!**

1. Jaringan pembentuk organ manusia dan hewan terdiri atas jaringan embrional, jaringan epitel, jaringan otot, jaringan saraf dan jaringan penyokong, jelaskan masing-masing jaringan tersebut!
2. Sebutkan macam-macam jaringan epitel beserta contohnya!
3. Jelaskan perbedaan antara otot polos, otot lurik dan otot jantung!
4. Gambarlah sebuah neuron, lengkapi keterangannya!
5. Sebutkan sistem organ yang terdapat dalam tubuh Vertebrata!

Lakukan tugas berikut ini yang akan mengembangkan **kreativitas**, mencari **informasi lebih jauh**, mengembangkan kecakapan sosial dan **akademik** serta menunjukkan **contoh-contoh konkret** dari lingkungan kalian!

**Tugas Portofolio**

Buatlah kliping berisi foto-foto asli disertai pembahasan dari organ-organ hewan dalam maupun organ luar! Untuk organ dalam foto-foto dapat kalian peroleh dari pasar-pasar daging.

Kerjakan berkelompok 5 - 6 siswa!

## Bab IV

# Sistem Gerak Manusia

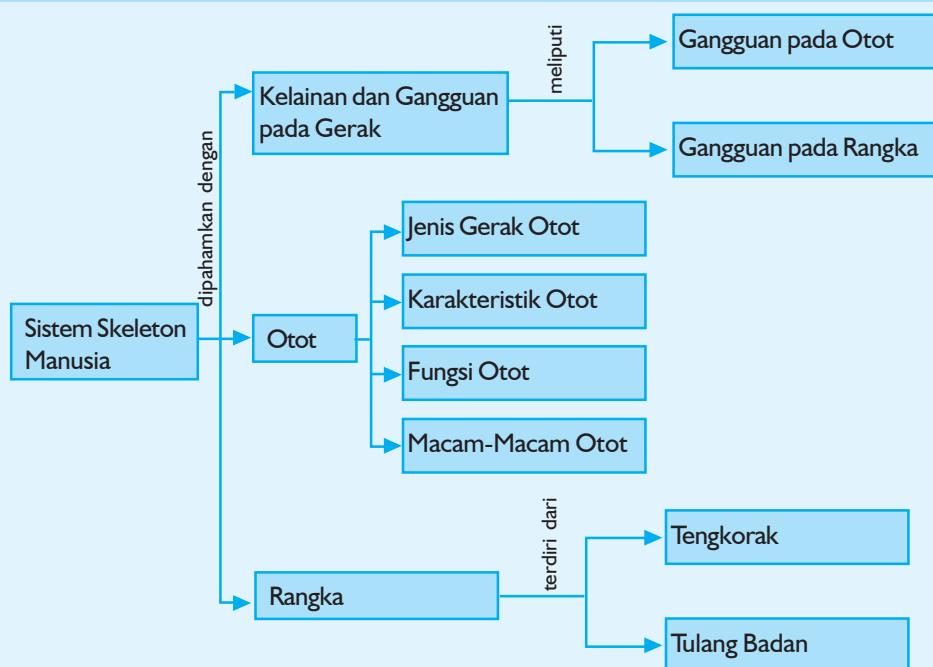


Sumber gambar: Oxford Ensiklopedi Pelajar

### Tujuan Pembelajaran:

Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat menjelaskan mengapa kalian bisa bergerak, selain itu kalian juga dapat menjelaskan kelainan atau penyakit pada sistem gerak.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab IV:

1. Rangka
2. Otot



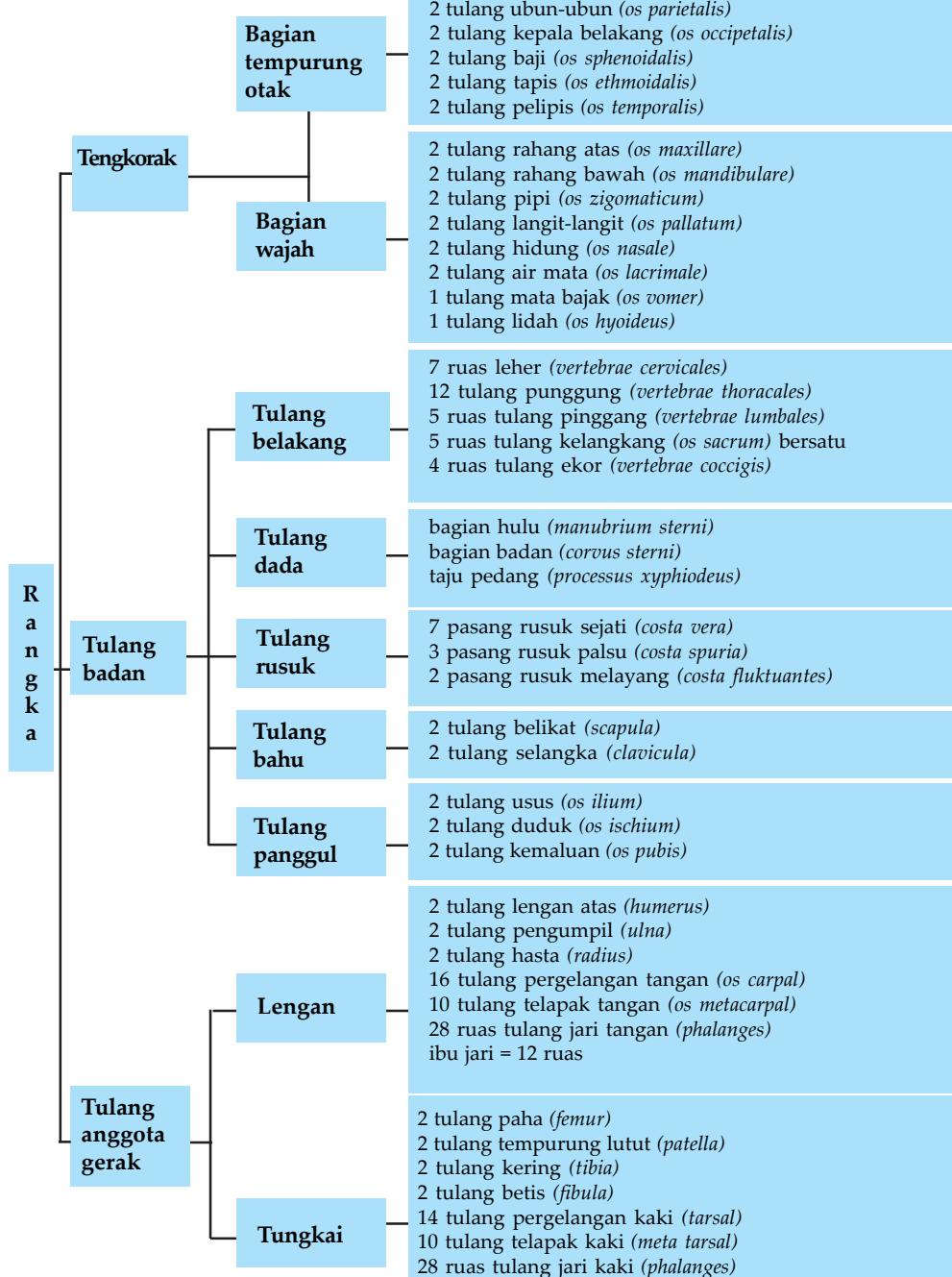
**Gambar 4.1** Konstruksi ini menggunakan prinsip konstruksi rangka manusia

Sumber: Jendela IPTEK Jilid 9, 2001 : 14

Para insinyur telah mendesain berbagai objek yang kita kagumi, baik mesin-mesin pabrik ataupun alat-alat berguna. Lampu belajar kalian pun tentunya. Semua itu sebenarnya mencontoh konstruksi rangka dari tubuh kita. Dalam tubuh ada 206 tulang, lalu bagaimana konstruksinya?

## A. Rangka

Perhatikan skema berikut!



Skema 4.1 Susunan Rangka Manusia

Gerakan tubuh dimungkinkan karena adanya kerjasama antara tulang dan otot. Tulang tidak dapat berfungsi sebagai alat gerak bila tidak digerakkan oleh otot. Otot dapat menggerakkan tulang karena dapat berkontraksi. Otot disebut alat gerak aktif sedangkan tulang disebut alat gerak pasif.

Tulang-tulang di dalam tubuh manusia membentuk rangka.

Fungsi rangka:

1. Memberi bentuk pada tubuh.
2. Sebagai alat gerak pasif.
3. Melindungi alat-alat tubuh dalam yang lemah.
4. Sebagai tempat melekatnya otot-otot rangka.
5. Menunjang tegaknya tubuh.
6. Tempat pembentukan sel-sel darah.
7. Sebagai tempat penimbunan mineral.

## 1. Tengkorak

Tengkorak terbentuk dari tempurung otak (*cranium*) dan bagian wajah.

### a. Kranium

Fungsi untuk melindungi otak.

Terdiri dari tulang-tulang:

- 1) Tulang dahi (*os frontal*), 2 tulang ubun-ubun (*os parietal*), 2 tulang kepala belakang (*os occipital*).
- 2) Tulang baji (*os sphenoidal*), 2 tulang tapis (*os ethmoidal*), 2 tulang pelipis (*os temporal*).

### b. Bagian wajah

Bagian wajah disusun oleh tulang-tulang : 2 tulang rahang atas (*os maxillare*), 2 tulang rahang bawah (*os mandibulare*), 2 tulang pipi (*os zygomaticum*), 2 tulang langit-langit (*os pallatum*), 2 tulang hidung (*os nasale*), 2 tulang air mata (*os lacrimale*), 2 tulang mata bajak (*os vomer*), 1 tulang lidah (*os hyoideus*).

## Tahukah kamu?

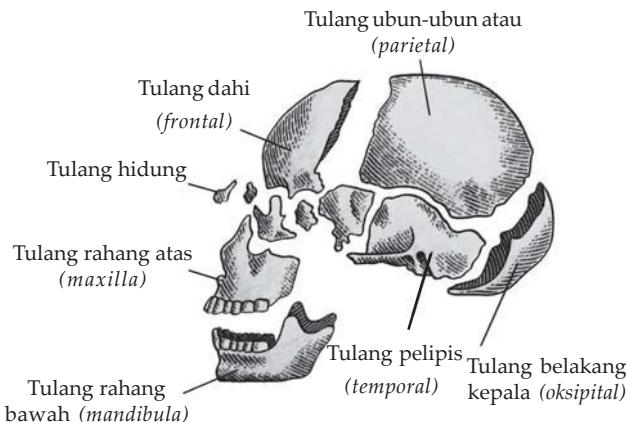
### Simbol kematian



Gambar 4.2 Dance of Death

Kerangka adalah simbol abadi dari bahaya, penyakit, kematian, dan kerusakan. Dari lukisan abad ke-15 *Dance of Death* sampai pada tengkorak dan tulang-tulang para penyamun. Pada abad pertengahan, kerangka-kerangka bersih diambil dari mereka yang dihukum gantung dibiarakan melambai-lambai karena angin pada tali gantungan, sebagai peringatan untuk orang lain.

Sumber: Jendela Ilmu jilid 9, 2001:14



**Gambar 4.3 Tengkorak**

Sumber: Jendela Iptek Jilid 9, 2001 : 15

## 2. Tulang Badan

Tulang badan terdiri atas tulang belakang, tulang dada, tulang rusuk, tulang bahu, tulang panggul.

### a. Tulang belakang

Fungsi: menyangga tengkorak, tempat perlekatan tulang-tulang rusuk. Ruas-ruas tulang belakang terdiri atas 33 buah ruas tulang yang terbagi menjadi beberapa bagian, yakni 7 ruas-ruas tulang leher (*servical*), 12 tulang punggung (*thoracales*), 5 ruas tulang pinggang (*lumbales*), 5 ruas tulang kelangkang (*os sacrum*), pada 7 ruas tulang leher, ruas teratas atau pertama adalah tulang atlas, yang menghubungkan tulang belakang dengan tulang tengkorak. Tulang punggung terdiri atas 12 ruas, pada sisi kiri dan kanannya melekat tulang-tulang rusuk.

### b. Tulang dada

Tulang dada beserta tulang rusuk dan tulang punggung membentuk dinding kuat yang melindungi alat tubuh penting yang terdapat dalam rongga dada, seperti jantung dan paru-paru. Tulang dada terdiri atas bagian hulu (*manubrium sterni*), bagian badan (*corvus sterni*) dan taju pedang (*processus xyphioideus*).

### c. Tulang rusuk

Tulang rusuk terdiri atas 12 pasang. Ujung belakangnya melekat pada ruas-ruas tulang belakang.

Tulang rusuk dapat dibedakan menjadi 3 macam:

- 1) Tulang rusuk sejati (7 pasang). Ujung belakangnya melekat pada ruas-ruas tulang punggung, ujung depan melekat pada tulang dada.

- 2) Tulang rusuk palsu (3 pasang). Ujung belakang melekat pada tulang rusuk di atasnya.
- 3) Tulang rusuk melayang (2 pasang). Ujung belakang melekat pada ruas-ruas tulang belakang, sedangkan ujung depannya tidak melekat pada tulang manapun.

**d. *Gelang bahu***

Tulang gelang bahu terdiri dari: 2 tulang belikat (*scapula*) dan 2 tulang selangka (*clavicula*).

**e. *Gelang panggul***

Tulang gelang panggul terdiri dari 2 tulang usus (*os ilium*), 2 tulang duduk (*os ischium*), 2 tulang kemaluan (*os pubis*).

**3. Tulang Anggota Gerak**

Tulang anggota gerak terdiri dari 2 kelompok, yaitu tulang anggota atas (lengan), dan tulang anggota bawah (tungkai).

**Lengan terdiri atas:** 2 tulang lengan atas (*humerus*), 2 tulang pengumpil (*ulna*), 2 batang hasta (*radius*), 16 tulang pergelangan tangan (*os carpal*), 10 tulang telapak tangan (*os metacarpal*), 28 ruas tulang jari tangan (*phalanges*), ibu jari 12 ruas.

**Tungkai terdiri atas:** 2 tulang paha (*femur*), 2 tulang tempurung lutut (*patella*), 2 tulang kering (*tibia*), 2 tulang betis (*fibula*), 14 tulang pergelangan kaki (*tarsal*), 10 tulang telapak kaki (*metatarsal*), 28 ruas tulang jari kaki (*phalanges*).

**Tulang**

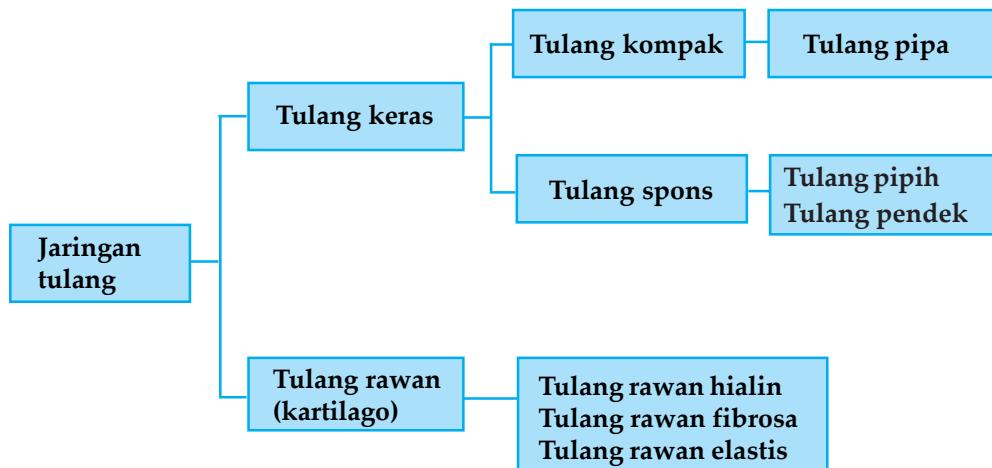
**Bentuk Tulang**

1. Tulang pipa (tulang panjang). Contoh: tulang paha, tulang betis
2. Tulang pendek. Contoh: tulang telapak tangan
3. Tulang pipih. Contoh: tulang belikat, tulang rusuk

**Macam-Macam Tulang:**

1. Berdasarkan jenisnya, tulang dibedakan menjadi: tulang rawan (kartilago) dan tulang keras.
2. Berdasarkan struktur tulangnya, tulang dapat dibedakan menjadi: tulang kompak dan tulang spons.
3. Berdasarkan bentuknya, tulang dibedakan menjadi: tulang pipa, tulang pipih, tulang pendek.

Perhatikan Skema 4.2 berikut:



Skema 4.2 *Pembagian tulang*

### 1. Tulang Keras atau Tulang Sejati (*Osteon*)

Tulang merupakan jaringan pengikat yang tersusun oleh sel tulang (osteoblas) yang menghasilkan matriks yang mengandung endapan zat kapur, sehingga matriksnya menjadi lebih keras dibanding dengan tulang rawan.

Berdasarkan matriksnya, tulang keras dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu tulang kompak dan tulang spons.

#### a. Tulang kompak

Matriks tersusun rapat dan padat, mengandung senyawa kapur dan fosfat. Pada tulang ini sel-sel tulang tersusun membentuk suatu sistem yang disebut sistem Havers. Di bagian tengah tulang terdapat saluran yang berisi pembuluh darah, pembuluh limfe, dan saraf, dan di sekeliling saluran terdapat lapisan sel tulang yang tersusun konsentris. Contoh: tulang pipa.

#### b. Tulang spons

Matriks berongga tersusun atas anyaman trabeculae (semacam pecahan genting) yang pipih dan mengandung serabut kolagen. Ronggarongga yang ada pada tulang spons diisi oleh jaringan.

### 2. Tulang Rawan (Kartilago)

Sel tulang rawan disebut kondrosit, yang dibentuk oleh kondroblas. Kartilago dapat dibedakan menjadi 3, yaitu:

- a. **Kartilago hialin:** matriks transparan, serabut kolagen, bersifat lentur. Contoh: pada permukaan persendian, laring, trachea, bronki, rangka janin, ujung tulang rusuk.

- b. **Kartilago elastis**: matriks kekuningan, serabut elastis kuning bersifat elastis. Contoh: pada daun telinga membran nikitans, saluran eustachius, epiglotis dan faring.
- c. **Kartilago fibrosa**: matriks keruh dan gelap, serabut kolagen putih bersifat kokoh dan kuat. Contoh: pada tempat pertautan tendon atau ligamentum pada tulang dekat permukaan persendian, tulang di antara tulang kemaluan, dan di antara tulang belakang.

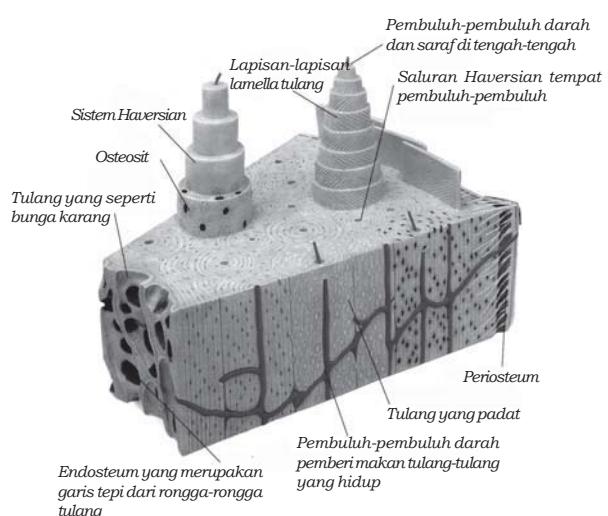
### Proses Penulangan (Osifikasi)

Rangka pada manusia mulai terbentuk lengkap pada akhir bulan kedua, atau awal bulan ketiga dari kehamilan. Semua rangka tersebut masih dalam bentuk kartilago. Rangka ini berasal dari jaringan ikat embrional atau mesenkim. Setelah kartilago terbentuk, rongga yang ada di tengahnya akan segera berisi sel-sel pembentuk tulang atau osteoblast. Sel-sel ini juga menempati jaringan pengikat di sekeliling rongga. Sel-sel tulang terbentuk secara konsentris, artinya pembentukannya bermula dari arah dalam terus keluar mengelilingi pusat. Setiap satuan sel-sel tulang akan melingkari suatu pembuluh darah dan serabut saraf, membentuk satu sistem yang disebut sistem Havers. Di antara sel-sel tulang terdapat zat sela atau matriks yang tersusun atas senyawa protein. Pembuluh darah dari sistem Havers ini bercabang-cabang menuju ke matriks, mengangkut zat fosfor, dan pengerasan tulang ini dinamakan osifikasi atau penulangan. Bila matriks tulang berongga, maka akan membentuk tulang spons. Bila matriksnya padat dan rapat, maka akan terbentuk tulang kompak atau tulang keras.



**Gambar 4.4** Giovanni Ingrassias  
(1510 - 1580)

Sumber: Jendela Iptek jilid 9, 2000: 17



**Gambar 4.5** Sistem Havers

Sumber: Jendela Iptek jilid 9, 2000: 17

## **Bagian-Bagian Tulang Pipa**

1. Epifise: bagian ujung tulang yang terdiri atas tulang rawan.
2. Diafise: bagian tengah yang memanjang dan di pusatnya terdapat rongga berisi sumsum tulang. Rongga ini terbentuk karena aktivitas osteoblas atau perombak sel-sel tulang.
3. Cakraepifise: bagian sempit di antara epifise dan diafise. Bagian ini terdiri atas tulang rawan yang kaya osteoblas. Pada orang dewasa yang tidak tumbuh meninggi lagi, bagian ini sudah menulang semua.

## **Hubungan Antartulang (Artikulasi)**

Hubungan antara dua tulang dapat dibedakan atas 3 bentuk, yaitu:

### **1. Diartrosis**

Hubungan 2 tulang yang memungkinkan terjadinya banyak gerak, dinamakan diartrosis. Berdasarkan tipe gerakannya, persendian diartrosis dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu:

- a. **Sendi peluru**, persendian yang memungkinkan gerak paling bebas dibanding sendi yang lain, bergerak ke segala arah, ujung tulang yang satu berbentuk bongkol, ujung tulang yang lain berbentuk cekungan. Contoh: 1) Sendi antara tulang lengan atas dengan tulang belikat.  
2) Tulang paha dengan tulang pinggul.
- b. **Sendi luncur**, persendian yang memungkinkan gerakan menggeliat, membungkuk, dan menengadah. Contoh: hubungan antara ruas-ruas tulang belakang.
- c. **Sendi pelana**, persendian yang gerakannya dua arah seperti orang naik kuda di atas pelana.  
Contoh: gerak pada ibu jari, antara metacarpal dan carpal.
- d. **Sendi engsel**, persendian yang gerakannya satu arah seperti engsel pintu. Contoh: siku, lutut, mata kaki, ruas-ruas jari.
- e. **Sendi putar**, persendian yang menimbulkan gerakan memutar (rotasi) tulang yang satu mengitari tulang yang lain.  
Contoh:
  - 1) Hubungan antara tulang hasta dan pengumpil.
  - 2) Antara tulang atlas dan tulang pemutar.
  - 3) Pada pergelangan tangan.
  - 4) Pergelangan kaki.
- f. **Sendi geser atau sendi kejut**, persendian yang gerakannya menggeser. Contoh: hubungan antartulang pergelangan tangan.

## 2. Amfiartrosis

Hubungan tulang yang masih memungkinkan adanya sedikit gerakan kedua ujung tulang yang dihubungkan oleh tulang rawan dinamakan amfiartrosis. Contoh: hubungan antara ruas-ruas tulang belakang, dan hubungan antara tulang belakang dengan tulang iga.

## 3. Sinartrosis

Suatu sistem persendian pada tulang yang tidak dapat digerakkan, seperti terjadi pada persambungan tulang-tulang tengkorak dinamakan sinartrosis. Berdasarkan komponen penghubungnya, sinartrosis dibedakan menjadi dua, yaitu:

- Sinartrosis sintibrosis**, bila komponen penghubungnya berupa serabut-serabut jaringan ikat.

Contoh: hubungan antartulang tengkorak.

- Sinartrosis sinkondrosis**, bila komponen penghubungnya berupa tulang rawan. Contoh: hubungan antarruas-ruas tulang belakang.

Latihan berikut akan menumbuhkan **rasa ingin tahu** dan mengembangkan **kecakapan personal** dan **akademik** kalian.

### Latihan 4. I

Buatlah daftar istilah penting berikut artinya seputar rangka!

## B. Otot

Otot merupakan alat gerak aktif. Otot dapat bergerak karena adanya sel otot. Otot bekerja dengan cara berkontraksi dan relaksasi.

### 1. Macam-macam Otot

- Otot polos**, bentuk seperti perahu, terletak pada organ dalam, nukleus satu di tengah, gerakannya lambat, tidak cepat, mudah lelah, tidak sadar tanpa perintah otak.
- Otot lurik**, bentuk silindris dengan garis gelap terang, melekat pada rangka, nukleus banyak di tepi, bekerja secara sadar atas perintah otak, cepat mudah lelah.
- Otot jantung**, bentuk silindris, mempunyai percabangan yang disebut sinsitium, terletak pada jantung, nukleus satu di tengah, bekerja tidak sadar tanpa perintah otak, tidak cepat mudah lelah.

## 2. Fungsi Otot

- a. Melaksanakan kerja, misalnya: berjalan, memegang, mengangkat (otot lurik).
- b. Mengalirkan darah, mengedarkan sari makanan dan oksigen (otot polos).
- c. Menggerakkan jantung (otot jantung).

## 3. Karakteristik Otot

- a. **Kontraktilitas**, yaitu kemampuan otot untuk memendek (berkontraksi).
- b. **Ekstensibilitas**, yaitu kemampuan otot untuk memanjang (berelaksasi).
- c. **Elastisitas**, yaitu kemampuan otot untuk dapat kembali pada ukuran semula setelah memendek atau memanjang.

## 4. Jenis Gerak Otot

### a. Antagonis (berlawanan)

Contoh: biseps dan triseps pada otot lengan atas.

Arah gerak otot antagonis

- 1) Ekstensor - fleksor : meluruskan - membengkokkan
- 2) Abduktor - adduktor : menjauhkan - mendekatkan
- 3) Depressor - elevator : ke bawah - ke atas
- 4) Supinator - pronator : menengadah - menelungkup

### b. Sinergis (bersamaan)

Contoh: otot pronator teres dan pronator kuadratus pada lengan bawah.

## 5. Macam-Macam Gerakan Otot

- a. **Fleksi**: gerakan membengkokkan, misalnya membengkokkan pada siku, lutut, jari.
- b. **Ekstensi**: gerak meluruskan, misalnya meluruskan siku, lutut, dan ruas jari.
- c. **Abduksi**: gerak menjauhkan misalnya gerak tungkai menjauhkan dari sumbu tubuh.
- d. **Adduksi**: gerak mendekatkan dengan sumbu tubuh, misalnya gerak mendekatkan tungkai dengan sumbu tubuh.
- e. **Pronasi**: gerak memutar lengan sehingga telapak tangan menelungkup.

## Tahukah kamu?

Huruf Tiga "S"

Kebugaran otot-otot dapat dinilai dengan tiga "S" yaitu Strength (kekuatan), Stamina (ketangguhan), dan Suppleness (kelenturan). Beberapa kegiatan hanya mengembangkan satu faktor, tetapi kegiatan yang bergerak seperti berdansa dan berenang mengembangkan ketiga faktor.

Sumber: Jendela Iptek jilid 9, 2001: 22

- f. ***Supinasi***: gerak memutar lengan sehingga tangan menengadah.
- g. ***Depresi***: gerak menekan ke bawah atau menurunkan.
- h. ***Elevasi***: gerak mengangkat ke atas.

## 6. Kelelahan Otot

Kelelahan otot dapat diakibatkan karena:

- a. Habisnya bahan atau zat sebagai sumber energi untuk kontraksi otot seperti glikogen dan sejenisnya.
- b. Akumulasi hasil metabolisme karena kontraksi otot, seperti asam laktat.

Latihan 4.2 berikut ini merupakan latihan agar kalian **berpikir kritis**.

### Latihan 4.2

Buatlah pembahasan mengapa binaragawan mempunyai otot yang kekar, berbeda dengan yang bukan binaragawan!

C.

## Kelainan dan Gangguan pada Gerak

### 1. Gangguan pada Rangka

Gangguan pada rangka dapat disebabkan oleh gangguan pada tulang, persendian, kekurangan gizi, ataupun oleh penyakit.

#### a. Gangguan tulang

Fraktura, yaitu tulang retak atau patah.

Macamnya:

- 1) Fraktura sederhana: jika tulang yang retak tidak sampai melukai organ lain di sekitarnya, misalnya organ otot.
- 2) Fraktura kompleks atau fraktura majemuk: jika tulang yang patah menyebabkan otot dan kulit terluka, bahkan ujung yang patah bisa mencuat keluar.
- 3) Fraktura greenstick: jika retak atau patah tulang tidak sampai memisahkan tulang menjadi dua bagian.
- 4) Fraktura comminuted atau remuk: jika tulang retak menjadi beberapa bagian tetapi masih tetap tertahan di dalam otot.

#### b. Persendian

- 1) Dislokasi: gangguan pergeseran sendi dari kedudukan semula karena tulang ligamennya tertarik atau sobek.

- 2) Terkilir atau keseleo: tertariknya ligamen sendi yang disebabkan oleh gerakan yang tiba-tiba atau tidak bisa dilakukan, menimbulkan rasa sakit.
- 3) Ankitosis: persendian tidak dapat digerakkan lagi karena tulangnya menyatu.
- 4) Artritis atau infeksi sendi: gangguan sendi yang ditandai terjadinya peradangan sendi yang disertai timbulnya rasa sakit dan kadang-kadang tulang sendi mengalami perubahan.

**Macam Artritis:**

- a) Artritis eksudatif: radang getah dalam sendi.
- b) Artritis sika: kekurangan cairan sinovial.
- c) Gout artritis: gangguan gerak karena kegagalan metabolisme asam urat. Asam urat yang berlebihan akan diangkut oleh darah dan disimpan di dalam sendi kecil, seperti sendi ruas jari-jari. Tanda sendi yang mengalami kelebihan asam urat adalah membengkak sendi.
- d) Rheumatik: penyakit kronis pada sendi sehingga sendi membengkak.
- e) Osteoarthritis: kemunduran sendi karena kartilago menipis dan degenerasi sehingga merangsang pembentukan tulang pada sendi.

**c. Gangguan pada ruas-ruas tulang belakang**

- 1) Skoliosis: tulang belakang bengkok ke samping.
- 2) Kifosis: tulang belakang bengkok ke belakang.
- 3) Lordosis: tulang belakang bengkok ke depan.

Hal tersebut akibat kebiasaan sikap tubuh yang salah.

Di samping ketiga jenis gangguan tersebut ada satu lagi gangguan yang disebut subluksasi, yaitu gangguan ruas tulang leher yang disebabkan oleh kecelakaan ataupun gerakan tiba-tiba yang melebihi batas, akibatnya posisi kepala mengalami perubahan ke arah lain atau ke arah kanan.



**Gambar 4.6** Gangguan pada ruas-ruas tulang belakang: (a) skoliosis, (b) lordosis, (c) kifosis.

Sumber: Dok. Penerbit

**d. Defisiensi dan gangguan fisiologi**

- 1) Rakitis: tulang kaki membengkok seperti huruf X atau O. Disebabkan karena kekurangan vitamin D.
- 2) Mikrosefalus: ukuran kepala lebih kecil dibanding ukuran normal. Disebabkan kekurangan zat kapur saat pembentukan tulang-tulang tengkorak masa bayi.
- 3) Osteoporosis: tulang-tulang kurang keras sehingga tulang manusia menjadi rapuh dan mudah patah disebabkan kekurangan hormon estrogen pada masa menopause.
- 4) Kelainan lainnya antara lain karena penyakit TBC tulang, tumor yang mempengaruhi tekanan fisik dan fisiologik tulang serta peradangan pada jaringan pengikat dan tendon.

**2. Gangguan pada Otot**

**a. Atrofi**

Yaitu keadaan di mana otot mengecil sehingga menghilangkan kemampuannya untuk berkontraksi. Atrofi dapat terjadi karena penyakit poliomielitis dan keadaan tertentu misalnya sakit, sehingga seseorang harus istirahat di tempat tidur dalam jangka waktu lama. Poliomielitis adalah penyakit karena virus yang merusakkan saraf yang mengkoordinasi otot ke anggota gerak bawah.

**b. Hipertrofi**

Yaitu keadaan otot menjadi lebih besar dan kuat karena sering dilatih secara berlebih.

**c. Kejang otot**

Yaitu gangguan otot yang terjadi karena melakukan aktivitas terus menerus yang pada suatu ketika tak mampu lagi melakukan kontraksi alias kejang, karena telah kehabisan energi atau sering dikenal dengan kram.

**d. Kaku leher atau stiff**

Yaitu keadaan leher terasa kaku dan sakit jika digerakkan.

**e. Tetanus**

Yaitu kejang otot yang disebabkan oleh toksin yang dihasilkan oleh bakteri tetanus.

**f. Miastema gravis**

Yaitu keadaan di mana otot berangsut-angsut menjadi lemah dan menyebabkan kelumpuhan.

**g. *Distrofi otot***

Yaitu penyakit otot kronis sejak anak-anak.

**h. *Hernia abdominalis***

Yaitu sobeknya otot dinding perut yang lemah, yang mengakibatkan usus melorot ke bawah masuk ke rongga perut.

Kerjakan tugas berikut yang akan menumbuhkan **wawasan produktivitas**, merangsang **keingintahuan**, dan mengembangkan kecakapan vokasional!

**Tugas**

Carilah artikel tentang osteoporosis. Jelaskanlah apakah osteoporosis itu, penyebabnya, dampaknya, menyerang apa dan siapa! Solusi untuk menanggulanginya.

**Rangkuman** 

1. Tulang-tulang di dalam tubuh manusia membentuk rangka.
2. Fungsi rangka, yaitu memberi bentuk, sebagai alat gerak pasif, melindungi alat-alat tubuh dalam yang lemah, sebagai tempat melekatnya otot-otot rangka, untuk menegakkan tubuh, tempat pembentukan sel-sel darah, sebagai tempat penimbunan mineral.
3. Otot merupakan penggerak tulang, otot dapat bergerak karena adanya sel otot-otot bekerja dengan cara berkontraksi dan relaksasi.
4. Fungsi otot, yaitu melaksanakan kerja, misalnya: berjalan, memegang, mengangkat (otot lurik), mengalirkan darah, mengedarkan sari makanan dan oksigen (otot polos), menggerakkan jantung (otot jantung).
5. Kelainan dan gangguan pada sistem gerak antara lain:
  - a. Gangguan tulang
    - Fraktura: fraktura sederhana, fraktura kompleks atau majemuk, fraktura greenstick, fraktura comminuted atau remuk
    - b. Persendian: dislokasi, terkilir atau keseleo, ankirosis, artritis atau infeksi sendi, artritis eksudatif, artritis sika, gout artritis, rheumatik.
    - c. Gangguan pada ruas-ruas tulang belakang:
      - 1) Skoliosis
      - 2) Kifosis
      - 3) Lordosis

- d. Defisiensi dan gangguan fisiologi: raktis, mikrosefalus, osteoporosis, kelainan tulang lainnya karena penyakit TBC tulang, tumor yang mempengaruhi tekanan fisik dan fisiologis tulang serta peradangan pada jaringan pengikat dan tendon.
- e. Gangguan pada otot: atrofi, tetanus, hipertrofi, miastema gravis, kejang otot, distrofi otot, kaku leher atau stiff, hernia abdominalis.



## Evaluasi

**A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, d, atau e!**

1. Otot disebut alat gerak aktif, sebab otot ....
  - a. melekat pada otot rangka
  - b. mempunyai kemampuan berkontraksi
  - c. tersusun atas senyawa protein rangkap
  - d. menghubungkan tulang dengan kulit
  - e. mempunyai plasma otot
2. Jumlah ruas tulang kelangkang manusia adalah ....
  - a. 4 ruas
  - b. 5 ruas
  - c. 6 ruas
  - d. 7 ruas
  - e. 12 ruas
3. Sendi putar adalah bentuk sendi yang memungkinkan gerakan ....
  - a. bebas dan berporos tiga
  - b. rotasi dan berporos satu
  - c. maju-mundur dan berporos dua
  - d. menggeser dan tak berporos
  - e. terbatas dan tak berporos
4. Berikut adalah fungsi rangka pada vertebrata, *kecuali* ....
  - a. membentuk sel darah
  - b. melindungi alat tubuh yang lemah
  - c. alat gerak pasif
  - d. menunjang tegaknya tubuh
  - e. tempat melekatnya otot polos

5. Pembengkokan tulang belakang ke arah samping disebut ....
  - a. lordosis
  - b. kifosis
  - c. skoliosis
  - d. layuh semu
  - e. fraktura
6. Kram atau kejang otot dapat terjadi karena ....
  - a. otot keras, kaya asam laktat, dan suhu dingin
  - b. tulang retak, otot lelah, dan suhu panas
  - c. sendi tulang infeksi, dingin, dan cukup energi
  - d. otot dan tulang melekat, cukup energi dan dingin
  - e. infeksi sendi, suhu dingin, dan cukup energi
7. Perlekatan otot pada tulang yang tidak bisa digerakkan disebut ....
  - a. insersio
  - b. sliding filamen
  - c. origo
  - d. pronasi
  - e. supinasi
8. Osteoporosis merupakan penyakit pada tulang yaitu ....
  - a. infeksi sendi
  - b. memar
  - c. keropos tulang
  - d. patah tulang
  - e. retak tulang
9. Energi bagi otot adalah ....
  - a. ADP
  - b. ATP
  - c. DNA
  - d. RNA
  - e. Aktin
10. Penyakit yang menyebabkan otot menjadi kejang karena toksin dari bakteri *Clostridium tetani*, yaitu ....
  - a. atrofi
  - b. hipertrofi
  - c. hernia abdominal
  - d. distrofi otot
  - e. tetanus

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

1. Sebutkan tulang-tulang penyusun bagian tempurung otak!
2. Sebutkan fungsi rangka!
3. Jelaskan perbedaan kartilago hialin, kartilago elastis, dan kartilago fibrosa!
4. Sebut dan jelaskan macam dari persendian diartrosis!
5. Sebut dan jelaskan macam gangguan pada tulang belakang!

Kerjakan tugas berikut ini yang akan memumbuhkan **etos kerja, rasa ingin tahu, mencari informasi lebih jauh**, mengembangkan kecakapan hidup dan **wawasan kontekstual!**

**Tugas Portofolio**

Pergilah ke rumah sakit tulang atau orthopedi, temukan suatu kasus penyakit tulang, tanyakan ke dokter tentang kasus tersebut, buat analisanya! Buatlah secara berkelompok dalam bentuk laporan!

## Bab V

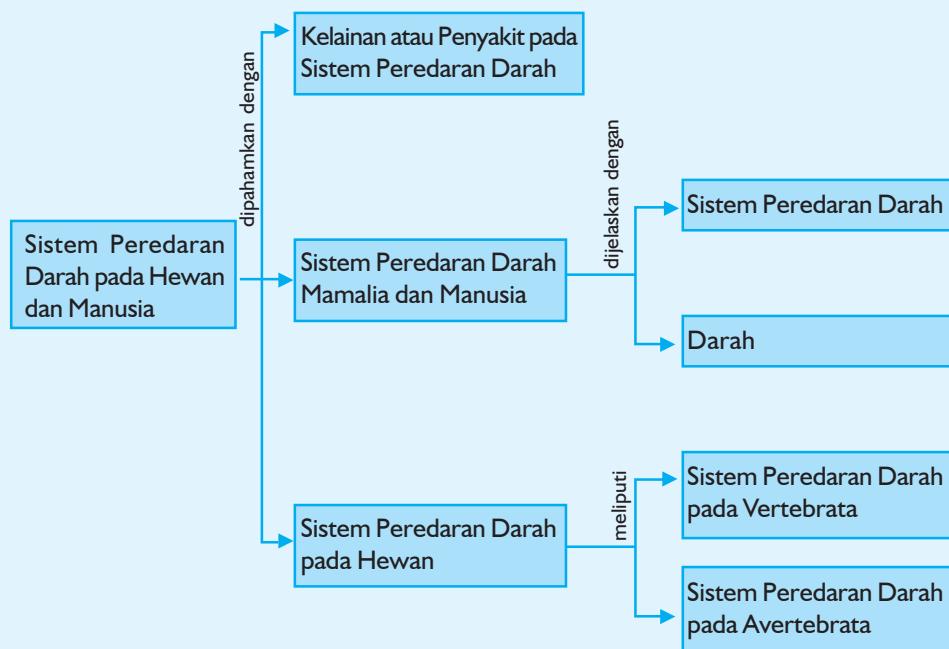
# Sistem Peredaran Darah pada Hewan dan Manusia

Sumber gambar: [www.depreview.com](http://www.depreview.com)

### Tujuan Pembelajaran:

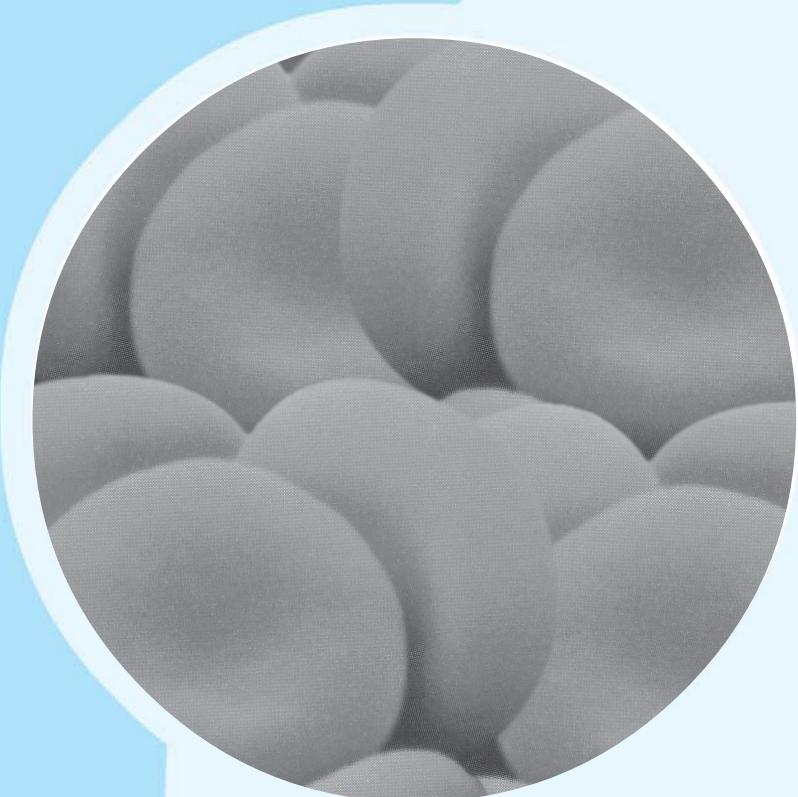
Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat menjelaskan peredaran darah pada tubuh, kalian bisa berperan serta dalam kegiatan donor darah, selain itu kalian bisa menjelaskan kelainan atau penyakit pada sistem peredaran darah.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab V:

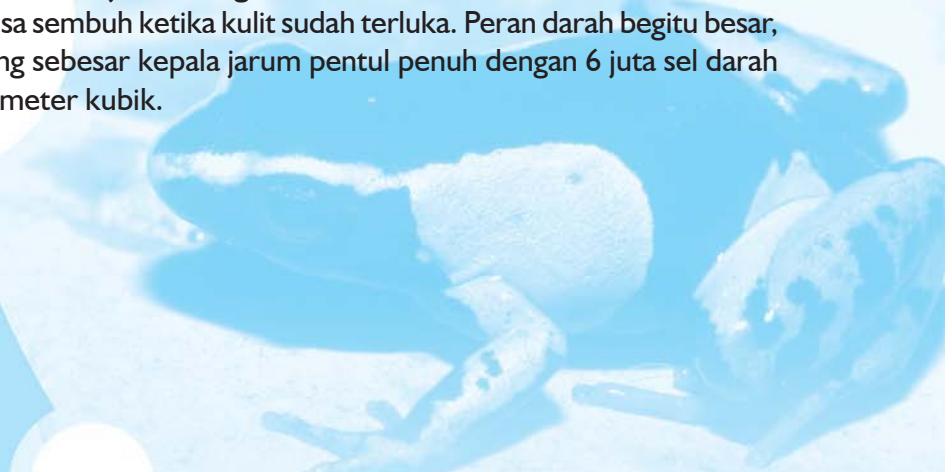
1. Darah
2. Sistem peredaran darah



**Gambar 5.1** Setetes eritrosit penting bagi nyawa kita

Sumber: Jendela Iptek Jilid 9, 2001 : 33

Takut dengan darah? Jangan, setetes darah sangat berarti bagi nyawa kita. Dalam bab ini kalian akan ditunjukkan bagaimana darah beredar dalam tubuh kita, bagaimana kita bisa sembuh ketika kulit sudah terluka. Peran darah begitu besar, setetes darah yang sebesar kepala jarum pentul penuh dengan 6 juta sel darah dalam setiap milimeter kubik.



## A. Sistem Peredaran Darah pada Hewan

### 1. Sistem Peredaran Darah pada Avertebrata

Avertebrata merupakan hewan yang tidak bertulang belakang. Ada hewan yang belum memiliki peredaran darah, ada yang berupa peredaran darah terbuka, dan ada yang berupa peredaran darah tertutup.

#### a. Sistem peredaran darah tidak melalui peredaran darah

Hewan bersel satu (Protozoa) tidak memiliki sistem peredaran darah. Gas yang dibutuhkan dan zat makanan yang akan diserap dilakukan secara difusi, karena tubuh hanya terdiri atas satu sel sehingga seluruh aktivitas metabolismenya dilakukan oleh sel itu sendiri.

Banyak hewan jenis ini yang menggunakan organel selnya untuk metabolisme, seperti *Paramecium* menggunakan vakuola kontraktil untuk mengedarkan zat makanan cair, dan menggunakan vakuola makanan untuk mengedarkan zat makanan padat.

Ada hewan yang menggunakan rongga sebagai saluran pencernaan sekaligus saluran peredaran yang dinamakan rongga gastrovaskuler. Contoh *Hydra* dan *Planaria*.

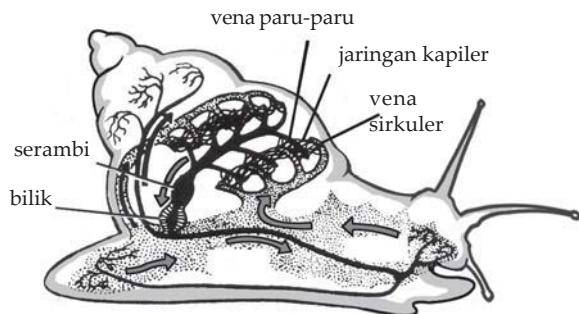
#### b. Sistem peredaran darah terbuka

Dinamakan sistem peredaran darah terbuka karena darah ataupun homolimfa dialirkan tidak melalui pembuluh, tetapi langsung dialirkan ke dalam rongga tubuh. Sistem ini dijumpai pada hampir semua jenis Mollusca dan Arthropoda.

##### 1) Sistem peredaran darah Mollusca

Alat peredaran darah siput terdiri atas jantung dan pembuluh darah yang masih sederhana. Jantungnya terdiri atas atrium dan ventrikel yang terletak di dalam rongga perikardial. Jika jantung berdenyut, darah akan terpompa ke luar menuju rongga perikardial atau sinus terus menuju ke jaringan tubuh.

Di dalam jaringan, darah akan membebaskan zat makanan dan menyerap zat-zat sisa. Selanjutnya darah akan menuju ke rongga perikardial terus ke jantung melalui ostium.



**Gambar 5.2** Peredaran darah pada siput adalah sistem peredaran terbuka

Sumber: Dok.Penerbit

## 2) Sistem peredaran darah pada Arthropoda

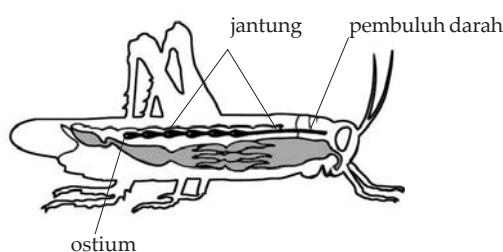
Alat peredaran darah serangga terdiri atas jantung dan arteri. Jantung disebut jantung pembuluh. Darah dan cairan tubuh serangga disebut hemolimfa.

Arah aliran hemolimfa adalah:

Bila jantung pembuluh berdenyut → hemolimfa terpompa mengalir melalui arteri → masuk rongga tubuh → masuk jaringan-jaringan tubuh tanpa melalui pembuluh-pembuluh kapiler → dari jaringan-jaringan tubuh akan kembali masuk ke jantung pembuluh melalui ostium.

Fungsi hemolimfa untuk mengedarkan zat-zat makanan kepada sel-sel.

Hemolimfa tidak mengandung hemoglobin sehingga tidak mengikat oksigen. Dengan demikian darah Arthropoda hanya mengedarkan sari makanan. Oksigen dan karbondioksida diedarkan melalui sistem trachea yang memungkinkan oksigen dari lingkungan dapat mencapai jaringan.



**Gambar 5.3** Peredaran darah pada serangga adalah sistem peredaran darah terbuka

Sumber: Dok.Penerbit

### c. Sistem peredaran darah tertutup

Dinamakan sistem peredaran darah tertutup karena darah beredar di dalam pembuluh-pembuluh yang saling berhubungan. Peredaran darah tertutup sederhana, contohnya pada cacing tanah.

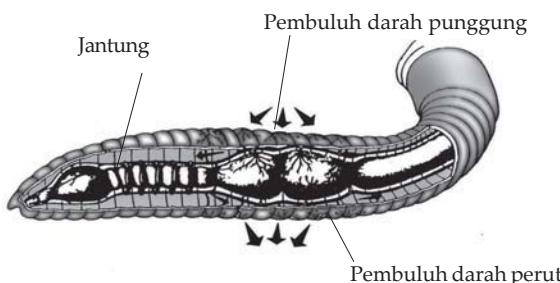
#### Sistem peredaran darah Annelida

Alat peredaran darah cacing tanah berupa pembuluh darah punggung (dorsal) dan pembuluh darah perut (ventral) yang dihubungkan oleh pembuluh darah samping (lateral) serta pembuluh kapiler.

Pembuluh darah samping pada segmen ke-7 sampai ke-11 terdiri atas 5 pasang lengkung aorta kelima pasang lengkung aorta inilah yang dianggap "jantung cacing".

#### Arah aliran darahnya:

Jika jantung dan pembuluh punggung berdenyut, darah akan mengalir menuju pembuluh perut dan pembuluh kapiler. Oksigen yang diserap kulit cacing secara difusi akan memasuki kapiler dan diikat hemoglobin yang akan menuju pembuluh punggung untuk dipompakan ke seluruh tubuh.



Gambar 5.4 Peredaran darah pada cacing tanah adalah sistem peredaran darah tertutup

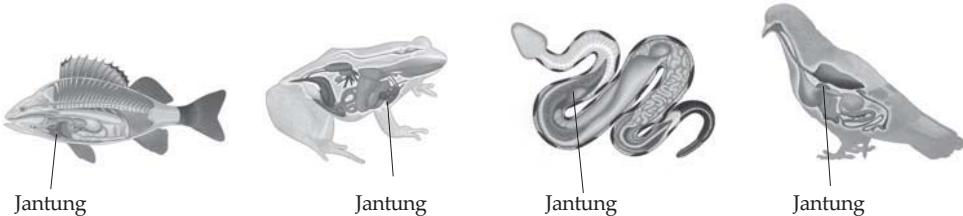
Sumber: Dok. Penerbit

Kerjakan Latihan 5.1 berikut ini, yang akan menumbuhkan **rasa ingin tahu, kecakapan personal dan akademik** kalian.

#### Latihan 5.1

Buatlah tabel perbedaan antara sirkulasi darah tidak melalui peredaran darah, sistem peredaran darah terbuka dan sistem peredaran darah tertutup, jelaskan pula lewat gambar atau skema!

Perhatikan letak jantung dari hewan-hewan vertebrata berikut ini!



Gambar 5.5 Letak jantung dari hewan-hewan Vertebrata

Sumber: Kamus Visual

## 2. Sistem Peredaran Darah pada Vertebrata

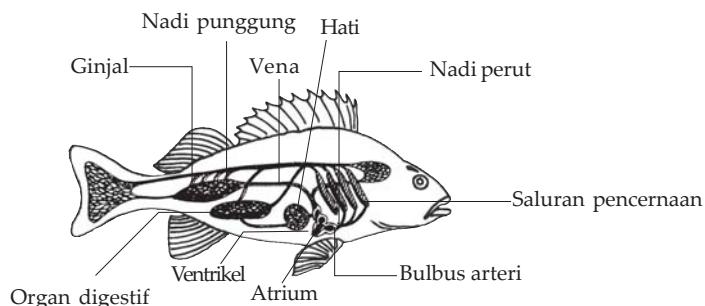
Sistem peredaran darah yang lebih kompleks terdapat pada vertebrata. Pusat peredaran darah vertebrata adalah jantung.

### a. Sistem peredaran darah ikan

Sistem peredaran darah ikan disebut peredaran darah tunggal, karena darah hanya satu kali melewati jantung.

Jantung ikan terdiri dari 2 ruang, yaitu satu atrium dan satu ventrikel. Dinding atrium tipis, sehingga warna darah di dalamnya tampak memerah dengan jelas, sedangkan dinding biliknya cukup tebal, sehingga tampak lebih putih.

Selain itu pada jantung ikan terdapat sinus venosus yang menerima darah dari vena kardinalis anterior dan vena kardinalis posterior.



Gambar 5.6 Peredaran darah pada ikan adalah sistem peredaran darah tunggal

Sumber: Dok. Penerbit

Arah aliran darah:

1. Jantung → keluar melalui aorta ventral → insang.
2. Di insang, aorta bercabang-cabang menjadi arteri brankial dan akhirnya menjadi kapiler-kapiler.

3. Pada kapiler-kapiler terjadi pertukaran gas ( $\text{CO}_2$  dilepas,  $\text{O}_2$  diambil dari  $\text{H}_2\text{O}$ ).
4. Dari kapiler → aorta dorsal → ke kapiler-kapiler seluruh tubuh (mengedarkan  $\text{O}_2$  dan sari-sari makanan serta mengikat  $\text{CO}_2$  jantung (lewat vena kardinalis anterior dan vena kardinalis posterior).

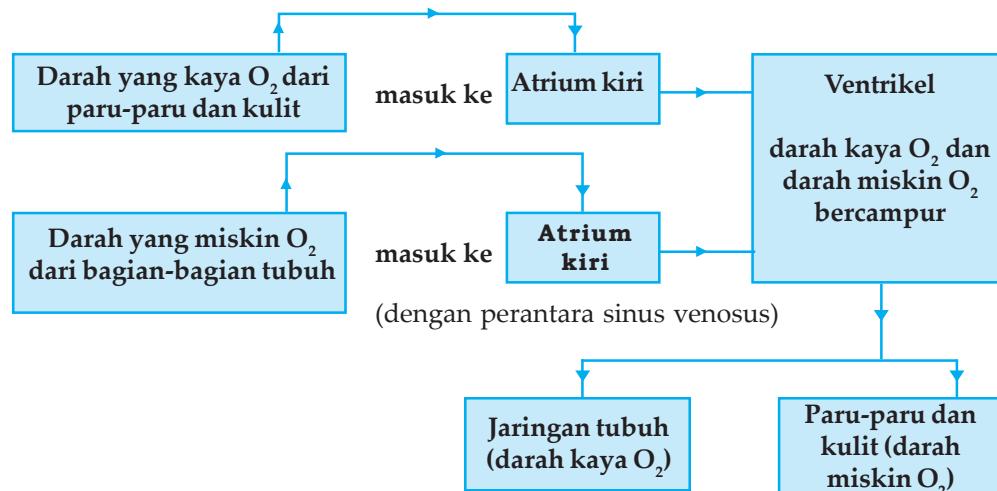
### b. Sistem peredaran darah amfibia

Sistem peredaran darah katak disebut peredaran darah ganda karena dalam satu kali peredarannya, darah melewati jantung dua kali. Pada masa larva (berudu) sistem peredaran darahnya menyerupai ikan.

Setelah metamorfosis menjadi katak, sistem peredaran darah mengalami perubahan yang sesuai untuk kehidupan di lingkungan darat.

Alat peredaran darah terdiri atas jantung, pembuluh nadi, kapiler, dan pembuluh balik. Jantung katak terdiri dari 3 ruang, yaitu 2 atrium (kanan = atrium dexter dan kiri = atrium sinister). Serta menampung darah dari pembuluh besar yang akan masuk ke atrium dexter.

Arah aliran darah:



Skema 5.1 Arah aliran darah

### c. Sistem peredaran darah reptilia

Sistem peredaran darah reptilia merupakan peredaran darah ganda, jantung reptilia terdiri atas 4 ruang, yaitu 2 atrium (kanan dan kiri) serta ventrikel (kanan dan kiri). Sekat antara ventrikel kanan dan ventrikel kiri umumnya belum sempurna. Pada buaya, sekat ventrikel hampir sempurna dan hanya terdapat suatu lubang yang disebut *foramen panizae*.

Adanya *foramen panizzae* memungkinkan pemberian oksigen ke alat-alat pencernaan dan untuk keseimbangan tekanan dalam jantung sewaktu menyelam dalam air.

Arah aliran darah:

- 1) Dari ventrikel jantung ada dua aorta yang memblok ke kanan dan ke kiri.
- 2) Dari tiap aorta tersebut bercabang-cabang arteri kecil yang menuju ke berbagai organ tubuh.
- 3) Setelah sampai di kapiler darah kembali ke jantung.

#### d. Sistem peredaran darah burung

Sistem peredaran darah burung merupakan peredaran darah ganda. Jantung burung terbagi 4 ruang, yaitu 2 atrium (kanan dan kiri) serta 2 ventrikel (kanan dan kiri). Sekat antara ventrikel kiri dan ventrikel kanan sempurna sehingga tidak terjadi percampuran antara darah yang kaya dan miskin oksigen. Dibandingkan dengan vertebrata lainnya, darah di aorta burung mengandung lebih banyak oksigen. Busur aorta pada burung hanya ada satu, yaitu arcus aorta yang menuju ke sebelah kanan.

Arah aliran darah:

- 1) Darah dari vena (membawa  $\text{CO}_2$ ) → serambi kanan → dipompa keluar melalui arteri dada → paru-paru.
- 2) Dalam paru-paru (darah melepas  $\text{CO}_2$  dan mengambil  $\text{O}_2$ ) → serambi kiri → darah dipompa keluar melalui aorta untuk diedarkan ke seluruh tubuh.
- 3) Aorta bercabang-cabang menjadi pembuluh kapiler yang terdapat dalam jaringan
- 4) Dalam jaringan, pembuluh kapiler darah (memberi  $\text{O}_2$  dan mengambil  $\text{CO}_2$  dan air) → vena → serambi kanan → dan seterusnya.

Latihan 5.2 berikut ini akan mengembangkan wawasan produktivitas, kecakapan personal kalian, dan bersyukur kepada Tuhan YME yang telah mengatur sistem peredaran darah untuk kelangsungan hidup.

#### Latihan 5.2

Buatlah ringkasan secara garis besar tentang sistem peredaran darah pada Vertebrata!



## B. Sistem Peredaran Darah Mamalia dan Manusia

### 1. Darah

Di dalam tubuh yang dinamakan darah adalah cairan berwarna merah yang terdapat di dalam pembuluh darah. Warna merah tersebut tidak selalu tetap, tetapi berubah-ubah karena pengaruh zat kandungannya, terutama kadar O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>. Bila kadar O<sub>2</sub> tinggi maka warna darahnya menjadi merah muda, tetapi bila kadar CO<sub>2</sub> nya tinggi maka warna darahnya menjadi merah tua.

Pada manusia atau mamalia, volume darahnya adalah 8% berat badannya. Jika seseorang dewasa yang berat badannya 60 kg, berat darahnya lebih kurang  $0,08 \times 60$  kg liter darah. Jadi volume seluruh darah yang beratnya 50 kg adalah 4,8 liter.

#### a. Fungsi darah

- 1) Mengangkut sari makanan dan oksigen ke seluruh tubuh dan mengangkut sisa oksidasi ke alat pengeluaran.
- 2) Mengatur keseimbangan asam basa untuk menghindarkan kerusakan jaringan tubuh.
- 3) Mempertahankan tubuh dari infeksi kuman.
- 4) Menjaga stabilitas suhu tubuh dengan memindahkan panas dari alat tubuh yang aktif ke bagian yang kurang aktif.
- 5) Mengedarkan hormon dari kelenjar endokrin ke organ-organ tertentu.

#### b. Sel-sel darah

- 1) *Eritrosit (sel darah merah)*

Ciri-ciri:

- a) Tidak berinti.
- b) Mengandung Hb (hemoglobin), yaitu suatu protein yang mengandung senyawa hemin dan Fe.

Hb mempunyai daya ikat terhadap O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>. Pada laki-laki dewasa, dalam 1 mm<sup>3</sup> darahnya terkandung 5 juta eritrosit. Sedangkan pada wanita dewasa dalam 1 mm<sup>3</sup> darahnya terkandung 4 juta eritrosit. Kekurangan eritrosit, Hb, dan Fe akan mengakibatkan anemia.

## 2) Leukosit (sel darah putih)

Ciri-ciri:

- a) Berfungsi mempertahankan tubuh dari serangan penyakit dengan cara memakan (fagositosis) penyakit tersebut. Itulah sebabnya leukosit disebut juga fagosit.
- b) Jumlah leukosit sangat sedikit dibandingkan dengan eritrosit (dalam setiap mm<sup>3</sup> darah hanya 6000 - 9000).
  - (1) Jika jumlah < 6000 seseorang akan menderita leukopenia.
  - (2) Jika jumlah > 9000 seseorang akan menderita leukositas.
  - (3) Jika jumlah berlebih hingga 20.000 orang tersebut akan menderita leukemia (kanker darah).
- c) Bentuknya bervariasi dan mempunyai inti sel bulat ataupun cekung.
- d) Geraknya seperti *Amoeba* dan dapat menembus dinding kapiler.
- e) Plasma leukosit mengandung butiran-butiran (granula).

### Pembagian leukosit

Berdasarkan ada atau tidaknya granula di dalam plasma, leukosit di kelompokkan menjadi:

- a) Granulosit (leukosit bergranula)
  - (1) Neutrofil, plasmany bersifat netral, inti selnya sering kali berjumlah banyak dengan bentuk bermacam-macam, bersifat fagositosis terhadap eritrosit, kuman dan jaringan mati.

## Tahukah kamu?



Gambar 5.7 Hemoglobin

Hemoglobin, di sini terlihat sebagai model molekul yang dibuat oleh komputer adalah suatu protein yang terdiri atas 4 rantai asam amino yang saling berpintal atau berbelit dengan keseluruhannya terdiri atas 10.000 atom. Empat dari atom-atom tersebut adalah atom besi berada dalam 4 cincin asam amino haem yang berfungsi seperti "magnet" oksigen. Pada lingkungan paru yang tinggi kadar oksigennya, tiap kelompok haem mengambil satu pasang atom oksigen. Pada jaringan-jaringan yang berkadar oksigen rendah, atom oksigen akan lepas dan manjauh untuk dipakai dalam pernapasan sel. Ada lebih kurang 300 juta molekul hemoglobin di tiap sel darah merah.

Sumber: *Jendela Ilmu* Jilid 9, 2001:33

- (2) Eosinofil, plasmanya bersifat asam sehingga akan berwarna merah tua bila diteteskan dengan eosin, bersifat fagosit dan jumlahnya akan meningkat jika tubuh terkena infeksi.
- (3) Basofil, plasmanya bersifat basa sehingga akan berwarna biru jika diteteskan larutan basa, jumlahnya bertambah banyak jika terjadi infeksi, bersifat fagosit, mengandung heparin, yaitu zat kimia anti penggumpalan.
- b) Agranulosit (leukosit tidak bergranula)
  - (1) Limfosit, tidak dapat bergerak, berinti satu, ukuran ada yang besar dan ada yang kecil, berfungsi untuk membentuk antibodi.
  - (2) Monosit, dapat bergerak seperti *Amoeba*, mempunyai inti yang bulat atau bulat panjang, diproduksi pada jaringan limfa dan bersifat fagosit.

3) *Trombosit (keping-keping darah)*

Ciri-ciri:

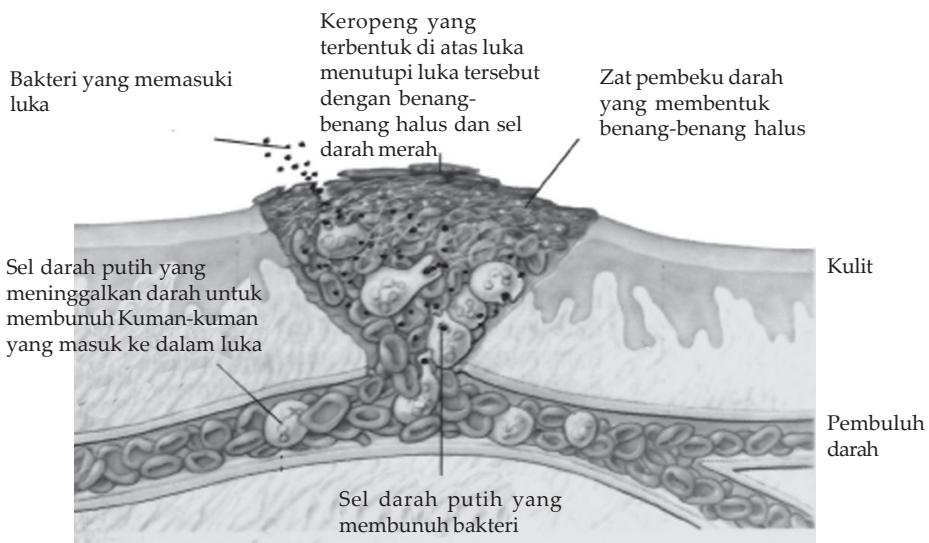
- a) Sering disebut sel darah pembeku karena fungsinya dalam proses pembekuan darah.
- b) Berukuran lebih kecil daripada eritrosit maupun leukosit dan tidak berinti.
- c) Dalam setiap mm<sup>3</sup> terdapat 200.000 - 400.000 trombosit.
- d) Dibentuk pada sel megakariosit sumsum tulang.
- e) Mempunyai waktu hidup sekitar 8 hari.

### Tahukah kamu?

#### Pembentuk Bekuan-bekuan Darah

Pada suatu tusukan jarum, darah yang keluar lebih kurang terdiri atas 5 juta sel darah merah, 10.000 sel darah putih, dan 250.000 platelet yang dikenal dengan nama "trombosit". Platelet atau trombosit adalah pecahan-pecahan sel dari sumsum tulang. Jika ada kerusakan pada pembuluh darah akan terjadi reaksi-reaksi kimia di mana protein yang larut ke dalam yaitu fibrinogen berubah menjadi benang-benang fibrin yang tak larut. Benang-benang tersebut membentuk jaringan tusuk silang. Trombosit menempel pada dinding pembuluh dan fibrin membentuk jala. Sel darah merah akan tersangkut pula dan seluruh rintangan menjadi satu gumpalan yang menutup rapat kebocoran yang ada.

**Sumber:** *Jendela Ilmu* Jilid 9, 2001:33

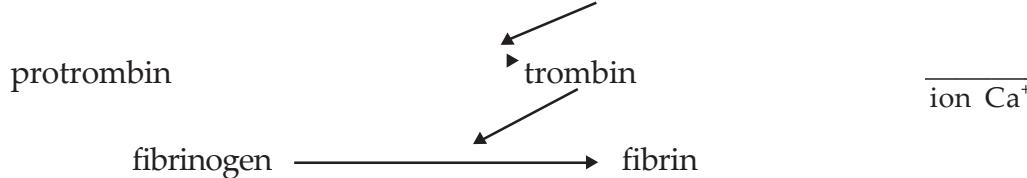


**Gambar 5.8 Proses pembekuan darah**

Sumber: Oxford Ensiklopedi Pelajar

### Proses pembekuan darah:

Bila jaringan → trombosit mengeluarkan faktor antihemofili atau tubuh terluka pecah → tromboplastin atau trombokinase



### Keterangan:

Bila terjadi luka, trombosit akan pecah mengeluarkan trombokinase atau tromboplastin. Trombokinase akan mengubah protrombin menjadi trombin. Trombin mengubah fibrinogen menjadi fibrin yang berbentuk benang-benang yang menjerat sel darah merah dan membentuk gumpalan sehingga darah membeku.

Protrombin adalah senyawa globulin yang larut dan dihasilkan di hati dengan bantuan vitamin K (perubahan protrombin yang belum aktif menjadi trombin yang aktif dipercepat oleh ion kalsium (Ca)). Fibrinogen adalah protein yang larut dalam plasma darah.

**c. Plasma darah (cairan darah)**

Plasma darah manusia tersusun atas 90% air dan 10% zat-zat terlarut.

Zat-zat terlarut tersebut, yaitu:

- 1) *Protein plasma*, terdiri atas albumin, globulin, dan fibrinogen. Albumin berfungsi untuk menjaga volume dan tekanan darah. Globulin berfungsi untuk melawan bibit penyakit (sehingga sering disebut immunoglobulin). Ketiga protein tersebut dihasilkan oleh hati dengan konsentrasi 8%.
- 2) *Garam (mineral)* plasma dan gas terdiri atas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>. Konsentrasi garam kurang dari 1%. Garam ini diserap dari usus dan berfungsi untuk menjaga tekanan osmotik dan pH darah. Adapun gas diserap dari jaringan paru-paru. O<sub>2</sub> berfungsi untuk pernapasan sel dan CO<sub>2</sub> merupakan sisa metabolisme.
- 3) *Zat-zat makanan* terdiri atas lemak, glukosa, dan asam amino sebagai makanan sel. Zat makanan ini diserap dari usus.
- 4) *Sampah nitrogen* hasil metabolisme terdiri atas urea dan asam urat. Sampah-sampah ini diekskresikan oleh ginjal.
- 5) *Zat-zat lain* seperti hormon, vitamin, dan enzim yang berfungsi untuk membantu metabolisme.

Zat-zat ini dihasilkan oleh berbagai macam sel.

**d. Golongan darah**

¶

Dr. Landsteiner dan Donath menemukan antigen (aglutinogen) di dalam sel darah merah dan juga menemukan antibodi (aglutinin) yang terdapat di dalam plasma darah.

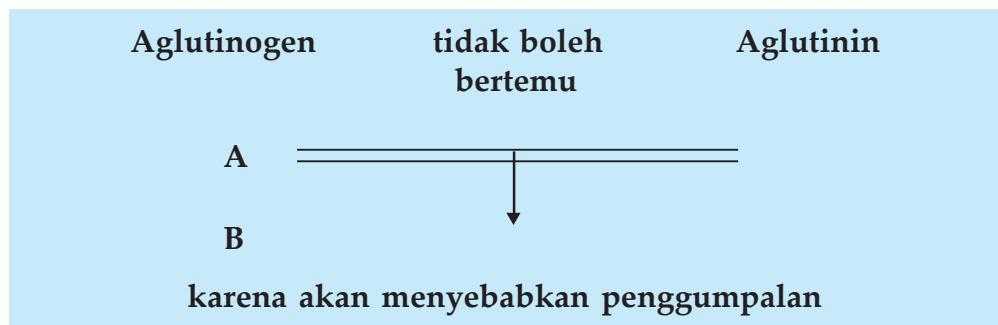
Berdasar macam antigen yang ditemukan tersebut, beliau membagi golongan darah menjadi 4 golongan, yaitu seperti pada Tabel 5.1 berikut:

**Tabel 5.1 Golongan darah berdasar macam antigen**

No.	Golongan darah	Aglutinogen	Aglutinin
1.	A	A	
2.	B	B	
3.	AB	A dan B	tidak ada
4.	O	tidak ada	dan

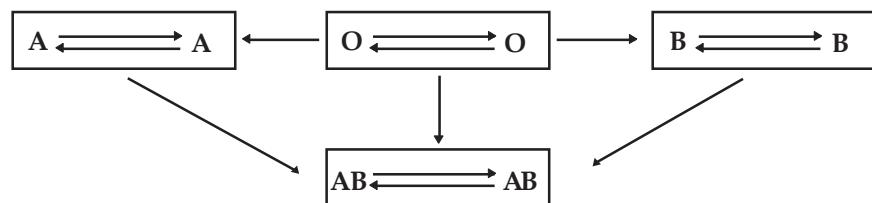
e. *Transfusi darah*

## Prinsip:



Dalam transfusi darah, perlu diperhatikan jenis aglutinogen dari darah donor dalam eritrositnya, sedangkan pada resipien perlu diperhatikan macam aglutinin di dalam plasma darahnya. Hukum Landsteiner menyatakan bahwa bila aglutinogen bertemu dengan zat antinya (aglutinin), maka akan terjadi aglutinasi atau penggumpalan darah. (Sugiyarto, 1997 : 100 - 101).

Perhatikan kemungkinan terjadinya transfusi darah masing-masing golongan darah dan berbagai macam golongan darah.



### **Skema 5.2 Kemungkinan terjadinya transfusi darah**

## Keterangan:

- 1) Golongan darah A hanya bisa mendonorkan darah kepada golongan darah A dan AB dan menerima darah dari golongan darah A dan O.
  - 2) Golongan darah B hanya bisa mendonorkan darah kepada golongan darah B dan AB dan menerima darah dari golongan darah B dan O.
  - 3) Golongan darah AB hanya bisa mendonorkan darah kepada golongan darah AB saja dan menerima darah dari semua golongan darah (A, B, AB dan O) maka dari itu golongan darah AB disebut sebagai resipien universal.
  - 4) Golongan darah O bisa mendonorkan darah kepada semua golongan darah (A, B, AB,dan O) dan menerima darah dari golongan darah O saja, maka dari itu golongan darah O disebut sebagai donor universal.

Transfusi darah dapat dilakukan dalam keadaan: kekurangan darah yang akut, kecelakaan dan tubuh luka parah, waktu tubuh kehilangan banyak darah (misalnya waktu operasi), tubuh terbakar, penyakit kronis, dan sebagainya.

## 2. Alat-Alat Peredaran Darah

Alat peredaran darah terdiri atas jantung dan pembuluh darah.

### a. Jantung

Jantung merupakan pompa berotot. Fungsinya sebagai alat pemompa darah. Jantung terdiri dari otot jantung (miokardium) yang bagian luarnya dilapisi oleh selaput jantung (perikardium) yang terdiri dari 2 lapisan. Di antara kedua lapisan tersebut terdapat cairan getah bening yang berfungsi untuk menahan gesekan. Bagian dalam jantung dilapisi oleh endokardium. Otot jantung mendapatkan zat-zat makanan dan oksigen dari darah melalui arteri koroner. Peristiwa penyumbatan dari arteri koroner disebut koronariasis. Jantung terdiri atas 4 ruangan, yaitu 2 atrium (serambi) dan 2 ventrikel (bilik).

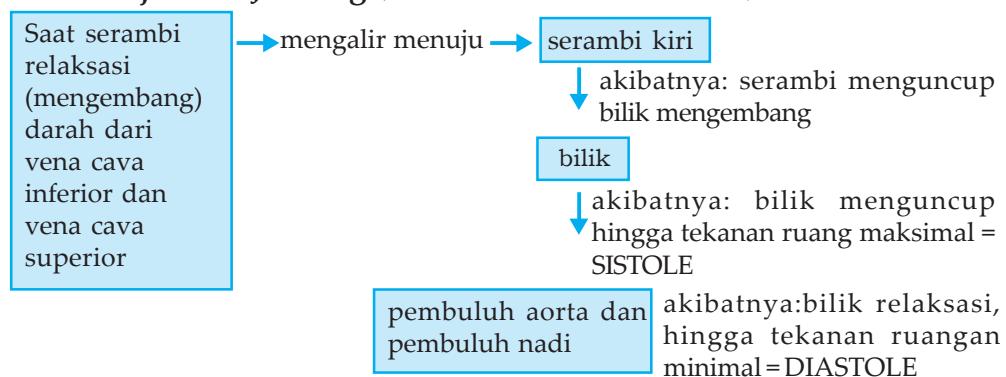
#### 1) Atrium

Atrium merupakan ruangan jantung tempat masuknya darah dari pembuluh balik (vena), antara atrium kanan dan atrium kiri terdapat katup valvula bikuspidalis pada fetus, antara atrium kanan dan kiri terdapat lubang yang disebut foramen ovale menjelang kelahiran, foramen ovale akan menutup.

#### 2) Ventrikel

Ventrikel mempunyai otot lebih tebal daripada atrium, dan ventrikel kiri lebih tebal daripada ventrikel kanan. Ini disebabkan ventrikel berfungsi memompakan darah keluar jantung, antara ventrikel kanan dan kiri terdapat katup valvula trikuspidalis.

### Cara Kerja Otot Jantung (Kontraksi dan Relaksasi)



Skema 5.3 Cara kerja otot jantung

Sistole dan diastole ini dapat diukur dengan tensimeter (spighnometer). Pada orang dewasa sehat, tekanan sistole dan diastolenya sekitar 120 mmHg dan 80 mmHg yang biasa ditulis 120 mmHg atau 80 mmHg.

### **b. Pembuluh darah**

Darah mengalir keluar dari jantung melalui pembuluh. Darah mengalir masuk ke jantung pun melalui pembuluh. Oleh sebab itu, pada dasarnya terdapat 2 kelompok pembuluh darah, yaitu pembuluh yang aliran darahnya meninggalkan jantung dan yang menuju jantung.

#### **Macam-macam pembuluh darah**

Macam-macam pembuluh darah, yaitu:

1) *Arteri (pembuluh nadi)*

Yaitu pembuluh darah yang membawa darah dari jantung. Pembuluh ini dapat dibedakan menjadi aorta, arteri, dan arteriole. Aorta adalah pembuluh darah yang langsung berhubungan dengan jantung. Aorta bercabang menjadi arteri. Sedangkan arteriole merupakan pembuluh nadi yang berhubungan dengan kapiler.

2) *Vena (pembuluh balik)*

Yaitu pembuluh darah yang membawa darah ke jantung. Pembuluh ini dapat dibedakan menjadi venule, vena, dan vena cava. Venule merupakan pembuluh balik yang berhubungan dengan kapiler. Vena menerima darah dari venule. Vena cava merupakan pembuluh balik besar yang langsung berhubungan dengan jantung.

3) *Pembuluh kapiler*

Merupakan pembuluh halus yang menghubungkan arteriole dengan venule. Kapiler merupakan pembuluh halus yang dindingnya hanya setebal selapis sel. Pada pembuluh inilah terjadi pertukaran oksigen dari darah dengan karbon dioksida jaringan.

#### **Dinding pembuluh darah mempunyai 3 lapisan, yaitu:**

- 1) Lapisan terluar, merupakan lapisan tipis dan kuat terdiri atas jaringan kuat.
- 2) Lapisan tengah, terdiri atas jaringan otot polos. Karena otot polos ini bersifat tidak sadar maka aliran darah dan tekanan darah pada pembuluh darah tidak dapat dirasakan.
- 3) Lapisan dalam, merupakan lapisan yang membatasi ruangan pembuluh darah.

Walaupun pada prinsipnya antara nadi dan vena mempunyai lapisan yang sama, namun di antara keduanya mempunyai perbedaan yang mencolok, yaitu seperti dalam Tabel 5.2 berikut.

**Tabel 5.2 Perbedaan arteri dan vena**

Pembeda	Arteri	Vena
1. Dinding	Tebal dan elastis	Tipis dan kurang jelas
2. Arah aliran	Meninggalkan jantung	Menuju jantung
3. Tekanan	Kuat, kalau terpotong darah memancar	Lemah, kalau terpotong darah menetes
4. Darah di dalamnya	Banyak mengandung oksigen, kecuali nadi paru-paru	Banyak mengandung CO <sub>2</sub> , kecuali vena paru-paru
5. Letak	Lebih ke dalam	Dekat permukaan tubuh
6. Klep	Hanya satu pada pangkal	Banyak, terdapat di sepanjang vena

### 3. Macam-Macam Peredaran Darah

Macam-macam peredaran darah, yaitu:

- Peredaran darah besar atau sistem sirkulatoria magna. Yaitu peredaran darah dari jantung (bilik kiri) → seluruh tubuh (kecuali paru-paru) → jantung (serambi kanan).
- Peredaran darah kecil atau sistem sirkulatoria parva. Yaitu peredaran darah dari jantung (bilik kanan) → paru-paru → jantung (serambi kanan).
- Sistem vena porta. Yaitu vena dari suatu alat tubuh sebelum menuju ke jantung mampir dulu ke suatu alat. Pada manusia dan mamalia adalah sistem vena porta hepatica, yaitu darah dari usus sebelum ke jantung mampir dulu ke hati.

### 4. Getah Bening atau Limfa

Getah bening atau limfa berasal dari plasma darah yang keluar dari kapiler dan dialirkan oleh pembuluh limfa. Pembuluh limfa yang berasal dari kepala, leher, dada, jantung, paru-paru dan lengan kanan akan bersatu menjadi **pembuluh limfa kanan (ductus lymphaticus dexter)**.

Adapun pembuluh limfa yang berasal dari bagian lainnya akan bersatu menjadi **pembuluh limfa dada (ductus thorasicus)** dan bermuara di vena bawah selangka.

Pembuluh limfa dada juga merupakan tempat bermuaranya **pembuluh lemak atau pembuluh kil**. Lemak inilah yang menyebabkan cairan limfa berwarna kuning keputih-putihan.

Di sepanjang pembuluh limfa terdapat kelenjar-kelenjar limfa atau nodus. Kelenjar ini berfungsi untuk menyaring kuman.

Beberapa kelenjar getah limfa yang besar adalah:

- a. Kelenjar limfa lipat siku, lipat paha, ketiak, lutut, dan leher.
- b. Kelenjar selaput lendir usus.

Pembuluh limfa yang berasal dari selaput lendir usus disebut pembuluh kil.

- c. Kelenjar folikel bawah lidah.
- d. Kelenjar pada tonsil amandel dan adenoid.

Kerjakan Tugas 5.1 berikut yang akan mengembangkan **keingintahuan, kecakapan personal, dan akademik** kalian!

### Tugas 5.1

Dari bahasan peredaran darah dan peredaran getah bening yang telah kalian pelajari, coba buatlah perbedaannya meliputi sistem peredaran, zat yang diangkut, pembuluhnya, yang diedarkannya, tenaga pendorongnya, dan lain-lain. Kerjakan dalam buku tugas kalian!

## C. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Peredaran Darah

Kelainan dan penyakit pada darah dan sistem peredaran darah dapat disebabkan oleh faktor keturunan dan non keturunan.

### 1. Faktor Keturunan

Penyakit keturunan disebabkan oleh genetik. Di antaranya adalah sebagai berikut:

#### a. *Hemofilia*

Penyakit keturunan berupa darah yang keluar dari pembuluh darah tidak dapat membeku.

**b. *Thalassemia***

Penyakit yang ditandai dengan bentuk sel darah merah yang tidak beraturan. Akibatnya daya ikat terhadap oksigen dan karbon dioksida kurang.

**c. *Sick Cell Anemia (SCA)***

Penyakit berupa kelainan sel darah merah yang berbentuk seperti bulan sabit, akibatnya daya ikat terhadap oksigen dan karbon dioksida berkurang.

**2. Faktor Non Keturunan**

Kelainan darah ini disebabkan oleh faktor fisiologis. Di antaranya adalah:

**a. *Anemia***

Penyakit kurang darah, disebabkan kandungan Hb rendah, berkurangnya sel darah merah, atau menurunnya volume darah dari ukuran normal.

**b. *Anemia pernisiosa***

Penyakit di mana tubuh tidak mampu menyerap vitamin B - 12.

**c. *Aneurisma***

Penyakit pelebaran pembuluh arteri karena lemahnya dinding otot.

**d. *Eritroblastosis fetalis***

Rusaknya eritrosit bayi di dalam kandungan karena perbedaan rhesus dengan ibu.

**e. *Elefantiasis***

Penyumbatan aliran pembuluh limfa akibat infeksi cacing *Filaria*.

**f. *Hipertensi***

Tekanan darah tinggi, yaitu nilai ambang tekanan sistole sekitar 140 - 200 mmHg atau lebih, dan nilai ambang tekanan diastole sekitar 90 - 110 mmHg atau lebih.

**g. *Hipotensi***

Tekanan darah rendah, bila tekanan sistole di bawah 100 mmHg.

**h. *Leukemia (kanker darah)***

Penyakit yang disebabkan bertambahnya leukosit yang tidak terkendali akibat kanker jaringan penghasil sel-sel darah putih.

*i. Trombus dan embolus*

Penyakit jantung yang disebabkan oleh penggumpalan di dalam arteri koroner.

*j. Jantung koroner*

Suatu gangguan jantung disebabkan oleh tertimbunnya lemak darah (kolesterol) pada arteri koronaria.

*k. Sklerosis*

Penyakit pengerasan pembuluh nadi. Gangguan ini dapat disebabkan oleh dua hal, yaitu karena endapan lemak, disebut aterosklerosis dan disebabkan oleh endapan kapur atau arteriosklerosis.

Sklerosis dapat menyebabkan berkurangnya elastisitas pembuluh darah, sehingga menaikkan tekanan darah. Jika sklerosis ini terjadi pada arteriole maka dapat menyebabkan pecahnya arteriole tersebut. Kalau hal ini terjadi di otak dapat menyebabkan kematian (stroke).

*l. Varises*

Penyakit berupa pelebaran vena pada bagian betis. Bisa juga pelebaran venanya pada bagian anus yang sering disebut ambeien, wasir, atau hemoroid.

Kerjakan Tugas 5.2 berikut ini yang akan menumbuhkan **keingintahuan** dan **kecakapan vokasional** kalian!

### Tugas 5.2

1. Tuliskanlah kelainan-kelaianan atau penyakit-penyakit lain pada sistem peredaran darah yang belum tertulis di atas!
2. Carilah pula ciri-ciri ataupun tanda-tanda dari penyakit-penyakit atau kelainan di atas!

## Rangkuman

1. Sistem peredaran darah tidak melalui peredaran disebut juga non peredaran darah karena zat yang diedarkannya bukan merupakan darah.  
Contoh pada *Amoeba* dan *Paramaecium*.
2. Sistem peredaran darah terbuka merupakan sistem peredaran darah yang dialirkan tidak melalui pembuluh, tetapi langsung dialirkan ke dalam rongga tubuh.  
Contoh pada Mollusca dan Arthropoda.
3. Sistem peredaran darah tertutup merupakan sistem peredaran darah di mana darah beredar di dalam pembuluh-pembuluh yang saling berhubungan.  
Contoh pada cacing tanah (Anellida), Vertebrata.
4. Sistem peredaran darah tunggal merupakan sistem peredaran darah di mana darah hanya satu kali melewati jantung.  
Contoh pada ikan.
5. Sistem peredaran darah ganda merupakan sistem peredaran darah di mana darah melewati jantung dua kali dalam satu kali peredarannya.  
Contoh pada Amfibia, Reptilia, Aves, Mamalia.
6. Alat peredaran darah manusia terdiri dari jantung dan pembuluh darah.
7. Macam-macam peredaran darah, yaitu peredaran darah besar atau sistem sirkulatoria magna, peredaran darah kecil atau sistem sirkulatoria parva, dan sistem vena porta.
8. Kelainan atau penyakit pada sistem peredaran darah dapat disebabkan oleh faktor keturunan dan non keturunan.
9. Yang termasuk penyakit keturunan di antaranya: hemofilia, thalassemia, Sick Cell Anemia (SCA), sedangkan yang termasuk non keturunan di antaranya: anemia, anemia pernisiosa, aneurisma, eritroblastosit foetalis, elefantasis, hipertensi, hipotensi, leukemia, trombus dan embolus, jantung koroner, sklerosis, varises.



## Evaluasi

**A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, d, atau e!**

1. Dari hewan berikut ini yang belum memiliki sistem peredaran darah adalah ....
  - a. belalang
  - b. kecoa
  - c. *planaria*
  - d. keong
  - e. kerang
2. Sistem peredaran darah serangga merupakan sistem peredaran darah terbuka karena ....
  - a. tidak mempunyai vena dan arteri
  - b. darah tidak selalu beredar dalam pembuluh
  - c. yang diangkut hanya sari makanan
  - d. tidak memiliki jantung
  - e. O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> diangkut dalam sistem trachea
3. Yang disebut serum adalah plasma darah yang tidak mengandung protein ....
  - a. fibrinogen
  - b. albumin
  - c. globulin
  - d. lipoprotein
  - e. aglutinogen
4. Zat yang menentukan golongan darah manusia adalah ....
  - a. aglutinin dan eritrosit
  - b. aglutinin dan leukosit
  - c. aglutinin dan aglutinogen
  - d. aglutinogen dan eritrosit
  - e. aglutinogen dan leukosit

5. Siklus peredaran darah besar meliputi ....
  - a. ventrikel kiri - nadi - seluruh tubuh - atrium kanan
  - b. ventrikel kanan - nadi - seluruh tubuh - atrium kiri
  - c. ventrikel kiri - nadi - seluruh tubuh - ventrikel kanan
  - d. atrium kanan - nadi - seluruh tubuh - atrium kiri
  - e. atrium kiri - nadi - seluruh tubuh - ventrikel kiri
6. Di antara pernyataan berikut yang **bukan** ciri pembuluh vena adalah ....
  - a. membawa darah menuju jantung
  - b. letaknya di daerah permukaan
  - c. tekanan lemah
  - d. diselubungi otot rangka
  - e. tempat keluarnya darah dari jantung
7. Jika seseorang terkena luka, darah yang keluar akhirnya dapat terhenti kejadian ini melibatkan ....
  - a. hemoglobin
  - b. albumin
  - c. sel darah putih
  - d. trombosit
  - e. sel darah merah
8. Jika seseorang kekurangan eritrosit, tubuhnya menjadi pucat. Keadaan ini dinamakan ....
  - a. leukemia
  - b. anemia
  - c. sianosis
  - d. leukositosis
  - e. leukopenia
9. Jantung katak terdiri atas ....
  - a. tiga atrium
  - b. dua ventrikel dan satu atrium
  - c. satu ventrikel dan dua atrium
  - d. satu ventrikel dan satu atrium
  - e. dua ventrikel dan dua atrium

10. Bagian jantung yang paling tebal adalah ....
  - a. dinding atrium kiri
  - b. dinding atrium kanan
  - c. dinding ventrikel kiri
  - d. dinding ventrikel kanan
  - e. dinding atrium kiri dan ventrikel kiri

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

1. Jelaskan peredaran darah terbuka dan peredaran darah tertutup!
2. Sebutkan fungsi darah!
3. Jelaskan proses pembekuan darah, lengkapi dengan skemanya!
4. Tuliskan perbedaan arteri dan vena!
5. Sebutkan dan jelaskan kelainan atau penyakit pada sistem peredaran darah yang disebabkan oleh faktor fisiologis!

Kerjakan tugas berikut yang akan mengembangkan **wawasan produktivitas, keingintahuan dan kecakapan hidup** kalian!

**Tugas Portofolio**

Buatlah paper tentang hubungan antara pola makan salah dengan penyakit jantung koroner, carilah dari berbagai referensi, berilah solusi untuk menyikapi masalah tersebut!

# Evaluasi

## Semester I

A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, d atau e!

1. Osmosis adalah ....
  - a. peristiwa perpindahan molekul zat dari tempat yang memiliki konsentrasi tinggi ke tempat yang konsentrasinya rendah untuk meniadakan konsentrasi
  - b. memasukkan zat-zat padat atau tetes cairan melalui membran sel
  - c. mengeluarkan zat-zat padat atau tetes cairan melalui membran sel
  - d. perpindahan molekul air melalui membran selektif permisiabel dari tempat yang konsentrasi zatnya rendah ke tempat yang konsentrasi zatnya tinggi menggunakan energi (ATP) dan enzim pengangkut
  - e. perpindahan molekul air melalui selaput semipermeabel dari larutan hipotonis ke hipertonis
2. Yang mempunyai bentuk dan berbentuk diskus, misalnya pada ....
  - a. sel pada kulit manusia
  - b. sel otot
  - c. sel darah
  - d. sel-sel saraf
  - e. sel-sel pada kulit hewan
3. Dinding sel tumbuhan agak kaku dan terbuat dari ....
  - a. lipida
  - b. selulosa
  - c. protein
  - d. pati
  - e. lipida dan pati
4. Dinding sel hewan terdapat di dalam suatu bungkus yang lebih fleksibel yang disebut ....
  - a. pelikel
  - b. folikel
  - c. tentakel
  - d. plasmodesma
  - e. vakuola

5. Sel tumbuhan yang menyusun kenari dan kelapa sehingga menjadi kuat dan keras adalah ....
  - a. parenkim
  - b. skelerenkim
  - c. trakeid
  - d. sklereid
  - e. kolenkim
6. Yang **bukan** ciri-ciri jaringan parenkim adalah ....
  - a. letak selnya tidak rapat
  - b. selnya hidup dan berkloroplas
  - c. banyak mengandung vakuola
  - d. banyak mengandung rongga-rongga antarsel
  - e. selnya berdinding tebal
7. Suatu ikatan pembuluh di mana letak xilem dan floem berselang-seling secara radial adalah ikatan pembuluh yang bertipe ....
  - a. bikolateral
  - b. konsentris
  - c. radial
  - d. amfikribal
  - e. ampivasal
8. Yang merupakan fungsi daun adalah ....
  - a. alat penyimpan bahan makanan cadangan
  - b. tempat fotosintesis
  - c. menyerap air dan zat-zat makanan
  - d. memperkokoh berdirinya batang
  - e. alat pembentuk sel kelamin
9. Bagian utama jaringan darah yang berwujud cairan disebut ....
  - a. eritrosit
  - b. plasma darah
  - c. leukosit
  - d. trombosit
  - e. sel-sel darah
10. Di antara pernyataan berikut yang merupakan fungsi jaringan pengikat adalah ....
  - a. membantu proses transportasi
  - b. tempat cadangan makanan
  - c. membentuk tendon dan ligamen
  - d. meneruskan rangsang
  - e. sebagai perlindungan

11. Epitel pada rongga hidung adalah ....
  - a. epitel peralihan
  - b. epitel pipih berlapis banyak
  - c. epitel silindris tendon dan ligamen
  - d. epitel silindris selapis
  - e. epitel kubus selapis
12. Bagian neuron menjulur keluar dari badan sel yang berfungsi membawa rangsang ke badan sel adalah ....
  - a. dendrit
  - b. badan sel
  - c. neurit
  - d. selubung Myelin
  - e. selubung Schwan
13. Otot polos sifat kontraktsinya ....
  - a. cepat, tidak mudah lelah, dipengaruhi kemauan
  - b. cepat, mudah lelah, tidak dipengaruhi kemauan
  - c. lambat, tidak mudah lelah, tidak dipengaruhi kemauan
  - d. lambat, tidak mudah lelah, dipengaruhi kemauan
  - e. lambat, mudah lelah, tidak dipengaruhi kemauan
14. Otot usus tersusun oleh otot ....
  - a. lurik
  - b. polos
  - c. jantung
  - d. lurik dan otot jantung
  - e. serat lintang
15. Dari gerak antagonis di bawah ini, pasangan yang cocok adalah ....
  - a. fleksi - abduksi
  - b. pronasi - supinasi
  - c. pronasi - abduksi
  - d. abduksi - ekstensi
  - e. rotasi - abduksi
16. Contoh gerak abduksi antara lain ....
  - a. tendon
  - b. fasia
  - c. origo
  - d. serabut otot
  - e. ventrikel

17. Gejala asidosis pada penderita pneumonia adalah manifestasi dari gangguan proses pengangkut ....
  - a. oksigen
  - b. karbon dioksida
  - c. karbon monoksida
  - d. karbon anhidrosa
  - e. oksihemoglobin
18. Arteriosklerosis adalah pengerasan pembuluh darah yang disebabkan oleh ....
  - a. endapan lemak
  - b. endapan kapur
  - c. kelebihan kolesterol
  - d. kelebihan gula
  - e. kelebihan garam
19. Aglutinasi akan terjadi bila ....
  - a. golongan darah A ditransfusikan ke golongan darah AB
  - b. golongan darah B ditransfusikan ke golongan darah AB
  - c. golongan darah O ditransfusikan ke golongan darah AB
  - d. golongan darah O ditransfusikan ke golongan darah A
  - e. golongan darah A ditransfusikan ke golongan darah O
20. Pelebaran abnormal pembuluh vena pada daerah kaki disebut ....
  - a. sklerosis
  - b. varises
  - c. wasir
  - d. ambeien
  - e. hemofilia

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

1. Sebutkan unsur-unsur anorganik yang terdapat di dalam protoplasma!
2. Sebutkan macam-macam pembuluh angkut pada tumbuhan!
3. Jelaskan perbedaan hewan diploblastik dan hewan triploblastik!
4. Bagaimanakah mekanisme kontraksi otot?
5. Jelaskan cara kerja otot jantung saat kontraksi dan relaksasi!

## Bab VI

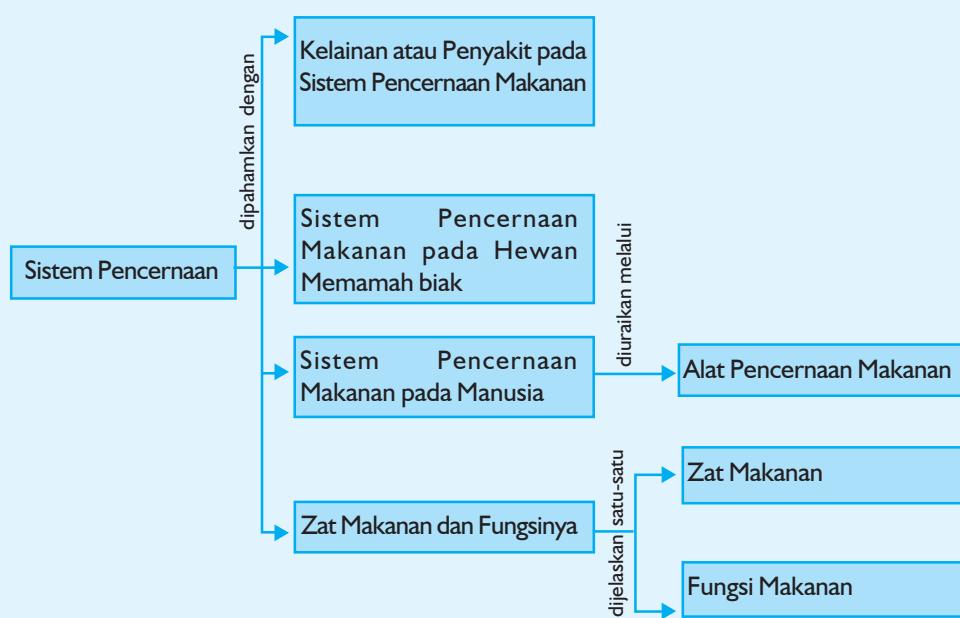
# Sistem Pencernaan

### Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar: Glorier Mengenal Ilmu Pangan Dunia

Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat menjelaskan pencernaan makanan pada manusia dan hewan, pentingnya makanan bagi kalian, selain itu kalian juga dapat menjelaskan kelainan atau penyakit yang dapat terjadi pada sistem pencernaan makanan.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab VI:

1. Zat makanan
2. Pencernaan



**Gambar** Energi mobil adalah bensin begitu pula manusia memerlukan makan untuk energinya  
**Sumber:** CD Image

Semua kegiatan memerlukan energi, seperti mengemudi mobil. Energi mobil berasal dari bahan-bahan kimia pada bensin. Bensinnya tubuh adalah makanan. Pencernaan mengubah tepung dan karbohidrat yang lain menjadi glukosa, yang kemudian "dibakar" untuk menghasilkan energi. Sebagian dari energi tersebut adalah panas, sebagian lagi diubah di dalam sel-sel otot menjadi energi untuk gerakan.

## A. Zat Makanan dan Fungsinya

Zat makanan merupakan bahan-bahan yang diperlukan oleh tubuh supaya dapat tetap hidup. Ada 2 jenis zat makanan, yaitu zat makanan makro (karbohidrat, lemak, protein, air) dan zat makanan mikro (vitamin, mineral).

### 1. Fungsi Makanan

Makanan mempunyai berbagai fungsi, antara lain:

- Pertumbuhan dan perkembangan tubuh.
- Pemeliharaan dan perbaikan sel-sel tubuh yang telah rusak atau tua.
- Pengaturan metabolisme tubuh.
- Penjaga keseimbangan cairan tubuh.
- Pertahanan tubuh terhadap penyakit.
- Penghasil energi.

**Makanan yang baik yang memenuhi persyaratan sebagai berikut:**

- Higienis, yaitu tidak mengandung kuman-kuman penyakit dan zat racun yang membahayakan tubuh.
- Bergizi, yaitu cukup mengandung kalori, karbohidrat, lemak, dan protein yang mengandung 10 asam amino esensial.
- Mudah dicerna.
- Bervitamin dan bermineral.
- Cukup mengandung air.

Tugas 6.1 berikut ini akan menumbuhkan **keingintahuan** dan mengembangkan **kecakapan personal** dan akademik kalian.

### Tugas 6.1

Uraikanlah dalam buku tugas kalian!

Mengapa air dikategorikan sebagai zat makanan makro?

### 2. Zat Makanan

#### a. Karbohidrat

Karbohidrat atau hidrat arang merupakan senyawa yang mengandung C, H, dan O dengan perbandingan H dan O = 2 : 1 dan dinyatakan dengan rumus umum  $C_n(H_2O)_n$ . Secara kimiawi, karbohidrat dapat didefinisikan sebagai turunan aldehida (polihidroksi aldehid) atau turunan keton

(polihidroksi keton) dari alkohol, atau juga karbohidrat berarti senyawa yang dapat dihidrolisis (bereaksi dengan air) menghasilkan aldehida atau keton.

Berdasarkan panjang rantai karbon, karbohidrat dibagi 3, yaitu:

1) *Monosakarida*

Merupakan karbohidrat yang tidak bisa dihidrolisis menjadi bentuk yang lebih sederhana dibagi menjadi triosa, tetrosa, pentosa, heksosa, heptosa. Heksosa dalam tubuh antara lain glukosa, galaktosa, fruktosa dan manosa.

2) *Oligosakarida*

Menghasilkan 2 - 6 monosakarida melalui hidrolisis. Oligosakarida yang penting dalam tubuh adalah disakarida yang menghasilkan 2 monosakarida jika dihidrolisis, contoh disakarida antara lain: sukrosa (gula pasir), laktosa (gula susu), dan maltosa (gula gandum).

Hidrolisis sukrosa menghasilkan glukosa dan fruktosa.

Hidrolisis laktosa menghasilkan galaktosa dan glukosa.

Hidrolisis maltosa menghasilkan dua molekul glukosa.

3) *Polisakarida*

Menghasilkan lebih dari 6 monosakarida melalui hidrolisis. Contoh: pati, glikogen, insulin, selulosa, dekstrin.

**Sumber Karbohidrat**

Sumber karbohidrat yaitu: padi-padian (beras, gandum, jagung), umbi-umbian (singkong, ubi, kentang), tepung, sagu.

**Fungsi Karbohidrat:**

- 1) Sebagai sumber energi utama.
- 2) Berperan penting dalam metabolisme.
- 3) Menjaga keseimbangan asam dan basa.
- 4) Pembentukan struktur sel, jaringan, dan organ tubuh.
- 5) Membantu proses pencernaan makanan dalam saluran pencernaan, misalnya selulosa.
- 6) Membantu penyerapan kalsium, misalnya laktosa.
- 7) Bahan pembentuk senyawa kimia lain, seperti lemak dan protein.
- 8) Karbohidrat beratom C lima buah, yaitu ribosa adalah komponen DNA dan RNA.

**b. Lemak**

Persenyawaan antara asam lemak dan gliserol disebut "lemak", tersusun atas unsur C, H, dan O, serta terkadang P dan N.

Lemak tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik, seperti eter, kloroform, dan minyak tanah.

Lemak dibedakan menjadi 3, yaitu:

1) *Lemak sederhana*

Yang termasuk lemak sederhana, yaitu lemak dan minyak. Tersusun dari trigliserida (satu gliserol dan tiga asam lemak).

2) *Lemak campuran*

Yang termasuk lemak campuran, yaitu fosfolipid, fosfatid, dan lipoprotein.

*Fosfolipid* merupakan komponen pembentuk struktur dinding sel, berfungsi untuk mencegah terjadinya penguapan air yang berlebihan.

*Fosfatid*, dibentuk oleh tubuh sendiri dari asam lemak, gliserin, kolin, dan fosfat, berfungsi untuk mengatur timbunan lemak di dalam tubuh. Banyak terdapat dalam kuning telur, otak, dan urat saraf.

*Lipoprotein* merupakan lemak yang mengandung unsur N, berfungsi untuk mengangkut beberapa jenis zat makanan dari saluran pencernaan ke seluruh sel atau jaringan tubuh yang membutuhkan.

3) *Lemak asli*

Yang termasuk lemak asli antara lain asam lemak, sterol, kolesterol, dan pelarut vitamin D.

### Sumber Lemak

Bahan makanan sumber lemak ada 2 jenis, yaitu:

1) *Lemak nabati (asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh)*

Lemak nabati umumnya mengandung asam lemak tidak jenuh, kecuali minyak kelapa. Contoh lemak nabati, yaitu: minyak kelapa sawit, minyak kelapa, minyak zaitun, minyak jagung, minyak bunga matahari, margarin dan kacang-kacangan.

2) *Lemak hewani (asam lemak jenuh)*

Lemak hewani mengandung asam lemak jenuh, kecuali ikan dan kerang.

Contoh lemak hewani, yaitu: mentega, susu, keju, daging, ikan, dan kuning telur.

### Fungsi Lemak

Fungsi lemak antara lain:

- 1) Sumber energi.
- 2) Pelarut vitamin A, D, E, dan K.
- 3) Sumber asam lemak esensial.

- 4) Pelindung organ tubuh.
- 5) Penyebab lamanya pengosongan lambung sehingga memberi rasa kenyang lebih lama.

Kerjakan Latihan 6.1 berikut ini yang akan menumbuhkan **keingintahuan** dan mengembangkan **kecakapan personal** dan **akademik** kalian!

### Latihan 6.1

Berikan ulasan yang lengkap! Apakah kolesterol itu?

#### c. Protein

Protein didefinisikan sebagai senyawa majemuk yang terdiri atas unsur-unsur C, H, O, N, dan kadang-kadang mengandung pula unsur P dan S. Protein terdiri atas senyawa-senyawa sederhana yang disebut asam amino. Jenis asam amino amat banyak, namun secara sederhana dapat dibedakan menjadi asam amino esensial dan asam amino non esensial seperti dalam Tabel 6.1 berikut.

#### Tahukah kamu?

Kekurangan protein dalam waktu lama dapat mengganggu proses dalam tubuh, mengurangi daya tahan terhadap penyakit, dan menimbulkan kwashiorkor (penyakit kekurangan protein). Selain itu jika tubuh kekurangan energi dan protein, akan timbul penyakit marasmus (hambatan pertumbuhan).

*Sumber: Ensiklopedi Umum untuk Pelajar Jilid 8, 2005: 131*

**Tabel 6.1 Asam amino esensial dan non esensial**

Esensial untuk orang dewasa	Esensial hanya untuk bayi	Non esensial
Isoleusin	Arginin	Alanin
Leusin	Histidin	Asparagin
Lisin		Asam aspartat
Metionin		Sistein
Fenilalanin		Sistin
Treonin		Asam glutamat
Valin		Glutamin
		Glisin
		Prolin
		Serin
		Tiroksin

## Sumber Protein

Protein dapat diperoleh dari:

- 1) Protein hewani (dari hewan): daging, telur, susu, dan ikan.
- 2) Protein nabati (dari tumbuhan): kacang-kacangan terutama kedelai.

## Fungsi Protein

Fungsi protein antara lain:

- 1) Sintesis zat-zat penting tubuh, seperti hormon, enzim, dan antibodi.
- 2) Pertumbuhan, perbaikan, dan pemeliharaan jaringan tubuh.
- 3) Pelaksanaan metabolisme tubuh.
- 4) Penyeimbangan asam dan basa cairan tubuh karena berperan sebagai buffer.
- 5) Pemeliharaan tekanan cairan dalam sekat rongga tubuh.
- 6) Penyediaan sumber energi, di mana 1 gramnya terkandung 4,1 kalori.
- 7) Penetrasi (detoksifikasi) racun di dalam tubuh.

### d. Air

#### Fungsi Air

- 1) Pelarut senyawa-senyawa lainnya.
- 2) Mengangkut zat lain dari sel ke sel atau dari jaringan ke jaringan lainnya.
- 3) Menjaga stabilitas suhu tubuh.  
Pengaturan air di dalam tubuh dikendalikan oleh berbagai kelenjar buntu, seperti hipofisis, tiroid, anak ginjal, dan alat pengeluaran seperti kulit melalui kelenjar keringat.

#### Tahukah kamu?

Dahulu air disangka unsur murni. Namun pada 1781 Henry Cavendish (1731-1810), ahli fisika dan kimia asal Inggris menemukan bahwa air terbentuk bila hidrogen (H) terbakar di udara.

Sumber: Ensiklopedi Umum untuk Pelajar Jilid 1, 2005

### e. Mineral

Mineral-mineral yang dibutuhkan oleh tubuh dikelompokkan menjadi makroelemen dan mikroelemen.

#### Makroelemen

Unsur-unsur yang diperlukan tubuh dalam jumlah besar disebut makroelemen, seperti terlihat pada Tabel 6.2 berikut!

**Tabel 6.2 Makroelemen**

Unsur	Fungsi	Banyak terdapat pada
Kalsium (Ca)	Pembekuan darah, pembentukan tulang dan gigi, penerimaan dan transmisi rangsang, kontraksi dan relaksasi otot.	Susu, sayur-mayur, udang, kuning telur, mentega, kacang, dan keju.

Unsur	Fungsi	Banyak terdapat pada
Fosfor (P)	Pembentukan tulang dan gigi, mengatur keseimbangan asam dan basa darah, membantu kontraksi otot, unsur utama sel tubuh pengatur aktivitas hormonal, dan membantu absorpsi serta transportasi zat-zat makanan.	Susu, daging, ikan, kacang, padi, telur, serta sayuran hijau.
Natrium (Na)	Memelihara keseimbangan asam basa, mengatur tekanan osmotik tubuh, permeabilitas sel, dan transmisi impuls saraf.	Garam dapur (NaCl), ikan, dan makanan laut.
Klorin (Cl)	Menjaga tekanan osmotik, asam basa, kadar air dalam tubuh, membantu HCl pada lambung, dan memelihara keseimbangan cairan elektrolit.	Garam dapur, ikan, dan makanan laut.
Kalium (K)	Pertumbuhan, mengatur tekanan osmotik dan kentalan cairan tubuh, kontraksi otot, transmisi impuls saraf, katalisator reaksi kimia, mengatur pelepasan insulin, dan memelihara denyut jantung.	Hampir semua makanan, khususnya yang mengandung protein.
Magnesium (Mg)	Aktivator pembentukan eritrosit dan tulang, sintesis protein, respirasi sel, katalisator reaksi yang melibatkan ATP dan ADP serta memelihara kesehatan otot dan saraf.	Sayuran hijau, hati, dan telur.
Belerang (S)	Membentuk protein dan keratin, penyimpanan dan pembebasan energi, peningkatan kerja beberapa enzim, pemeliharaan otot dan saraf, penetralan racun, dan sebagai komponen asam nukleat, asam lemak dan protein.	Makanan berprotein.

## Mikroelemen

Mikroelemen merupakan unsur-unsur yang diperlukan tubuh dalam jumlah yang sangat sedikit namun berperan vital bagi proses metabolisme, misalnya pada Tabel 6.3 berikut!

**Tabel 6.3 Mikroelement**

Unsur	Fungsi	Banyak terdapat pada
Zat besi (Fe)	Pembentukan hemoglobin dan mioglobin, respirasi sel, reaksi biokimia tubuh, konstituen enzim seluler.	Daging, telur, hati, keju, dan sayuran hijau.
Fluorin (F)	Menguatkan gigi dan tulang serta mencegah penyakit periodontal dan osteoporosis.	Kuning telur, susu dan otak.
Iodium (I)	Pembentukan hormon tiroksin oleh kelenjar tiroid.	Bahan laut, tumbuhan yang hidup dekat pantai dan garam.
Tembaga (Cu)	Pembentukan enzim yang berperan dalam metabolisme dan pembuatan hemoglobin, pada ibu menyusui membantu pembentukan ASI, membantu dalam mengabsorbsi zat besi, sintesis hormon, dan memelihara sistem saraf dan kimia darah.	Hati, daging, ginjal, kerang, kacang, sayur, dan padi.
Unsur-unsur peruntuk ( <i>trace-element</i> )	Mempertahankan metabolisme tubuh berjalan dengan lancar.	Mangan (Mn), Kromium (Cr), Kobalt (Co), dan Selenium (Se)

### f. Vitamin

Senyawa organik yang terdapat dalam makanan dan dibutuhkan untuk pertumbuhan yang normal dinamakan vitamin.

Menurut kelarutannya vitamin dibedakan menjadi 2 golongan, yaitu:

- 1) Vitamin yang larut dalam air: vitamin B dan C.
- 2) Vitamin yang larut dalam lemak: vitamin A, D, E, dan K.

Kerjakan Latihan 6.2 berikut yang akan menumbuhkan **keingintahuan**, dan mengembangkan **kecakapan personal** dan **akademik** kalian!

### Latihan 6.2

Buatlah daftar tentang defisiensi dari setiap mineral di atas dan berbagai vitamin meliputi fungsi, sumber, dan defisiensinya!

**B.**

## Sistem Pencernaan Makanan pada Manusia

Saluran pencernaan dan kelenjar-kelenjar pencernaan dalam tubuh akan membentuk suatu sistem yang disebut sistem pencernaan.

Molekul-molekul zat makanan yang berukuran besar akan diubah menjadi molekul-molekul yang lebih kecil agar dapat diserap oleh dinding usus. Proses perubahan tersebut disebut sebagai pencernaan.

### Alat Pencernaan Makanan

Alat-alat pencernaan makanan berfungsi mencernakan makanan sehingga dapat diserap oleh usus halus. Saluran pencernaan makanan meliputi mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, dan anus.

#### 1. Mulut

Di dalam mulut terjadi pencernaan secara mekanik dan kimia. Di dalam mulut terdapat gigi, lidah, kelenjar ludah.

##### a. Lidah

Berfungsi sebagai alat pengecap, membantu mendorong makanan dalam proses penelan, membantu membersihkan mulut dan membantu bersuara.

##### b. Kelenjar ludah

Berfungsi untuk melarutkan makanan, memudahkan penelan, dan melindungi selaput mulut terhadap panas, dingin, asam, dan basa.

Kelenjar ludah ada 3 bagian, yaitu:

- 1) Glandula parotis, menghasilkan ludah yang berbentuk air.
- 2) Glandula submaksilaris, menghasilkan getah yang mengandung air dan lendir.
- 3) Glandula sublingualis, menghasilkan getah yang mengandung air dan lendir.

### c. Gigi

Susunan gigi manusia dapat ditulis sebagai berikut:

Susunan gigi sulung			Susunan gigi tetap		
Jenis gigi	P C I	I C P	Jenis gigi	M P C I	I C P M
Rahang atas	2 1 2	2 1 2	Rahang atas	3 2 1 2	2 1 2 3
Rahang bawah	2 1 2	2 1 2	Rahang bawah	3 2 1 2	2 1 2 3

#### Keterangan:

- I = Inisisivus = gigi seri  
C = Caninus = gigi taring  
P = Premolar = geraham depan  
M = Molar = geraham belakang

### 2. Kerongkongan (Esofagus)

Di dalam kerongkongan terjadi gerakan peristaltik, gerakan inilah yang membantu mendorong makanan dari rongga mulut ke lambung lebih kurang selama 6 detik.

### 3. Lambung (Ventrikel)

Lambung tersusun atas 3 bagian, yaitu:

- Kardiak, terdapat otot sfinkter kardiak yang akan membuka jika ada makanan masuk.
- Fundus, merupakan bagian tengah lambung dengan bentuk membulat.
- Pilorus, bagian bawah lambung yang berdekatan dengan usus halus, di dekat pilorus terdapat sfinkter pilorus yang dapat bergerak secara peristaltik sama dengan gerak pada esofagus.

Dinding lambung menghasilkan hormon gastrin dan getah lambung yang berfungsi merangsang dinding lambung agar mensekresikan getah lambung.

Di dalam getah lambung terkandung asam klorida (HCl), enzim pepsin, lipase, dan renin.

- Asam klorida (HCl) berfungsi membunuh kuman yang ikut bersama makanan, mengaktifkan pepsinogen menjadi pepsin, merangsang membuka dan menutupnya sfinkter pilorus, dan merangsang sekresi getah usus.
- Pepsin berfungsi memecah protein menjadi pepton.
- Lipase berfungsi mencerna lemak.
- Renin berfungsi menggumpalkan kasein yang terdapat dalam susu.

#### **4. Usus Halus (*Intestinum*)**

Usus halus terbagi atas 3 bagian, yaitu:

- a. Duodenum (usus 12 jari) karena panjangnya sekitar 12 jari orang dewasa yang disejajarkan.
- b. Jejenum (usus kosong) karena pada orang yang telah meninggal bagian usus tersebut kosong.
- c. Ileum (usus penyerapan) karena pada bagian inilah zat-zat makanan diserap oleh tubuh.

Pencernaan di dalam intestinum juga dibantu oleh pankreas. Organ ini dapat berperan sebagai kelenjar endokrin dengan menghasilkan hormon insulin dan sebagai kelenjar eksokrin dengan menghasilkan getah pencernaan berupa tripsin, amilase, dan lipase.

- a. Insulin berfungsi untuk mempertahankan kestabilan kadar gula darah.
- b. Tripsin berfungsi memecah protein menjadi pepton.
- c. Amilase berfungsi mengubah amilum menjadi maltosa.
- d. Lipase berfungsi mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol.

#### **5. Usus Besar**

Di dalam usus besar sisa makanan akan dibusukkan oleh bakteri *Escherichia coli* menjadi feses. Agar sisa makanan yang masuk ke dalam kolon tidak kembali ke intestinum, di perbatasan kedua usus tersebut terdapat klep yang bernama klep ileosekum. Di dalam kolon juga terjadi penyerapan air yang masih tersisa pada makanan sehingga feses menjadi padat. Feses tersebut melalui gerak peristaltik, kolon akan ter dorong sedikit demi sedikit sehingga mendekati poros usus (rektum). Akibatnya, timbul rangsangan untuk buang air besar (defekasi). Rangsangan itu disebut gastrokolik. Feses akhirnya dikeluarkan tubuh melalui anus.

Tugas 6.2 menumbuhkan **etos kerja, kreativitas, rasa ingin tahu, mengembangkan kecakapan personal dan akademik kalian dan bersyukur kepada Tuhan YME** yang telah mengatur proses pencernaan.

#### **Tugas 6.2**

Ringkaslah secara garis besar proses pencernaan makanan pada manusia! Tunjukkan dengan bagan atau diagram! Bandingkan dengan teman kalian!

## C. Sistem Pencernaan Makanan pada Hewan

### Memamah Biak

Beberapa struktur khusus sistem pencernaan ruminansia yang membedakannya dengan hewan-hewan pemakan hewan dan pemakan segala antara lain:

1. Gigi serinya mempunyai bentuk yang sesuai untuk menjepit makanannya yang berupa rumput atau tumbuhan.
2. Geraham belakang besar berbentuk datar dan lebar.
3. Rahangnya bergerak menyamping untuk menggiling dan menggilas makanan.
4. Struktur lambungnya kompleks dengan empat ruangan yang berbeda, yaitu rumen, retikulum, omasum, dan abomasum.
5. Ukuran panjang ususnya, dibanding hewan karnivora atau omnivora yang ukuran tubuhnya sama, usus ruminansia jauh lebih panjang.
6. Pada ususnya hidup koloni bakteri yang merupakan simbiosis mutualisme dengan ruminansia.

Tugas 6.3 berikut menambah **rasa ingin tahu** kalian.

#### Tugas 6.3

Bagaimakah proses pencernaan makanan pada ruminansia, carilah dari berbagai referensi? Diskusikan dengan kelompok kalian masing-masing!

## D. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Pencernaan Makanan

### 1. Gangguan pada Mulut

- a. Parotis atau gondong, yaitu infeksi pada kelenjar parotis.
- b. Xerostomia, yaitu produksi air liur yang amat sedikit.

### 2. Gangguan pada Lambung

- a. Gastritis: radang akut pada dinding lambung karena makanan yang kotor.
- b. Kolik: salah cerna akibat makanan yang masuk terlalu banyak.

### 3. Gangguan pada Usus

- a. Diare: injeksi kuman pada kolon yang mengakibatkan feses terlalu cepat keluar.
- b. Sembelit: keadaan sulit buang air besar akibat penyerapan air khim pada ileum berlebihan.

- c. Apendisitis: keadaan apendiks yang meradang.
  - d. Hemoroid: keadaan membengkaknya vena pada anus.
- Gangguan pada alat pencernaan bisa pula akibat keracunan makanan. Keracunan ini umumnya disebabkan oleh bakteri, seperti *Salmonella* yang dapat menyebabkan penyakit tifus dan *Clostridium* yang dapat menyebabkan kelumpuhan bahkan kematian. Bakteri *Clostridium* umumnya terdapat pada makanan kaleng yang kadaluwarsa.

Untuk menumbuhkan **keingintahuan** dan mengembangkan **kecakapan akademik** kalian, kerjakan Tugas 6.4 berikut!

### Tugas 6.4

Carilah kelainan atau penyakit yang lainnya pada sistem pencernaan makanan!

#### Rangkuman

1. Zat makanan merupakan bahan-bahan yang diperlukan oleh tubuh supaya dapat tetap hidup.
2. Zat makanan terdiri dari karbohidrat, lemak, protein, air, mineral dan vitamin.
3. Fungsi makanan adalah pertumbuhan dan perkembangan tubuh, pemeliharaan dan perbaikan sel-sel tubuh yang telah rusak atau tua, pengaturan metabolisme tubuh, menjaga keseimbangan cairan tubuh, pertahanan tubuh terhadap penyakit, dan penghasil energi.

#### Evaluasi

- A. **Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (x) pada huruf a, b, c, d, atau e!**
1. Zat dalam makanan yang paling cepat dipakai dalam pembakaran adalah ....

a. protein	d. vitamin
b. karbohidrat	e. mineral
c. lemak	

2. Jenis makanan yang akan langsung diserap tubuh tanpa melalui pencernaan adalah ....
  - a. gandum
  - b. kacang tanah
  - c. selulosa
  - d. minyak goreng
  - e. air
3. Fungsi karbohidrat adalah ....
  - a. zat pembangun
  - b. sumber energi dan pelarut vitamin A dan D
  - c. untuk pertumbuhan dan pemeliharaan kesehatan
  - d. mengangkut nutrisi dan medium berbagai reaksi kimia
  - e. sumber energi, metabolisme tubuh, menjaga keseimbangan asam basa
4. Di dalam rongga mulut yang berperan dalam proses pencernaan adalah ....
  - a. enzim, ludah, dan lidah
  - b. gigi dan lidah
  - c. enzim, air, dan gigi
  - d. kelenjar ludah, lidah, dan enzim
  - e. gigi, lidah, dan kelenjar ludah
5. Pencernaan makanan adalah ....
  - a. pergerakan makanan di dalam usus
  - b. penghancuran makanan secara mekanik
  - c. penyerapan makanan oleh jonjot usus
  - d. pemecahan makanan hingga dapat diserap usus
  - e. penghancuran makanan dengan bantuan enzim
6. Pernyataan berikut ini benar untuk pencernaan makanan dalam mulut adalah ....
  - a. hanya secara mekanis
  - b. hanya secara kimiawi
  - c. karbohidrat secara mekanis saja
  - d. protein secara kimiawi saja
  - e. karbohidrat secara mekanis dan kimiawi
7. Agar dapat diserap oleh usus, protein diubah menjadi ....
  - a. asam lemak oleh enzim pepsin
  - b. asam amino oleh protease
  - c. protein cair oleh HCl
  - d. monosakarida oleh enzim
  - e. asam amino dan asam lemak

8. Mineral yang dibutuhkan supaya pertumbuhan gigi dan tulang tetap baik adalah ....
  - a. yodium dan besi
  - b. belerang dan tembaga
  - c. besi dan kalsium
  - d. fosfor dan kalsium
  - e. yodium dan tembaga
9. Bahan makanan yang banyak mengandung protein hewani adalah ....
  - a. beras
  - b. mentega
  - c. tempe
  - d. ikan mas
  - e. tahu
10. Parotis adalah gangguan sistem pencernaan yang disebabkan ....
  - a. infeksi kelenjar ludah
  - b. produksi saliva sangat sedikit
  - c. radang pada dinding lambung
  - d. rusaknya sel-sel kelenjar lambung
  - e. infeksi pada usus buntu

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

1. Sebutkan syarat-syarat makanan yang baik!
2. Tuliskan fungsi lemak bagi tubuh!
3. Jelaskan proses pencernaan pada hewan memamah biak!
4. Sebut dan jelaskan getah pencernaan yang dihasilkan oleh pankreas!
5. Sebutkan kelainan dan gangguan pada sistem pencernaan!

Tugas berikut ini akan mengembangkan **wawasan produktivitas**, menumbuhkan **keingintahuan**, dan mengembangkan **kecakapan personal** dan **akademik** kalian.

**Tugas Portofolio**

Buatlah paper ilmiah tentang:

- a. Diet benar dan diet salah.
- b. Mal Nutrisi.

Pilihlah salah satu dari 2 judul di atas!

## Bab VII

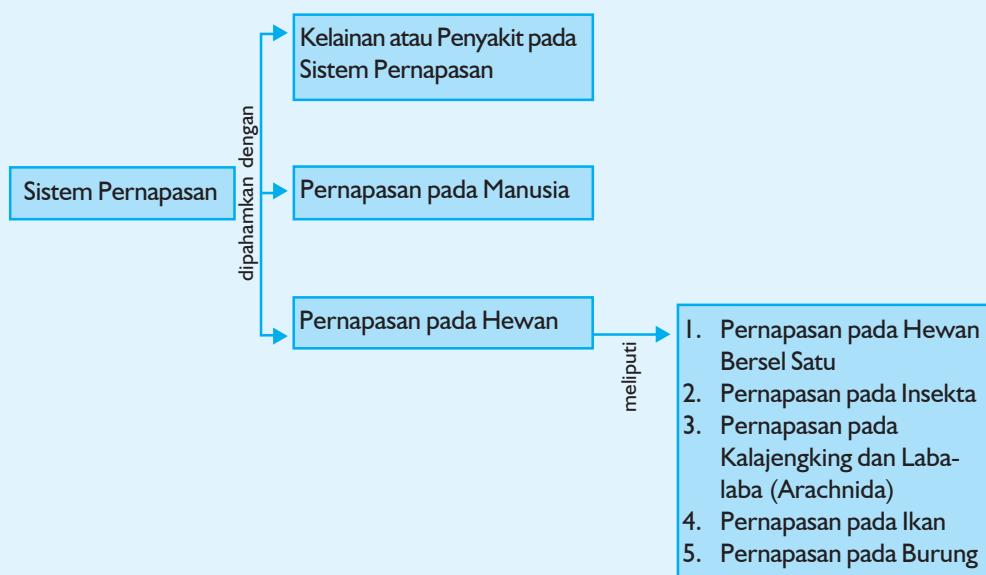
# Sistem Pernapasan

### Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar: Indonesian Heritage

Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat menjelaskan proses pernapasan manusia dan hewan, kalian dapat menjelaskan bagaimana kalian bernapas, selain itu kalian dapat menjelaskan kelainan atau penyakit yang bisa terjadi pada sistem pernapasan.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab VII:

1. Pernapasan
2. Oksigen
3. Paru-paru



**Gambar.** Kita bisa menghirup segarnya udara karena punya hidung

**Sumber:** Dokumentasi Penerbit

Coba bayangkan seandainya kita tidak mempunyai hidung, dari mana kita memasukkan oksigen?

Dengan mulut kita masih bisa memasukkan oksigen tetapi tidak ada yang menyaringnya.

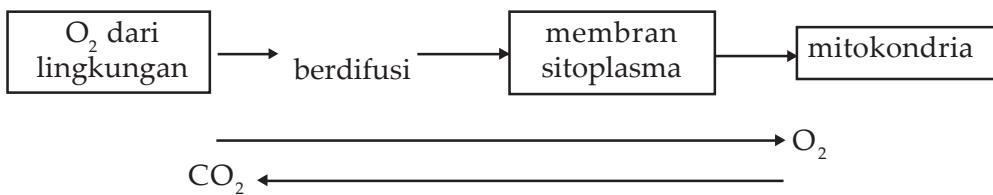
Hidung-faring-trakea-bronkus-bronkiolus-alveolus-paru-paru, merupakan saluran ajaib bagi keluar masuknya oksigen. Lebih jelasnya, pelajarilah bab ini dengan cermat!

## A. Pernapasan pada Hewan

Sistem pernapasan pada hewan amat bervariasi karena sistem organ tubuhnya juga bervariasi.

### 1. Pernapasan pada Hewan Bersel Satu

Hewan bersel satu belum memiliki sistem organ, pernapasannya terjadi secara langsung dari udara bebas langsung berdifusi ke dalam tubuhnya.



Skema 7.1 Pernapasan hewan bersel satu

Di dalam mitokondria  $O_2$  digunakan untuk memecah senyawa organik, sehingga dihasilkan energi dan zat sisa berupa air dan  $CO_2$ .  $CO_2$  dan  $O_2$  bergerak dengan arah yang berlawanan.  $O_2$  bergerak secara difusi dari membran menuju ke mitokondria, sedangkan  $CO_2$  bergerak dari mitokondria di dalam sitoplasma menuju membran terus ke udara bebas.

### 2. Pernapasan pada Insekt

Sistem pernapasannya berupa *sistem pernapasan trachea*. Alat pernapasan serangga adalah *pembuluh trachea*. Pembuluh trachea merupakan pembuluh udara yang memanjang dan bercabang-cabang menjadi halus (*trakeolus*) sehingga dapat mencapai seluruh jaringan tubuh. Udara keluar masuk melalui lubang kecil yang disebut *spirakel* yang terdapat pada setiap sisi ruas tubuh serangga.



Skema 7.2 Pernapasan pada insekt

Di dalam trakeolus terjadi pertukaran gas dengan sel-sel tubuh.

### 3. Pernapasan pada Kalajengking dan Laba-laba (Arachnida)

Alat pernapasannya berupa paru-paru buku (Arachnida hidup di darat) atau insang buku (Arachnida hidup di air).

Udara keluar masuk melalui spirakel yang disebabkan oleh gerakan otot yang teratur.

#### 4. Pernapasan pada Ikan

Organ pernapasan pada ikan adalah:

- a. Insang dengan bentuk lembaran-lembaran merah muda dengan jumlah 5 - 7 lembar.
- b. Setiap lembar terdiri atas sepasang filamen.
- c. Pada permukaan filamen terdapat struktur yang letaknya saling sejajar yang disebut lamela.
- d. Setiap lamela mengandung banyak pembuluh darah yang memungkinkan oksigen berdifusi masuk dan karbon dioksida keluar dari insang.

Bagaimana pernapasannya? Pernapasan dilakukan melalui 2 tahap, yaitu:

- a. *Inspirasi (tahap pengambilan oksigen)*  
 $O_2$  dimasukkan ke dalam insang melalui rongga mulut.
- b. *Ekspirasi (tahap pelepasan karbon dioksida)*  
 $CO_2$  dikeluarkan melalui celah insang.

Melalui celah ini air akan menyentuh lembar-lembar insang sehingga terjadilah pertukaran gas, ketika darah melepaskan  $CO_2$  dan mengikat  $O_2$  dari air. Beberapa ikan, misalnya ikan mas, memiliki gelembung sebagai alat bantu pernapasan. Alat ini membantu pernapasan ikan dalam memperoleh dan menyimpan  $O_2$ . Selain untuk menyimpan udara, gelembung renang berperan sebagai alat hidrostatik, yaitu alat untuk mengetahui tekanan tempat ikan berenang.

#### 5. Pernapasan pada Katak

Alat pernapasan pada katak terdiri atas selaput rongga mulut, kulit, dan paru-paru.

Mekanisme pernapasan:

##### a. *Selaput rongga mulut*

Bila faring dan rongga mulut bergerak, lubang hidung terbuka dan glotis tertutup sehingga udara masuk rongga mulut melalui selaput rongga mulut yang tipis.

##### b. *Kulit*

$O_2$  yang masuk melalui kulit akan melewati vena kulit (vena kutanea) kemudian ke jantung dan selanjutnya diedarkan ke seluruh tubuh.  $CO_2$  dari jaringan dibawa ke jantung dan selanjutnya ke kulit dan paru-paru melalui arteri kulit paru-paru (arteri pulmo kutanea).

### c. Paru-paru

Katak mempunyai sepasang paru-paru yang berbentuk gelembung tempat bermuara kapiler darah. Pada katak inspirasi dan ekspirasi berlangsung pada saat mulut tertutup.

#### 1) *Inspirasi*

Udara kaya O<sub>2</sub> masuk ke paru-paru lewat selaput rongga mulut dan kulit. Otot sternohioideus berkontraksi sehingga rongga mulut membesar, akibatnya udara luar yang kaya O<sub>2</sub> masuk ke dalam rongga mulut melalui koane. Kemudian koane menutup dan segera otot rahang bawah dan otot geniohioideus berkontraksi sehingga rongga mulut mengecil. Mengakibatkan rongga mulut mengakibatkan udara masuk ke celah-celah yang terbuka menuju ke paru-paru. Dalam paru-paru terjadi pertukaran gas, O<sub>2</sub> diikat oleh darah yang ada dalam pembuluh-pembuluh kapiler dinding paru-paru, sedangkan karbon dioksida dilepaskan.

#### 2) *Ekspirasi*

Udara miskin O<sub>2</sub> dilepaskan ke luar. Otot perut dan otot sternohioideus berkontraksi sehingga udara yang ada di dalam paru-paru tertekan ke luar dan masuk ke dalam rongga mulut. Celah tekak menutup dan koane membuka. Bersamaan dengan itu, otot rahang bawah berkontraksi yang segera diikuti oleh kontraksi otot geniohioideus, sehingga rongga mulut mengecil. Dengan mengecilnya rongga mulut, akibatnya udara dari paru-paru yang kaya CO<sub>2</sub> akan keluar melalui koane.

## 6. Pernapasan pada Burung

Alat pernapasan burung:

- a. 2 pasang lubang hidung.
- b. Celah tekak pada dasar hulu kerongkongan atau faring yang menghubungkan rongga mulut dengan trachea.
- c. Trachea atau batang tenggorok.
- d. Sepasang paru-paru yang dihubungkan dengan kantong-kantong hawa atau pundi-pundi hawa atau sakus pneumatikus.

Kantong hawa terdapat pada: pangkal leher (servikal), ruang dada bagian depan (toraks anterior), antara tulang selangka (korakoid), rongga dada bagian belakang (toraks posterior), rongga perut (saccus abdominalis), ketiak (saccus axilaris).

Fungsi kantong hawa, yaitu membantu pernapasan, terutama saat saat terbang, menyimpan cadangan udara (oksigen), memperbesar atau memperkecil berat jenis pada saat burung terbang, mencegah hilangnya panas tubuh yang terlalu banyak.

### a. Pernapasan saat tidak terbang

*Inspirasi:*

Otot antartulang rusuk berkontraksi sehingga menyebabkan rongga dada mengembang, demikian pula paru-paru ikut mengembang. Akibatnya, udara akan masuk ke dalam paru-paru. Sebagian udara diteruskan ke pundi-pundi udara.

*Ekspirasi:*

Rongga dada akan mengecil, sehingga tekanan paru-paru lebih besar dari pada tekanan udara luar sehingga udara keluar dari paru-paru. Bersamaan dengan mengecilnya rongga dada, udara dari pundi-pundi udara masuk ke paru-paru dan terjadi pelepasan O<sub>2</sub> dalam pembuluh kapiler paru-paru. Dengan demikian, pengambilan O<sub>2</sub> pada burung dilakukan baik pada tahap inspirasi maupun tahap ekspirasi.

### b. Pernapasan saat terbang

*Inspirasi:*

Pada saat sayap diangkat, kantong udara antarkorakoid terjepit, sedangkan pada ketika mengembang sehingga O<sub>2</sub> dapat masuk ke paru-paru.

*Ekspirasi:*

Pada saat gerakan sayap ke bawah kantong udara ketika terjepit, sedangkan kantong udara antar korakoid mengembang. Akibatnya, udara dari paru-paru keluar. Semakin tinggi burung terbang, semakin cepat gerak sayapnya guna memenuhi kebutuhan O<sub>2</sub>.

Latihan 7.1 berikut akan mengembangkan **keingintahuan** dan **kecakapan akademik** kalian.

### Latihan 7.1

Jelaskan sistem pernapasan pada ikan paru-paru (*Dipnoi*)!

## B. Pernapasan pada Manusia

### 1. Alat Pernapasan Manusia

Terdiri:

- a. Rongga hidung (*cavum nasales*)
- b. Faring
- c. Trachea (batang tenggorokan)
- d. Bronkus (cabang dari tenggorokan)
- e. Bronkiolus (cabang dari bronkus)
- f. Alveolus
- g. Paru-paru

### a. *Rongga hidung*

Merupakan tempat masuknya udara pernapasan. Di dalam rongga hidung udara akan mengalami:

- 1) Penyaringan, ditujukan kepada benda-benda asing yang tidak berbentuk gas, misalnya debu.  
Benda-benda tersebut dihalangi oleh rambut-rambut yang tumbuh ke arah luar lubang hidung.
- 2) Penghangatan, yaitu mengubah suhu udara agar sesuai dengan suhu tubuh.

### b. *Faring atau tekak*

Faring merupakan tempat terjadinya persimpangan antara saluran pernapasan dengan saluran pencernaan.

Di dalam faring terdapat:

- 1) Epiglotis bertugas mengatur pergantian perjalanan udara pernapasan dan makanan pada persimpangan tersebut.
- 2) Di bawah faring terdapat laring (pangkal tenggorok).
- 3) Pada laring terdapat celah yang disebut glotis yang menuju ke batang tenggorok, di dalam laring juga terdapat pita suara.

### c. *Trachea*

Merupakan pipa yang dindingnya terdiri atas 3 lapis, yaitu:

- 1) Lapis luar terdiri atas jaringan ikat.
- 2) Lapis tengah terdiri atas otot polos dan cincin tulang rawan.
- 3) Lapis terdalam terdiri atas jaringan epitel bersilia yang menghasilkan banyak lendir yang berfungsi untuk menangkap dan mengembalikannya ke hulu saluran pernapasan benda-benda asing yang akan masuk ke paru-paru bersama udara pernapasan.

Kerjakan Latihan 7.2 berikut agar kalian **berpikir kritis** dan mengembangkan **kecakapan sosial** dan **akademik** kalian!

### Latihan 7.2

Diskusikan!

Mengapa penderita asma, si penderita sukar untuk bernapas?

### d. *Bronkus*

Bronkus merupakan cabang batang tenggorok. Jumlahnya sepasang, yang satu menuju ke paru-paru kanan dan yang satu lagi menuju ke paru-paru kiri. Dinding bronkus juga terdiri atas 3 lapis, yaitu jaringan ikat, otot

polos, dan jaringan epitel, seperti pada trachea, perbedaannya adalah bahwa dinding trachea jauh lebih tebal dan cincin tulang rawan pada bronkus tidak berbentuk lingkar sempurna. Kedudukan bronkus yang ke kiri dan ke kanan berbeda. Yang ke kiri lebih mendatar daripada yang ke kanan. Hal ini merupakan salah satu sebab paru-paru kanan lebih mudah terserang penyakit.

**e. Bronkiolus**

Merupakan cabang dari bronkus. Bronkiolus ini bercabang-cabang menjadi saluran yang semakin halus. Sel-sel epitel bersilinya berubah menjadi sisik epitel.

**f. Alveolus**

Alveolus (saluran udara buntu) merupakan saluran akhir dari alat pernapasan. Alveolus berupa gelembung-gelembung udara. Pada bagian alveolus inilah terjadi pertukaran  $O_2$  dari udara bebas ke sel-sel darah, dan  $CO_2$  dari sel-sel darah ke udara bebas.

**g. Paru-paru**

Paru-paru manusia berjumlah sepasang kanan dan kiri. Masing-masing dibungkus oleh selaput pembungkus paru-paru yang dikenal dengan pleura. Pleura ini merupakan selaput tipis rangkap dua. Di antara selaput tersebut dengan paru-paru terdapat cairan limfa, yang berfungsi untuk melindungi paru-paru dari gerakan pada waktu mengembang dan mengempis. Mengembang dan mengempisnya paru-paru disebabkan perubahan tekanan dalam rongga dada.

## 2. Mekanisme Pernapasan Manusia

Pengambilan udara pernapasan dari udara bebas untuk masuk ke dalam tubuh atau paru-paru, serta mengeluarkan gas sisa ke udara bebas dinamakan bernapas. Pengambilan udara pernapasan ini dikenal dengan inspirasi, sedangkan pengeluarannya dikenal dengan ekspirasi. Berdasarkan otot yang berperan aktif, pernapasan manusia dan mamalia dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu:

**a. Pernapasan dada**

1) *Inspirasi*

Bila otot antartulang rusuk berkontraksi maka tulang-tulang rusuk terangkat sehingga volume rongga dada membesar. Akibatnya, tekanan udara di paru-paru mengecil sehingga udara di luar yang mempunyai tekanan lebih besar masuk ke dalam paru-paru.

2) *Ekspirasi*

Bila otot-otot antartulang rusuk relaksasi maka tulang-tulang rusuk tertekan sehingga rongga dada mengecil. Akibatnya, tekanan udara di paru-paru membesar sehingga udara keluar.

### b. Pernapasan perut

#### 1) *Inspirasi*

Bila diafragma berkontraksi sehingga mendatar, maka rongga dada membesar. Keadaan ini menyebabkan tekanan udara di paru-paru mengecil sehingga udara luar masuk.

#### 2) *Ekspirasi*

Bila otot diafragma relaksasi, maka rongga dada mengecil. Akibatnya tekanan di paru-paru membesar sehingga udara keluar.

### 3. Volume Udara Pernapasan

Jumlah udara yang keluar masuk paru-paru bergantung pada cara kita bernapas.

- a. Udara pernapasan (tidal volume), yaitu udara yang dihirup dan dikeluarkan dalam keadaan biasa (sekitar 500 cc). Setelah menghembuskan 500 cc masih tersisa 2500 cc lagi di paru-paru.
- b. Udara komplementer, yaitu udara sebanyak 1500 cc yang masih dapat dihirup lagi dengan cara inspirasi yang maksimum, setelah inspirasi biasa.
- c. Udara cadangan, yaitu udara sebanyak 1500 cc yang dapat diembuskan lagi pada ekspirasi maksimum dengan mengerutkan otot perut kuat-kuat.
- d. Udara residu (udara sisa), yaitu udara sebanyak 1000 cc yang tidak dapat dihembuskan lagi, dan menetap pada paru-paru.

### 4. Energi Pernapasan

Energi hasil pernapasan merupakan energi kimia yang disebut ATP. ATP dibentuk melalui 3 tahapan, yaitu glikolisis, daur krebs, dan transfer elektron. ATP dibentuk dari pemecahan glukosa. Secara sederhana proses pemecahan glukosa hingga dihasilkan energi adalah:



#### Tahukah kamu?

Umur juga mempengaruhi berapa kali kamu bernapas dalam setiap menitnya. Bayi bernapas sekitar 40 kali per menit. Anak-anak bernapas sekitar 30 kali per menit. Sedangkan orang dewasa bernapas sekitar 15 kali per menit.

Sumber: Mengenal Ilmu Tubuh, 2003: 12

Kerjakan Latihan 7.3 berikut akan menumbuhkan **keingintahuan** dan mengembangkan **kecakapan akademik** kalian!

### Latihan 7.3

Bagaimanakah frekuensi pernapasan manusia? Faktor-faktor apakah yang mempengaruhinya?

## C. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Pernapasan

1. **Kelainan dan Penyakit pada Saluran Pernapasan**
  - a. **Laringitis**: radang pada daerah laring dan kanker laring yang sering menyerang laki-laki di atas usia 50 tahun.
  - b. **Dipteri**: infeksi bakteri *Corynobacterium* yang menyebabkan kematian.
  - c. **Rhinitis**: radang pada rongga hidung hingga menyebabkan bengkak dan banyak mengeluarkan lendir akibat alergi.
  - d. **Bronkitis**: peradangan pada trachea dan bronkus hingga dapat menyebabkan demam dan batuk-batuk.
  - e. **Asma**: gangguan pernapasan dengan gejala sukar bernapas, bunyi mendesak dan batuk-batuk yang disebabkan alergi, psikis ataupun karena penyakit menurun.
  - f. **Pembengkakan kelenjar limfa (adenoid)** baik pada hidung (polip) ataupun pada tekak (amandel) akan menyebabkan wajah penderita sangat khas tampak bodoh yang disebut wajah adenoid.
2. **Kelainan dan Penyakit pada Alveolus**
  - a. **Emfisema**, merupakan kelainan berupa perluasan alveoli secara berlebihan hingga menggelembungkan paru-paru.
  - b. **Alveolus terisi oleh air akibat tenggelam**.
  - c. **Tuberkulosis (TBC)**, timbulnya bintil-bintil pada alveolus akibat infeksi bakteri *Mycobacterium tuberculosis*.
  - d. **Pneumonia**, radang dinding alveoli akibat bakteri atau virus karena alveoli akan terisi cairan limfa.

### 3. Kelainan dan Penyakit pada Pengangkutan Oksigen

Asfiksia merupakan gangguan pengangkutan oksigen ke jaringan ataupun gangguan penggunaan oksigen oleh jaringan.

Kerjakan tugas berikut yang akan menumbuhkan **rasa keingintahuan** dan mengembangkan **kecakapan personal** dan **akademik** kalian!

#### Tugas

Sebutkan penyakit-penyakit dan kelainan-kelainan lain yang berhubungan dengan sistem pernapasan!

#### Rangkuman

1. Pernapasan pada hewan bersel satu terjadi secara langsung dari udara bebas langsung berdifusi ke dalam sel tubuhnya.
2. Pernapasan pada insekta berupa sistem pernapasan trachea.
3. Alat pernapasan pada Arachnida hidup di udara berupa paru-paru buku, sedangkan pada Arachnida hidup di air berupa insang buku.
4. Pernapasan pada ikan dilakukan melalui insang.
5. Alat pernapasan pada katak terdiri atas selaput rongga mulut, kulit, dan paru-paru.
6. Alat pernapasan pada burung berupa 2 pasang lubang hidung, faring, trachea, paru-paru.
7. Alat pernapasan pada manusia terdiri atas rongga hidung, faring, trachea, bronkus, bronkiolus, alveolus, dan paru-paru.
8. Kelainan dan gangguan pada sistem pernapasan, misalnya laringitis, dipteri, rhinitis, bronkitis, asma, emfisema, tuberkulosis, pneumonia, asfiksia, dan lain-lain.



## Evaluasi

**A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (x) pada huruf a, b, c, d, atau e!**

1. Udara yang masuk atau keluar waktu kita bernapas normal disebut udara ....
  - a. residu
  - b. komplementer
  - c. cadangan
  - d. cadangan pernapasan
  - e. tidak
2. Asfiks dapat terjadi karena ....
  - a. lekositosis
  - b. leukemia
  - c. asma
  - d. pneumonia
  - e. bronkitis
3. Di dalam hidung udara pernapasan akan mengalami hal-hal berikut ....
  - a. pembebasan kuman
  - b. penghangatan sesuai suhu tubuh
  - c. penetralan zat racun
  - d. pemisahan oksigen dan CO<sub>2</sub>
  - e. pembebasan O<sub>2</sub> dari uap air
4. Penderita TBC mengalami gangguan susah napas, sebab terjadi ....
  - a. penurunan jumlah eritrosit
  - b. gangguan proses difusi CO<sub>2</sub>
  - c. penurunan kadar hemoglobin
  - d. hambatan proses difusi oksigen
  - e. penyempitan rongga alveolus
5. Pertukaran O<sub>2</sub> darah dengan CO<sub>2</sub> dalam sel-sel tubuh disebut pernapasan ....
  - a. internal
  - b. dada
  - c. perut
  - d. aerob
  - e. anaerob

6. Contoh hewan yang menggunakan seluruh permukaan tubuhnya untuk pertukaran O<sub>2</sub> adalah ....
  - a. Crustacea
  - b. Paramaecium
  - c. Annelida
  - d. serangga
  - e. laba-laba
7. Hewan yang bernapas dengan menggunakan pembuluh trakea adalah ....
  - a. Crustacea
  - b. kalajengking
  - c. tungau
  - d. serangga
  - e. ikan
8. Energi hasil pernapasan adalah ....
  - a. ATP
  - b. ADP
  - c. ATP dan ADP
  - d. karbohidrat
  - e. glukosa
9. Pita suara pada umumnya terdapat di bagian saluran pernapasan yang disebut ....
  - a. nasofaring
  - b. trachea
  - c. laring
  - d. faring
  - e. bronkiolus
10. Batas antara rongga dada dan rongga perut adalah ....
  - a. diafragma
  - b. nasofaring
  - c. mukus
  - d. pleura
  - e. orofaring

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

1. Jelaskan mekanisme pernapasan pada insekta!
2. Bagaimanakah pernapasan pada ikan?
3. Sebutkan fungsi kantong hawa!
4. Bedakan antara pernapasan dada dan pernapasan perut!
5. Sebutkan kelainan dan gangguan pada sistem pernapasan!

Tugas berikut akan mendorong kalian mencari **informasi lebih jauh** dan akan mengembangkan **kecakapan akademik** kalian.

**Tugas Portofolio**

Carilah artikel ilmiah tentang infeksi *Mycobacterium tuberculosis* terhadap alveolus yang menyebabkan penyakit TBC!

## Bab VIII

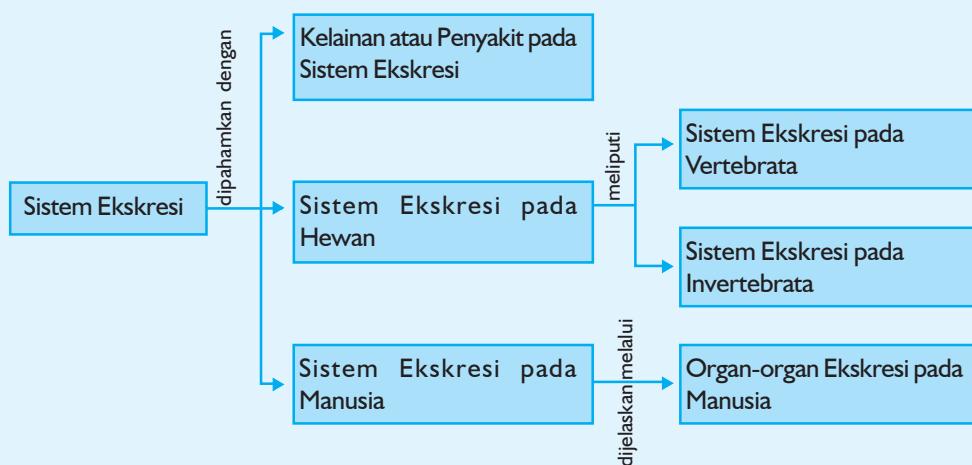
# Sistem Ekskresi

### Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar: Berunai Airtienes Desember 1999

Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat menjelaskan proses ekskresi manusia dan hewan, kalian dapat menjelaskan bagaimana kalian berekskresi, selain itu kalian dapat menjelaskan kelainan atau penyakit yang bisa terjadi pada sistem ekskresi.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab VIII:

1. Ekskresi
2. Ginjal
3. Kulit
4. Paru-paru
5. Hati



**Gambar 8.1** Asap yang mengepul di udara yang keluar dari pesawat merupakan hasil ekskresi pesawat itu

Sumber: Ensiklopedi Umum untuk Pelajar Jilid 3 : 2005

Setiap mesin yang kompleks akan menghasilkan sesuatu yang harus dikeluarkan sebagai hasil pembakaran, sebagai contohnya pesawat terbang bahan bakar bensol akan dipakai sebagai tenaga dan hasil pembakarannya berupa asap yang mengepul di udara. Begitu pula manusia, tubuhnya begitu kompleks, paru-paru mengeluarkan gas  $\text{CO}_2$ , saluran pencernaan membuang sisa-sisa makanan dan bahan lain sebagai tinja, dan kulit membuat garam-garam tertentu melalui keringat. Bahan buangan lainnya adalah air seni atau urine.

## A. Sistem Ekskresi pada Manusia

Proses pengeluaran zat-zat sisa dari dalam tubuh manusia dibedakan menjadi 3 macam, yaitu:

1. **Defekasi:** proses pengeluaran sisa-sisa makanan yang disebut feses dan dikeluarkan melalui anus.
2. **Ekskresi:** pengeluaran bahan-bahan yang tidak berguna yang berasal dari sisa metabolisme atau bahan yang berlebihan dari sel atau suatu organisme (Sumanto, 1996 : 102).
3. **Sekresi:** proses pengeluaran getah oleh sel dan kelenjar. Getah yang dikeluarkan masih berguna untuk proses faal di dalam tubuh. Getah ini biasanya mengandung enzim.

### Tahukah kamu?

Ginjal membersihkan darah 50 kali sehari jika salah satu ginjal berhenti bekerja, yang lain akan melebar dan bekerja ganda.

Sumber: Oxford Ensiklopedi Pelajar Jilid 3, 2005:63

### Organ-Organ Ekskresi pada Manusia

Tempat pembuangan zat-zat yang tidak berguna dalam tubuh disebut dengan organ-organ ekskresi. Organ-organ ekskresi meliputi:

#### a. Ginjal

##### Fungsi ginjal:

- 1) Mengekskresikan zat-zat buangan (*waste product*) seperti urea, asam urat, kreatinin, kreatin, dan lain-lain.
- 2) Menjaga keseimbangan air dengan cara:
  - a) Air dibuang bila pemasukan banyak.
  - b) Mengurangi pengeluaran bila pemasukan sedikit.
- 3) Menjaga tekanan osmosis dengan cara:
  - a) Mengatur ekskresi garam-garam mineral yang berlebihan.
  - b) Membatasi ekskresi garam bila pemasukan sedikit.
- 4) Menjaga pH darah dan cairan tubuh yang lainnya.

##### Struktur ginjal:

Setiap ginjal terdiri atas bagian luar adalah korteks renalis dan bagian dalam adalah medula renalis. Pada bagian korteks dan medula terdapat ribuan nefron. Nefron ini adalah unit operasional ginjal. Komponen yang tampak berupa tubula yang disebut tubula neprik (*nephric tubule*), bagian ujung tubula ini meluas disebut kapsula neprik (*nephric capsule*) yang terdiri atas 2 lapisan. Pada akhir tubula neprik berhubungan dengan duktus koleduktus (*collecting duct*), yang mana duktus koleduktus ini menampung

keluaran dari beberapa tubula nefrik. Kumpulan beberapa ductus koleductus ini bersatu membentuk ureter. Saluran ini membawa urine menuju kantong urinaria. Ujung akhir saluran ini adalah uretra. Sebuah nefron banyak dikelilingi oleh pembuluh darah. Pembuluh darah arteri masuk ke dalam kapsula neprik membentuk suatu anyaman yang disebut glomerulus.

Ada 2 macam proses yang terjadi di dalam ginjal, yaitu:

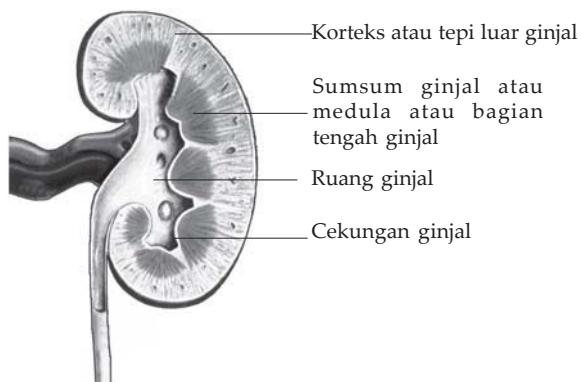
1) *Proses filtrasi*

Pada proses ini semua zat-zat yang terdapat di dalam darah yang mampu menembus dinding kapiler juga mampu menembus glomerulus dan kapsula Bowman. Pada filtrasi kekuatan sangat penting. Dengan tekanan yang kuat ini setiap komponen darah bisa melewati glomerulus dan dinding kapsula sehingga sampai pada rongga lapis atas tubula nefrik. Dua komponen darah yang tidak bisa melewati filter ini, yaitu sel darah dan plasma protein. Jadi komponen-komponen atau filtrat yang demikian disebut dengan urine kapsular (urine primer).

Urine primer ini selanjutnya menuju ke bagian tubulus nefron (tubulus nefrik) dan proses reabsorpsi mulai berlangsung.

2) *Proses reabsorpsi*

Pada proses ini zat-zat yang masih berguna bagi tubuh akan diserap kembali dan dimasukkan ke dalam aliran darah. Setelah proses reabsorpsi ini berlangsung maka terbentuklah urine sekunder. Komponen-komponen yang diserap adalah air, glukosa, asam amino, NaCl. Akan tetapi ada zat-zat yang perlu dibuang kembali yang langsung lewat pembuluh darah yaitu kalium (K). Proses yang demikian disebut dengan augmentasi. Setelah proses di atas maka terbentuk urine sejati. Selanjutnya urine sejati ini menuju ke kantong urinaria lewat ureter.



Gambar 8.2 Struktur ginjal

Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer, 2000

Kerjakan Latihan 8.1 berikut akan menumbuhkembangkan **keingintahuan**, dan mengembangkan **kecakapan personal** dan **akademik** kalian!

### Latihan 8.1

1. Gambarlah struktur sebuah nefron, lengapi dengan keterangannya!
2. Jelaskan perbedaan antara sistem urinaria wanita dan sistem urinaria pria!

#### b. Kulit

##### Fungsi kulit:

- 1) Pelindung tubuh dari gesekan, penyinaran, kuman, panas dan zat kimia.
- 2) Alat indra.
- 3) Mengurangi hilangnya air.
- 4) Mengatur suhu tubuh.
- 5) Alat ekskresi, yaitu mengeluarkan sisa metabolisme berupa air dan garam dalam bentuk keringat.

##### Struktur kulit:



Gambar 8.3 Struktur kulit

Sumber: Mengenal Ilmu Indera Peraba, 2003 : 7

##### Kulit terdiri atas:

- 1) *Lapisan luar (epidermis)*

Terdiri atas 4 lapisan, yaitu:

- a) Stratum korneum atau lapisan zat tanduk.

Merupakan lapisan sel mati yang selalu mengelupas.

- b) Stratum lusidum  
Merupakan lapisan tidak berpigmen dan tidak berinti.
  - c) Stratum granulosum  
Merupakan lapisan berpigmen.
  - d) Stratum germinativum  
Merupakan lapisan pembentuk sel-sel baru.
- 2) *Lapisan dalam (dermis)*  
Terdiri atas:
- a) Akar rambut
  - b) Kelenjar keringat (glandula sudorifera)
  - c) Kelenjar minyak (glandula sebasea)
  - d) Pembuluh darah
  - e) Saraf

Latihan 8.2 berikut akan menumbuhkan **keingintahuan** dan mengembangkan **kecakapan akademik** kalian.

## Latihan 8.2

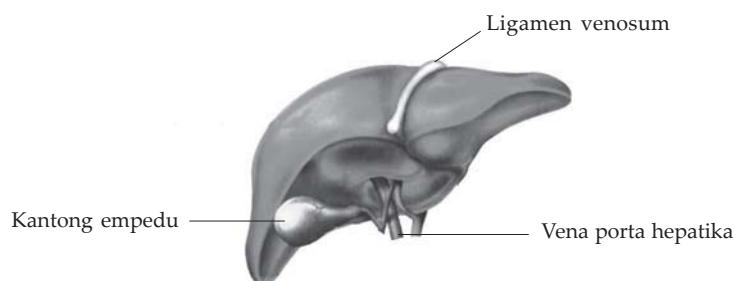
Uraikanlah mekanisme pengeluaran keringat oleh tubuh kita!

### c. Hati

#### Fungsi hati:

- 1) Alat ekskresi yang dihasilkannya empedu.
- 2) Tempat penyimpanan gula dalam bentuk glikogen.
- 3) Tempat pembentukan dan pembongkaran protein.
- 4) Tempat pembentukan dan perombakan sel darah merah.
- 5) Tempat penetralan racun.

#### Struktur hati:



Gambar 8.4 Struktur hati

Sumber: Kamus visual, 2004 : 164

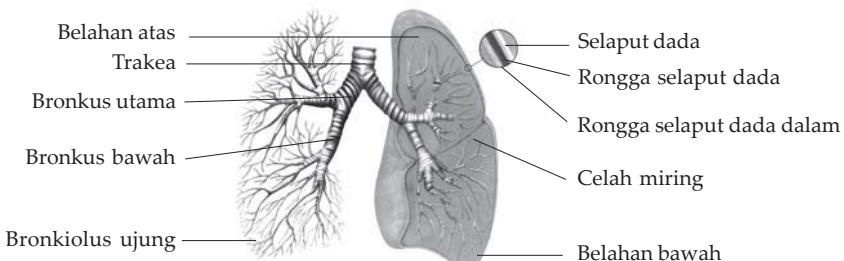
- 1) Hati diselaputi oleh kapsula hepatis.
- 2) Pada hati terdapat pembuluh-pembuluh darah dan empedu yang disatukan oleh kapsula Glison.
- 3) Hati memperoleh darah dari pembuluh nadi hati dan vena porta hepatica.

Latihan 8.3 berikut akan menumbuhkan **keingintahuan** kalian.

### **Latihan 8.3**

Jelaskan bagaimana empedu dibentuk!

#### *d. Paru-paru*



**Gambar 8.5 Struktur paru-paru**

Sumber: Kamus visual, 2004 : 163

#### *Fungsi paru-paru:*

Sebagai alat ekskresi dengan mengeluarkan air dan  $\text{CO}_2$ . Kedua zat yang merupakan hasil metabolisme karbohidrat dan lemak ini, dikeluarkan dari jaringan tubuh dan masuk mengikuti aliran darah menuju alveoli paru-paru. Dalam plasma darah,  $\text{CO}_2$  sebagian besar diangkut dalam bentuk ion  $\text{HCO}_3^-$  dan sekitar 25% diikat oleh Hb dalam bentuk karbamo hemoglobin dan sangat sedikit yang larut dalam bentuk  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .

## B. Sistem Ekskresi pada Hewan

### 1. Sistem Ekskresi pada Invertebrata

Hewan-hewan kelompok ini belum memiliki alat ekskresi khusus, sehingga sisa metabolisme dikeluarkan melalui permukaan tubuhnya secara difusi.

Perhatikan tabel berikut!

**Tabel Macam-macam alat ekskresi dan jenis sisa metabolisme**

No.	Hewan	Alat ekskresi	Sisa metabolisme
	Protozoa	Vakuola kontraktil	Amonia
	Porifera	Pori-pori, oskulum	Amonia
	Coelenterata	Permukaan tubuh	Amonia
	Platyhelminthes	Sel api ( <i>flame cell</i> )	Amonia
	Nematoda	Sel kelenjar ( <i>rennette</i> )	Amonia
	Annelida	Nefridia	Amonia
	Arthropoda	Kelenjar hijau (pada udang)  Kelenjar koksa (pada laba-laba)  Pembuluh malpighi (pada serangga)	Yang mengandung nitrogen  Guanin  Asam urat
	Mollusca	Ginjal berupa kumpulan nefridia	Amonia, asam urat, dan urea
	Echinodermata	Kulit dan insang	Amonia dan asam amino

**a. Cacing pipih**

Contohnya pada *Planaria*. Cairan tubuh yang melewati sel api akan disaring. Zat-zat sisa yang dikandungnya akan diserap oleh sel api. Gerakan bulu getar di dalam saluran sel api akan mendorong zat air ke arah saluran gabungan. Melalui saluran gabungan inilah, akhirnya zat-zat sisa dibuang ke luar melalui lubang ekskresi.

**b. Cacing tanah**

Cairan tubuh yang melewati nefridia. Zat-zat yang berguna akan diserap oleh darah, sedangkan cairan tubuh yang berupa zat sisa yang tidak berguna seperti air, senyawa nitrogen, dan garam-garam yang tidak diperlukan tubuh akan ditampung dalam kantong kemih, selanjutnya dikeluarkan melalui lubang nefridium (nefridiofora).

**c. Serangga**

Zat-zat sisa metabolisme yang berupa senyawa nitrogen dari cairan tubuh diubah menjadi asam urat. Zat ini akan diserap pembuluh malpighi, terus diangkut ke usus di dalam rektum. Air yang berlebihan akan diserap oleh usus, sehingga kotoran serangga berupa butiran-butiran.

## **2. Sistem Ekskresi pada Vertebrata**

### **a. Ikan emas**

Alat ekskresi berupa sepasang ginjal berwarna kemerah-merahan, terletak di antara gelembung udara depan dan belakang. Ginjal dilengkapi saluran urine, yang muaranya menyatu dengan muara saluran kelamin, sehingga disebut muara saluran urogenitalia. Ikan-ikan jenis lain ada yang muara tiga saluran, yaitu saluran urine, kelamin, dan anus menyatu disebut kloaka.

Ikan air laut banyak minum, sedikit urine. Garam-garam yang masuk bersama air yang diminum, akan dikeluarkan secara aktif melalui insang. Ikan air tawar sedikit minum namun banyak mengeluarkan urine. Di samping itu, ikan air tawar juga menghemat garam dan membersihkan tubuhnya dan zat-zat sisa senyawa nitrogen.

### **b. Katak hijau**

Alat ekskresi berupa sepasang ginjal kiri dan kanan. Warnanya merah kecoklatan, bentuknya memanjang dari depan ke belakang. Zat sisa yang diambil oleh ginjal akan disalurkan melalui ureter menuju ke kantong kemih yang berupa kantong berdinding tipis yang terbentuk dari tonjolan dinding kloaka. Fungsinya untuk menyimpan urine sementara. Muara saluran urine, saluran kelamin, dan saluran pencernaan akan menyatu disebut kloaka.

### **c. Kadal**

Alat ekskresi berupa sepasang ginjal. Salurannya juga bermuara pada kloaka (muara saluran urine, saluran kelamin dan saluran pencernaan).

### **d. Burung**

Alat ekskresi berupa paru-paru, ginjal dan kulit. Ginjal berjumlah sepasang, berwarna cokelat. Saluran kelamin, saluran ekskresi, dan saluran pencernaan menyatu bermuara pada kloaka. Burung tidak mempunyai kantong urine. Urine yang dihasilkan ginjal langsung bercampur dengan sisa pencernaan di kloaka.

Kulit burung tidak mempunyai keringat, tetapi mempunyai kelenjar minyak yang terdapat pada tunggingnya. Minyak ini berguna untuk meminyaki bulu.

Kerjakan Tugas 8.1 berikut yang akan menumbuhkan **rasa ingin tahu** dan **berpikir kritis** dan mengembangkan **kecakapan sosial** dan **akademik** kalian!

### Tugas 8.1

Diskusikan!

Mengapa ikan air laut dan ikan air tawar mempunyai perilaku yang berbeda terhadap ekskresinya?

C.

### Kelainan atau Penyakit pada Sistem Ekskresi

Berikut beberapa kelainan atau penyakit pada sistem ekskresi.

#### 1. Gangguan Fungsi Ginjal

- a. Albuminuria, suatu penyakit yang ditandai dengan adanya albumin dan protein lain pada urine akibat kerusakan alat filtrasi pada ginjal.
- b. Nefritis, kerusakan pada glomerulus akibat infeksi kuman.
- c. Polyura, suatu penyakit yang ditandai dengan produksi urine sangat banyak dan encer akibat gagalnya reabsorpsi nefron.
- d. Oligouria, penyakit yang ditandai dengan produksi urine sangat sedikit karena beratnya kerusakan ginjal.
- e. Batu ginjal, penyakit akibat mengendapnya kristal kalsium fosfat menjadi batu ginjal yang dapat menghambat pengeluaran urine.
- f. Diabetes mellitus, atau kencing manis yaitu suatu penyakit yang disebabkan kurangnya hormon insulin yang ditandai dengan adanya glukosa pada urine.
- g. Diabetes insipidus, penyakit yang ditandai dengan kencing terus menerus karena kurangnya hormon ADH.
- h. Sistitis, peradangan pada saluran kantong seni akibat infeksi.

#### 2. Gangguan pada Kulit

- a. Jerawat, suatu gangguan kronis pada kelenjar minyak yang umum yang terjadi pada remaja.
- b. Eksem, suatu penyakit ekskresi pada kulit yang kronis yang ditandai dengan gatal, merah, kering, dan kulit bersisik.
- c. Kudis atau Skabies (*seven years itch*), suatu gangguan kulit yang dapat menular akibat parasit insekta *Sarcoptes scabies* yang dapat mengganggu sistem ekskresi.

- d. Pruvitus kutanea, penyakit kulit dengan gejala rasa gatal yang dipacu oleh iritasi saraf sensori perifer. Juga dapat disebabkan oleh kencing manis, penyakit hati dan gangguan kelenjar tiroid.

Tugas 8.2 berikut akan menumbuhkan **keingintahuan**, mengembangkan kecakapan personal dan akademik kalian.

## Tugas 8.2

Sebutkan kelainan atau penyakit pada sistem ekskresi yang lain!

### Rangkuman

1. Ekskresi adalah pengeluaran zat-zat sisa metabolisme yang tidak dipakai lagi oleh sel darah, dikeluarkan bersama urine, keringat, dan pernapasan.
2. Organ-organ ekskresi pada manusia meliputi ginjal, kulit, hati, paru-paru.
3. Alat ekskresi:  
Pada cacing pipih adalah: sel api.  
Pada cacing tanah: nefridia.  
Pada serangga: pembuluh malpighi.
4. Alat ekskresi pada ikan mas adalah sepasang ginjal, dan saluran urogenitalia. Pada ikan-ikan jenis lain terdapat kloaka (saluran urine, saluran kelamin dan anus yang menjadi satu). Alat ekskresi pada katak hijau adalah sepasang ginjal dan kloaka. Alat ekskresi pada burung berupa paru-paru, ginjal dan kulit dan kloaka.
5. Beberapa kelainan atau penyakit pada sistem ekskresi, yaitu:
  - a. Gangguan fungsi ginjal misalnya albuminuria, nefritis, polyuria, oligouria, batu ginjal, diabetes mellitus, diabetes insipidus, sistitis.
  - b. Gangguan pada kulit misalnya jerawat, eksem, kudis atau skabies (*seven years itch*), pruvitus kutanea.



## Evaluasi

**A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (x) pada huruf a, b, c, d, atau e!**

1. Sisa metabolisme yang harus dikeluarkan dari tubuh adalah ....
  - a. albumin hasil pemecahan protein
  - b. asam amino hasil pemecahan protein
  - c. asam lemak hasil pemecahan lemak
  - d. glukosa hasil pemecahan amilum
  - e. asam urat hasil pemecahan protein
2. Bagian ginjal yang terdapat cairan yang sangat mirip dengan plasma darah adalah ....
  - a. kapsula bowman
  - b. pelvis renalis
  - c. tubula kolektivus
  - d. tubulus distal
  - e. gelang henle
3. Lapisan kulit yang senantiasa tumbuh membentuk sel baru adalah stratum ....
  - a. granulosum
  - b. germinativum
  - c. korneum
  - d. lusidium
  - e. korium
4. Fungsi hati sebagai alat ekskresi adalah ....
  - a. mengeluarkan empedu
  - b. merombak sel darah merah
  - c. mengubah gula menjadi glikogen
  - d. mengubah glikogen menjadi gula
  - e. mengubah provitamin A menjadi vitamin A
5. Tubulus malpighi pada serangga berfungsi sebagai alat ....
  - a. peredaran darah
  - b. indra
  - c. pernapasan
  - d. pencernaan
  - e. ekskresi

6. Berikut adalah beberapa dari kulit manusia.
1. *Stratum korneum*
  2. *Akar rambut*
  3. *Stratum lusidum*
  4. *Kelenjar keringat*
  5. *Stratum germinativum*
- Yang merupakan bagian dari epidermis adalah ....
- a. 1 - 2 - 3
  - b. 2 - 3 - 4
  - c. 1 - 3 - 5
  - d. 3 - 4 - 5
  - e. 2 - 4 - 5
7. Yang menyebabkan urine berwarna kekuningan adalah zat ....
- a. biliverdin
  - b. bilirubin
  - c. urobilin
  - d. histamin
  - e. hemoglobin
8. Diabetes mellitus dapat terjadi karena kegagalan ....
- a. glomerulus mengadakan filtrasi
  - b. hati menghasilkan enzim amilase
  - c. pankreas memproduksi insulin
  - d. pankreas memproduksi enzim amilase
  - e. kelebihan ADH di dalam darah
9. Pengeluaran keringat oleh tubuh kita dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut ini, *kecuali* ....
- a. suhu lingkungan
  - b. aktivitas tubuh
  - c. guncangan emosi
  - d. umur dan jenis kelamin
  - e. rangsangan saraf simpatik
10. Zat-zat sisa metabolisme protein diekskresikan dalam bentuk ....
- a. air,  $\text{CO}_2$ , dan udara
  - b. air dan garam
  - c. urea dan garam
  - d. air, urea, dan minyak
  - e. minyak dan air

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

1. Sebutkan fungsi ginjal!
2. Jelaskan proses pembentukan urine!
3. Bagaimana sistem ekskresi pada *Planaria*?
4. Jelaskan sistem ekskresi pada burung!
5. Sebutkan beberapa kelainan atau penyakit pada sistem ekskresi!

Kerjakan tugas berikut ini yang akan mengembangkan **wawasan produktivitas, keingintahuan, kecakapan hidup** serta menambah **wawasan kontekstual** kalian!

**Tugas Portofolio**

Lakukan penelitian pada berbagai serangga, di lingkungan sekitar kalian, datalah nama-nama serangga tersebut, amatilah bentuk kotoran dari masing-masing serangga tersebut! Apakah sama? Mengapa?

## Bab IX

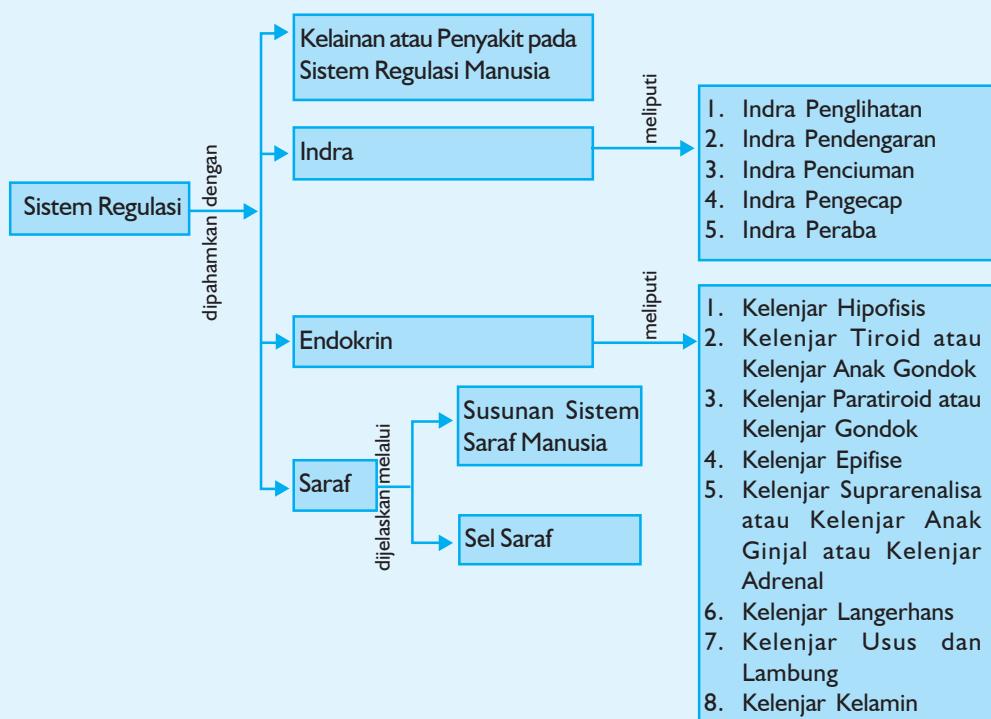
# Sistem Regulasi

### Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar: CD Image

Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat menjelaskan sistem regulasi kalian baik saraf, endokrin maupun alat indra, selain itu kalian akan mampu menjelaskan kelainan atau penyakit yang bisa terjadi pada sistem regulasi.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab IX:

1. Regulasi
2. Otak
3. Hormon
4. Indra



**Gambar 9.1** Otak yang bermimpi memutar kembali dengan cepat kejadian-kejadian yang belum lama terjadi

Sumber: Dok.Penerbit

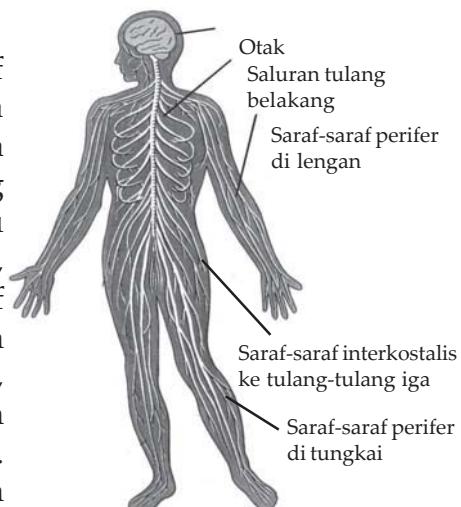
Bermimpi kadang menyenangkan, kadang menyedihkan. Otak yang bermimpi memutar kembali dengan cepat kejadian-kejadian yang belum lama terjadi. Otak menyimpan kejadian-kejadian yang sangat bermakna di dalam bank ingatan dan membuang yang lain, walaupun yang bermakna itu tidak jelas bagi sang pemimpi. Mimpi-mimpi sering terjadi pada tingkat yang dalam dan primitif dan disebut inti ketidaksadaran. Begitulah otak, di dalamnya terdapat berbagai rahasia kesadaran, pemikiran-pemikiran, pertimbangan, kecerdasan, ingatan, bahasa, dan aspek-aspek lain "keunikan manusia" atau "kemanusiaan yang unik".

## A. Saraf

Suatu negara modern akan lumpuh, jika tidak memiliki sistem komunikasi telepon yang menggunakan kabel-kabel yang tersebar di kota-kota besar dan kecil. Tanpa sistem saraf, tubuh akan mengalami hal yang sama. Saraf adalah jaringan komunikasi tubuh. Saraf-saraf membawa pesan-pesan ke dan dari, memberi tahu, dan melakukan koordinasi.

### 1. Sel Saraf

Unit dasar sistem saraf, yaitu sel saraf atau neuron. Tubuh utama neuron sama dengan sel-sel yang lain. Sel ini juga mempunyai ujung-ujung cabang yang halus yang disebut dendrit, dan satu bagian yang lebih panjang, seperti kawat, disebut akson. Sinyal-sinyal listrik saraf diterima dari neuron-neuron yang lain melalui celah sempit yang disebut sinapsis, menuju ke dendrit. Sinyal-sinyal berjalan sepanjang selaput sel menuju akson. Selanjutnya, membentuk sinapsis dengan neuron-neuron lain sepanjang sistem saraf.



Gambar 9.2 Sistem saraf

Sumber: Jendela Iptek Jilid 9, 2001 : 58

Berdasarkan fungsinya, sel saraf dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu:

#### a. Neuron sensorik (neuron aferen)

Dendritnya berhubungan dengan reseptor dan neuritnya berhubungan dengan dendrit neuron lain. Fungsinya untuk mengantarkan impuls dari reseptor ke pusat susunan saraf.

#### b. Neuron motorik (neuron efektor)

Dendritnya berhubungan dengan neurit neuron lain dan neuritnya berhubungan dengan efektor atau alat tubuh pemberi tanggapan terhadap suatu rangsangan. Fungsinya untuk mengantarkan impuls motorik dari susunan saraf ke efektor.

#### c. Neuron asosiasi

Penghubung antara neuron motorik dan sensorik.

Berdasarkan tempatnya, neuron asosiasi dibedakan menjadi dua, yaitu :

##### 1) Neuron konektor

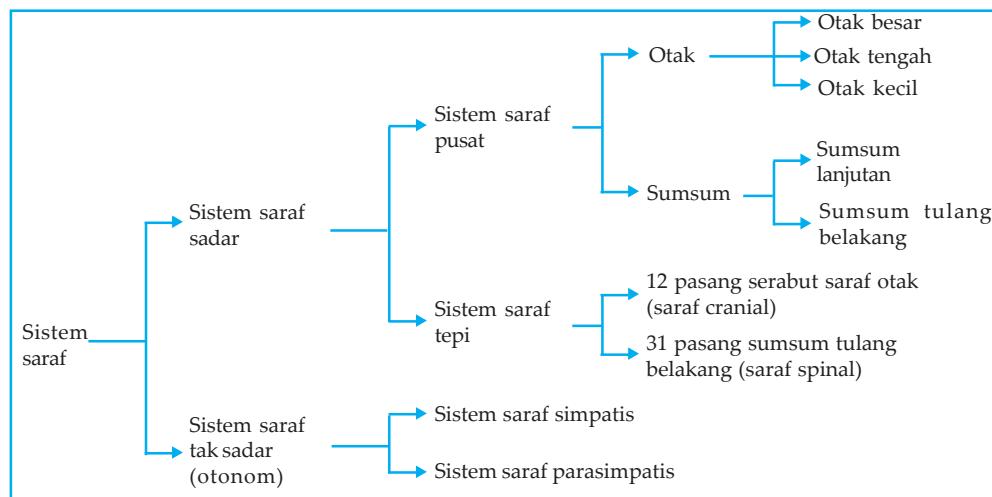
Merupakan penghubung antara neuron yang satu dan neuron yang lain.

2) *Neuron adjustor*

Merupakan penghubung antara neuron sensorik dan neuron motorik yang terdapat di dalam otak dan sumsum tulang belakang.

## 2. Susunan Sistem Saraf Manusia

Susunan sistem saraf manusia dapat dijelaskan lewat skema sistem saraf berikut:

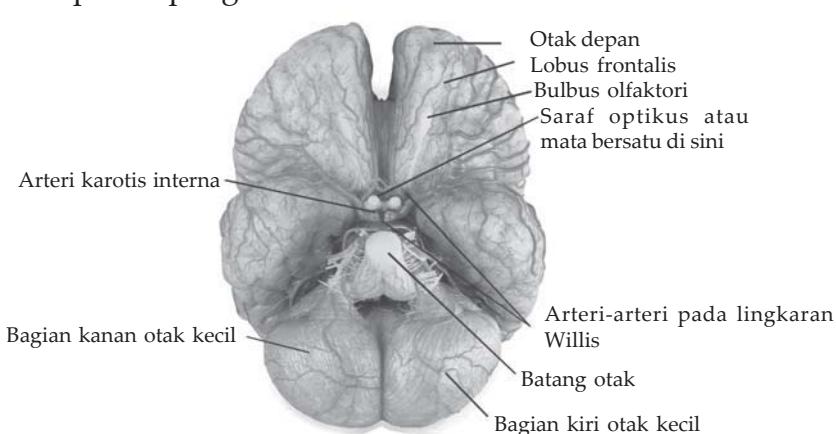


### a. Sistem saraf sadar

#### 1) Sistem saraf pusat

##### a) Otak

Perhatikan penampang otak berikut!



Gambar 9.3 Otak dilihat dari bawah

Sumber: Jendela Iptek Jilid 9, 2001 : 60

Otak berada di dalam tulang tengkorak diselaputi oleh selaput meninges yang terdiri atas tiga bagian, yaitu: bagian luar: duramater (selaput otak keras), bagian tengah: arachnoid (selaput sarang laba-laba), bagian dalam: piamente (selaput otak lunak).

### **Bagian-bagian otak**

#### **(1) Otak besar (cerebrum)**

Merupakan bagian terbesar otak dengan permukaan berlipat-lipat. Diduga, semakin banyak lipatannya semakin cerdas seseorang. Serebrum terdiri atas 2 belahan (hemisfer) yang dipisahkan oleh fisura longitudinal. Kedua hemisfer dihubungkan oleh sejumlah serabut saraf yang disebut korpus kalosum. Melalui serabut ini, impuls diteruskan dari satu hemisfer ke hemisfer lain.

Otak besar terdiri atas:

- (a) Otak depan (lobus frontalis), merupakan pengendali gerakan otot.
- (b) Otak belakang (lobus oksipitalis), merupakan pusat penglihatan.
- (c) Otak samping (lobus temporalis), merupakan pusat pendengaran.

Otak besar juga dapat dibedakan menjadi:

- (1) Otak depan (lobus frontalis).
- (2) Otak belakang (lobus parietalis), bersifat sensoris yang peka terhadap perubahan suhu, tekanan, dan sentuhan pada kulit.

Pembagian ini diakibatkan adanya batas berupa sulkus.

Berdasarkan fungsinya sebagai penerima sensasi pengindraan dan pengendali aktivitas organ sehingga bersifat motoris, serebrum dikelompokkan menjadi:

- (a) Daerah sensorik, berhubungan dengan penerimaan rangsang dari penerima rangsang (reseptor).
- (b) Daerah motorik, untuk memberi tanggapan terhadap rangsang yang sampai ke otak untuk dikirim ke pelaksana (efektor) seperti otot dan kelenjar.

Bagian bawah daerah motorik terdapat daerah broca yang berhubungan dengan kemampuan bicara.

- (c) Daerah asosiasi, merupakan penghubung daerah sensorik dengan daerah motorik, daerah ini berhubungan dengan proses belajar, seperti berpikir, mengingat, menalar, pengambilan keputusan, dan kemampuan belajar bahasa.

(2) Otak tengah

Terletak di depan otak kecil. Bagian otak tengah adalah lobus optikus yang berhubungan dengan gerak refleks mata. Pada dasar otak tengah terdapat kumpulan badan sel saraf (ganglion) yang berfungsi untuk mengontrol gerakan dan kedudukan tubuh.

(3) Otak depan

Terdiri atas thalamus dan hipotalamus. Thalamus berfungsi menerima semua rangsang dari reseptor, kecuali bau-bauan, dan meneruskannya ke area sensorik. Hipotalamus berperan dalam pengaturan suhu tubuh, pengatur nutrisi, pengaturan agar tetap sadar, dan penumbuhan sikap agresif. Hipotalamus juga merupakan tempat sekresi hormon yang mempengaruhi pengeluaran hormon pada hipofisis.

(4) Otak kecil (cerebellum)

Terletak di depan sumsum lanjutan (medula oblongata). Otak kecil merupakan pusat keseimbangan gerak dan koordinasi gerak otot serta posisi tubuh. Tepat di bagian bawah serebelum terdapat jembatan varol yang berfungsi menghantarkan impuls otot-otot bagian kiri dan kanan tubuh. Jembatan varol ini juga menghubungkan otak besar dengan otak kecil.

b) Sumsum

Sumsum dikelompokkan menjadi:

(1) Sumsum lanjutan (medula oblongata)

Disebut juga batang otak, merupakan lanjutan otak yang menghubungkan otak dengan sumsum tulang belakang. Fungsinya untuk mengatur denyut jantung, pelebaran dan penyempitan pembuluh darah, gerak menelan, bersin, bersendawa, batuk, dan muntah. Di sumsum lanjutan terdapat bagian yang menghubungkan otak dan sumsum tulang belakang yang dinamakan Pons.

(2) Sumsum tulang belakang (medula spinalis)

Terdapat di dalam rongga tulang belakang.

Fungsinya sebagai penghubung impuls dari dan ke otak, memberi kemungkinan gerak refleks. Medula spinalis bagian luar berwarna putih dan bagian dalam kelabu.

2) *Sistem saraf tepi*

Dinamakan juga sistem saraf perifer, sistem saraf ini mengatur dari dan ke sistem saraf pusat. *Sistem saraf aferen* merupakan sistem saraf yang membawa impuls dari reseptor menuju saraf pusat.

*Sistem saraf eferen* merupakan sistem saraf yang membawa impuls dari saraf pusat ke efektor.

Berdasarkan sumbernya, saraf tepi dibagi dua: saraf cranial dan saraf spinal. Perhatikan Tabel berikut!

**Tabel Macam-macam saraf otak pada saraf tepi**

No	Nama	Asal neuron	Menuju ke	Fungsi
I	Olfaktori	Selaput lendir, hidung	-	Mencium
II	Optik	Retina mata	-	Melihat
III	Okulomotor	Proprioseptor otot bola mata	Otot penggerak bola mata	Mensarafi otot bola mata, mengerling
IV	Troclear	Proprioseptor otot bola mata	Otot lain penggerak bola mata	Menggerakkan bola mata
V	Trigeminal	Gigi dan kulit muka	Otot pengunyah	Mengunyah
VI	Abdusena	Proprioseptor otot bola mata	Otot lain penggerak bola mata	Menggerakkan bola mata
VII	Fasial	Ujung pengecap di ujung lidah	Otot muka, kelenjar ludah	Mengecap dan mengatur mimik muka
VIII	Auditori	Koklea dan saluran semisirkuler	-	Keseimbangan dan pendengaran
IX	Glosofaring	Ujung pengecap di lidah belakang	Kel.parotis otot penelan	Mengecap dan menelan
X	Vagus	Ujung saraf alat-alat dalam paru-paru lambung, aorta, dan laring	Saraf parasimpatik ke jantung	Sakit, lapar, mene- lan, sekresi getah lambung
XI	Spinal	Otot belikat	Otot belikat	Bicara dan peng- gerak kepala
XII	Hipoglosal	Otot lidah	Otot lidah	Bicara, menelan, mengunyah

12 saraf tersebut dapat dikelompokkan lagi sebagai berikut:

I,II, dan VIII adalah saraf sensorik.

III, IV, VI, XI adalah saraf motorik.

V, VII, IX, dan X adalah saraf gabungan antara sensorik dan motorik.

Saraf X (saraf vagus) disebut juga saraf pengembara karena daerah yang dipengaruhinya amat luas.

Saraf ini bekerja secara tidak sadar walaupun merupakan saraf sadar.

### b. *Sistem saraf tak sadar (otonom)*

Terdiri dari:

- 1) Sistem saraf simpatik
- 2) Sistem saraf parasimpatik

Kedua saraf tersebut bersifat antagonis. Jika saraf simpatik menyebabkan kontraksi pada suatu efektor, saraf parasimpatik menyebabkan relaksasi pada efektor tersebut. Mekanisme kerja seperti itu bertujuan agar proses-proses di dalam tubuh berjalan dengan normal.

Contoh pengaruh saraf simpatik dan parasimpatik terhadap efektor adalah saraf simpatik menyebabkan kecepatan dan volume kecepatan jantung bertambah, sedangkan saraf parasimpatik menyebabkan kecepatan volume kecepatan jantung berkurang.

Contoh lainnya saraf simpatik menyebabkan otot siliar mata relaksasi sedangkan saraf parasimpatik menyebabkan otot siliar mata kontraksi.

Latihan 9.1 berikut akan menumbuhkan **keingintahuan**, mengembangkan **kecakapan sosial** dan **akademik** kalian.

### Latihan 9.1

Diskusikan dengan kelompok kalian masing-masing, bagaimana mekanisme terjadinya gerak refleks?

## B. Endokrin

Endokrin merupakan nama atau istilah sebuah kelenjar. Kelenjar endokrin (kelenjar buntu) adalah kelenjar yang tidak mempunyai saluran khusus yang menghasilkan hormon.

Hormon berasal dari kata hormaein yang berarti memacu atau menggiatkan.

Hormon berfungsi untuk mengatur homeostasis, memacu pertumbuhan, reproduksi, metabolisme, dan tingkah laku.

Berdasarkan aktivitasnya, kelenjar buntu dibedakan menjadi:

1. Kelenjar yang bekerja sepanjang hayat, misal hormon yang memegang peranan dalam metabolisme.
2. Kelenjar yang bekerja mulai masa tertentu, misal hormon kelamin.
3. Kelenjar yang bekerja sampai masa tertentu saja, misal hormon pertumbuhan, hormon timus.

Berdasarkan aspek macam dan letaknya, kelenjar buntu dibedakan menjadi:

1. Kelenjar hipofisis, terletak di dasar otak besar.
2. Kelenjar tiroid atau kelenjar gondok, terletak di daerah leher.

3. Kelenjar paratiroid atau kelenjar anak gondok, terletak di dekat kelenjar gondok.
4. Kelenjar epifise.
5. Kelenjar timus atau kelenjar kacangan.
6. Kelenjar adrenal atau suprarenalis, terletak di atas ginjal.
7. Kelenjar pankreas atau pulau-pulau Langerhans, terletak di sebelah bawah lambung (ventrikulus).
8. Kelenjar usus dan lambung.
9. Kelenjar kelamin atau kelenjar gonad, pada wanita terletak di daerah rongga perut, pada pria di dalam buah zakar dalam kantong skrotum.

## 1. Kelenjar Hipofisis

Menghasilkan hormon-hormon, yaitu:

a. *Pada lobi anterior (Lobi depan):*

- 1) *Hormon somatotrof (STH atau growth hormone).*  
Fungsi: menstimulasi pertumbuhan tubuh.  
Jika kelebihan hormon: menyebabkan gigantisme (pertumbuhan raksasa), menyebabkan akromegali (pertumbuhan pada ujung-ujung tulang pipa). Jika kekurangan hormon ini menyebabkan kretinisme (kekerdilan).
- 2) *Luteotropic Hormone (LTH) atau prolaktin atau hormon laktogen.*  
Fungsi: merangsang kelenjar susu untuk mensekresikan susu.
- 3) *Thyroid Stimulating Hormone (TSH) atau hormon treotrop.*  
Fungsi: merangsang sekresi kelenjar tiroid.
- 4) *Adrenocorticotropic Hormone (ACTH) atau hormon adrenotropin.*  
Fungsi: merangsang dan mengendalikan sekresi kelenjar korteks adrenal.
- 5) *Gonadotropic atau hormon kelenjar kelamin*
  - a) *Folikel Stimulating Hormone (FSH)*, terdapat pada wanita dan pria. Fungsi: pada wanita merangsang pertumbuhan folikel dalam indung telur atau ovarium, pada pria untuk mempengaruhi proses spermatogenesis.
  - b) *Luteinizing Hormone (LH) atau Interstitial Cell Stimulating Hormone (ICSH).*  
Fungsi: pada wanita untuk merangsang ovulasi atau pemasakan sel telur, pada pria untuk merangsang sel interstitial leydig di dalam testis agar menghasilkan testosteron.

### b. *Pada lobi intermedia (lobi tengah)*

Pada manusia bagian ini rudimenter, pada katak bagian ini menghasilkan hormon *Melanosit Stimulating Hormone* (MSH) atau *intermedin*. Hormon ini berperan dalam mengatur perubahan warna kulit, yaitu dengan mengatur penyebaran pigmen melanin pada sel-sel melanofora kulit.

### c. *Pada lobi posterior (lobi belakang)*

- 1) *Vasopresin*  untuk mempengaruhi tekanan darah
- 2) *Petresin* 
- 3) *Oksitosin*  untuk membantu proses kelahiran

## 2. Kelenjar Tiroid atau Kelenjar Gondok

Hormon yang dihasilkan:

- a. *Tiroksin*
- b. *Triiodotironin*
- c. *Kalsitonin*

Fungsi:

- a. Mempengaruhi metabolisme sel, proses produksi panas, oksidasi di sel-sel tubuh, kecuali sel otak dan sel limfa.
- b. Mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan, dan deferensiasi jaringan tubuh.
- c. Berpengaruh dalam mengubah tirosin.

Jika kelebihan hormon: menyebabkan morbus Basedowi, yaitu meningkatnya metabolisme, meningkatnya denyut jantung, gugup, emosional, pelupuk mata terbuka lebar, dan bola mata melotot (eksoftalmus). Bila terjadi pada anak-anak menyebabkan gigantisme.

Jika kekurangan hormon pertumbuhan terhenti.

Bila terjadi pada anak-anak menyebabkan kretinisme.

Bila terjadi pada orang dewasa akan terjadi mixoedem, yakni kegemukan (obesitas) yang luar biasa serta kecerdasan menurun.

## 3. Kelenjar Paratiroid atau Kelenjar Anak Gondok

Hormon yang dihasilkan: *parathormon*, berfungsi mengatur pertukaran zat kapur dan fosfor dalam darah.

Jika kelebihan hormon berakibat kadar kalsium dalam darah meningkat, hal ini akan mengakibatkan terjadinya endapan kapur pada ginjal, disebut batu ginjal.

Jika kekurangan hormon menyebabkan kekejangan disebut tetanus.

#### **4. Kelenjar Epifise**

Menghasilkan hormon yang fungsinya belum jelas.

#### **5. Kelenjar Timus atau Kelenjar Kacangan**

Hormon yang dihasilkan: *somatotrof* atau hormon pertumbuhan berfungsi untuk pertumbuhan.

Jika kelebihan hormon gigantisme dan akromegali.

Jika kekurangan hormon menyebabkan kekerdilan.

#### **6. Kelenjar Suprarenalisa atau Kelenjar Anak Ginjal atau Kelenjar Adrenal**

##### **a. Bagian kulit menghasilkan:**

- 1) Mineralo-kortikoid, menyerap Na dari darah dan mengatur reabsorpsi air pada ginjal.
- 2) Gluko-kortikoid, menaikkan kadar gula darah, pengubahan protein menjadi glikogen di hati dan selanjutnya mengubahnya menjadi glukosa.

##### **b. Bagian dalam menghasilkan: adrenalin dan epineprin**

Fungsi:

- 1) Memacu aktivitas jantung dan menyempitkan pembuluh darah kulit dan kelenjar mukosa.
- 2) Mengendurkan otot polos batang tenggorok sehingga melapangkan pernapasan.
- 3) Mempengaruhi pemecahan glikogen (glikogenolisis ) dalam hati sehingga menaikkan kadar gula darah.

#### **7. Kelenjar Langerhans**

Hormon yang dihasilkan:

*Insulin*, berfungsi antagonis dengan hormon adrenalin, yaitu untuk mengubah gula menjadi glikogen di dalam hati dan otot. Kekurangan hormon insulin dapat mengakibatkan kencing manis (diabetes mellitus).

#### **8. Kelenjar Usus dan Lambung**

Kelenjar usus menghasilkan hormon sekretin dan kolesistokinin.

Kelenjar lambung menghasilkan hormon gastrin. Hormon-hormon tersebut berperan dalam merangsang sekresi getah lambung.

#### **9. Kelenjar Kelamin**

- a. Kelenjar kelamin pria (testis) menghasilkan hormon kelamin pria (androgen) dan sel sperma.

- Androgen yang terpenting adalah testosteron, yang berfungsi untuk :
- 1) Mempertahankan proses spermatogenesis.
  - 2) Memberi efek negatif terhadap sekresi LH oleh hipofisis.
- b) Kelenjar kelamin perempuan (ovarium) menghasilkan sel telur (ovum) dan hormon perempuan yang meliputi:
- 1) Estrogen dihasilkan oleh sel folikel de Graaf.
  - 2) Progesteron dihasilkan oleh korpus luteum, yaitu bekas folikel yang telah ditinggalkan sel telur.

Kerjakan latihan 9.2 berikut yang akan menumbuhkan **keingintahuan** dan **kecakapan akademik** kalian!

## Latihan 9.2

Uraikan fungsi progesteron khususnya pada ibu hamil dan menyusui!

### C. Indra

Indra tubuh terdiri dari 5 macam, yaitu penglihatan, pendengaran, penciuman, pengecap, dan peraba.

#### 1. Indra Penglihatan

Indra penglihatan, yaitu mata. Mata merupakan indra utama. Dua pertiga dari perhatian otak diambil oleh apa yang dilihat oleh mata dan dua pertiga dari informasi-informasi yang disimpan di otak berasal dari penglihatan seperti gambar, kata-kata, dan lain bentuk penglihatan.

##### Bagian mata

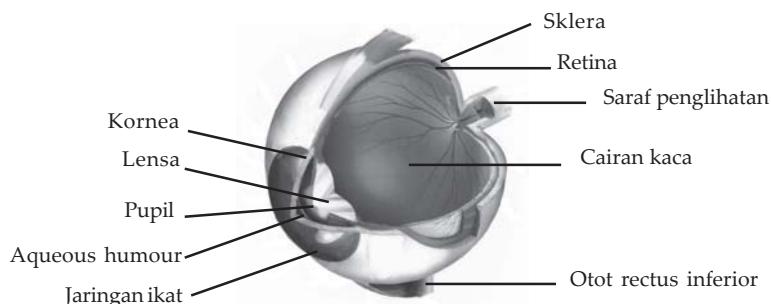
###### a. Bagian luar mata

Dinding bola mata terdiri atas 3 lapis:

- 1) Bagian terluar berupa sklera yang pucat dan keras, dan dapat terlihat dari depan sebagai bagian putih mata.
- 2) Bagian tengah berupa koroid yang gelap dan lunak serta kaya akan pembuluh-pembuluh darah.
- 3) Bagian terdalam berupa retina yang mendeteksi sinar. Retina sebagai jaringan tipis dengan daerah kerja yang tidak lebih besar dari pada kuku ibu jari, mendeteksi secara rinci pemandangan yang penuh warna dari dunia yang dilihat manusia.

### b. Bagian dalam mata

Kornea yang jernih di bagian depan mata ditutupi oleh suatu lapisan yang sangat tipis, yaitu konjungtiva. Di belakang kornea adalah iris, suatu cincin otot-otot berwarna yang mengelilingi lubang yang ada di tengah-tengahnya, yaitu pupil. Cincin ini secara otomatis melebar dengan adanya cahaya terang untuk mengecilkan ukuran pupil, melindungi retina mata yang lembut dari sinar yang terlalu banyak, yang berpotensial merusak retina.

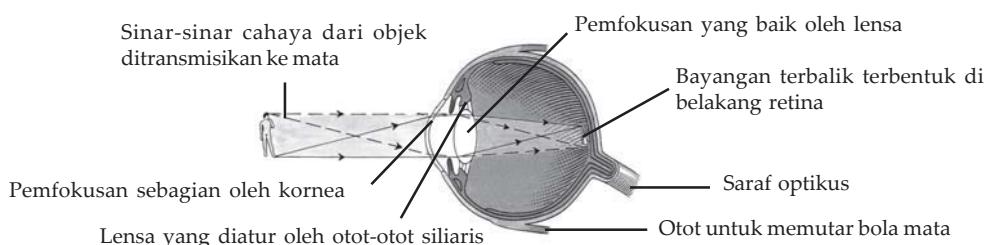


Gambar 9.4 Penampang bagian dalam mata manusia

Sumber: Kamus Visual, 2004 : 177

### Pembentukan bayangan

Perhatikan peristiwa pembentukan bayangan berikut!



Gambar 9.5 Pembentukan bayangan pada retina

Sumber: Jendela Iptek Jilid 9, 2001 : 52

Sinar-sinar cahaya dari objek bersinar melalui konjungtiva dan difokuskan sebagian oleh kornea. Cahaya-cahaya ini melewati pupil dan difokuskan lebih lanjut oleh lensa, melewati cairan vitreus dan membentuk suatu bayangan pada retina. Karena kerja lensa, gambaran yang terbentuk menjadi terbalik, dan otak "memutarnya" kembali. Otot-otot siliaris mengatur bentuk lensa, membuatnya lebih cembung untuk menfokus objek-objek yang dekat pada retina.

## 2. Indra Pendengaran

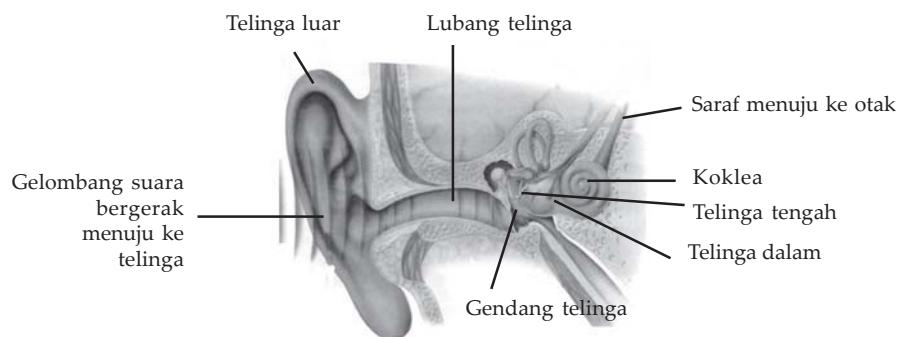
Setelah penglihatan, pendengaran adalah indra yang memberi otak informasi-informasi utama tentang dunia luar.  
Indra pendengaran adalah telinga.

### Bagian telinga

Telinga terdiri atas 3 bagian utama, yaitu:

- Bagian luar terdiri atas daun telinga dan saluran pendengaran.
- Bagian tengah terdiri atas selaput gendang dan 3 tulang kecil, yaitu tulang-tulang osikula (malleus, inkus, dan stapes).
- Bagian dalam terdiri atas koklea berbentuk rumah siput, saluran setengah lingkaran, dan rongga-rongga lain yang berisi cairan.

Perhatikan pula penampang telinga dari dalam!



Gambar 9.6 Telinga dan bagian-bagiannya

Sumber: Mengenal Ilmu Indera Pendengaran, 2003 : 9

Saluran-saluran (tuba) dan rongga di telinga dalam menempati suatu tempat berbentuk kandang di dalam ketebalan tulang temporal tengkorak. Tempat ini disebut "Osseus" atau labirin oleh Gabriele Fallopius. Ia juga memberi nama koklea dari kata latin untuk rumah siput. Labirin berisi cairan yang disebut perilimfe. Cairan ini mengelilingi satu set selaput yang disebut selaput labirin yang berada di dalam labirin, mengikuti bentuknya. Di dalam labirin yang berselaput ada cairan lain, yaitu endolimfe.

### Osikula telinga

Tulang-tulang osikula telinga yang terentang di telinga tengah merupakan tulang-tulang terkecil di dalam tubuh manusia.

#### Ada 3 jenis, yaitu:

- Tulang palu (tulang malleus)
- Tulang pelana (tulang inkus)
- Tulang sanggurdi (stapes)

Menempel pada mereka adalah 2 otot yang terkecil dalam tubuh manusia, yaitu otot tensor timpani dan otot stapedius. Jika suara yang sangat keras mencapai gendang telinga, otot-otot tersebut berkontraksi. Mereka meredam atau mengurangi gerakan gendang telinga dan gerakan mereka sendiri untuk mencegah getaran-getaran yang terlalu kuat merusak telinga dalam yang halus.

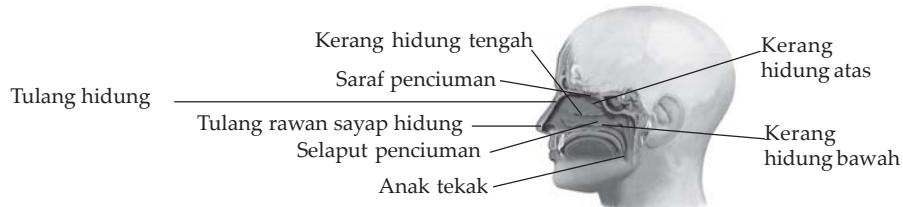
### 3. Indra Penciuman

Makanan dan minuman yang beracun, busuk atau tidak dikenal, menghasilkan bau tajam dan rasa aneh, yang merupakan peringatan untuk tidak memakan atau meminumnya. Penciuman juga merupakan sistem peringatan dini untuk udara yang tercemar, asap, dan bahaya-bahaya lain. Penciuman mendeteksi bau dedaunan, bumbu-bumbu, dan minyak wangi, pengecap menangkap rasa sedap makanan yang enak. Indra penciuman adalah hidung.

#### Bagian hidung

##### a. Bagian dalam hidung

Pada atap rongga hidung terdapat suatu daerah berambut yang ukurannya sedikit lebih besar daripada sebuah prangko. Daerah ini disebut epitel olfaktorius yang terdiri atas ribuan sel-sel yang dikhusruskan untuk mendeteksi berbagai bau. Lebih kurang ada 6 sampai 30 jenis sensor di permukaan sel-sel tersebut. Pada saat molekul bau dari udara mendarat pada sel-sel tersebut, maka menghasilkan impuls saraf (rangsangan saraf). Impuls ini berjalan ke bulbus olfaktorius (bulbus = bentuk lampu) di mana mereka akan dipilih-pilih menurut jenisnya dan diproses, kemudian dikirim melalui saraf penciuman (saraf olfaktorius) ke otak.



Gambar 9.7 Bagian dalam hidung manusia

Sumber: Kamus Visual, 2004 : 175

### b. Sensor-sensor penciuman

Di bawah mikroskop elektron, epitel olfaktorius terlihat sebagai massa rambut dan saraf atau benang. Rambut-rambut ini disebut silia, dan mereka menyebar dari tonjolan-tonjolan sitoplasma sel-sel reseptor penciuman (sel-sel penerima bau). Silia memiliki paku-paku kecil yang dianggap merupakan titik interaksi antara bahan-bahan yang berbau dan sel saraf reseptor.

### 4. Indra Pengecap

Indra pengecap berupa lidah. Lidah adalah salah satu bagian otot-otot dalam tubuh yang sangat mudah bergerak.

Fungsi lidah:

- Sebagai indra pengecap.
- Membantu mengunyah makanan dan menggerakkannya ke seluruh rongga mulut.
- Membersihkan gigi-gigi dari makanan yang terselip di antara gigi.
- Membentuk suara pada waktu berbicara.

Lidah berakar di rahang bawah, pada otot-otot geniohioid dan milohioid, dan pada tulang hioid di bagian atas leher.

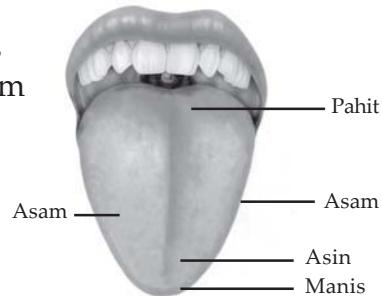
Indra pengecap kita hanya mampu mengecap 4 citarasa, yaitu manis, asin, asam, dan pahit.

Kuncup pengecap untuk masing-masing citarasa terletak pada daerah lidah yang berbeda, yaitu:

- Bagian tepi depan untuk rasa manis
- Bagian tepi samping untuk rasa asam
- Bagian belakang untuk rasa pahit
- Bagian depan untuk rasa asin

#### Macam papila lidah:

- Filiformis (papila benang)
- Fungiformis (papila jamur)
- Circumvalata (papila melingkar)



Gambar 9.8 Kuncup-kuncup pengecap untuk masing-masing citarasa pada lidah

Sumber: Mengenal Ilmu Indera Perasa dan Penciuman, 2003 : 20

### 5. Indra Peraba

Indra peraba berupa kulit. Pada orang dewasa, mantel kulit hidup ini beratnya lebih kurang 5 kg dan memiliki luas sebesar 2 m<sup>2</sup>. Lapisan permukaannya yang keras yaitu epidermis, terus menerus mengganti dirinya agar selalu terjadi proses perbaikan karena perusakan dan menjauhkan air, debu, kuman, dan sinar-sinar yang berbahaya seperti ultraviolet dari matahari.

Permukaan kulit adalah mati. Terdiri atas sel-sel mati yang datar dan saling berkait, terisi oleh keratin, yaitu protein yang keras. Sel-sel dihasilkan oleh pembelahan yang terus-menerus pada dasar lapisan teratas kulit, yaitu epidermis.

Dermis jauh lebih tebal dan berisi berbagai sensor yang hanya dapat dilihat dengan mikroskop, yaitu bertanggung jawab untuk perubahan yang merupakan kombinasi dari penekanan ringan, penekanan berat, panas, dingin dan sakit.

Dermis merupakan tempat beradanya 3 juta gulungan-gulungan kecil kelenjar keringat dan folikel atau gelembung rambut dalam jumlah yang lebih kurang sama, yang merupakan sumber tumbuhnya rambut.

Latihan 9.3 berikut agar kalian **berpikir kritis** dan mengembangkan kecakapan akademik kalian.

### Latihan 9.3

Analisa!

Mengapa kulit manusia mempunyai warna yang berbeda-beda ?

## D. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Regulasi Manusia

Kelainan atau penyakit pada sistem regulasi meliputi saraf, endokrin dan pengindraan.

Kelainan penyakit antara lain:

1. Radang dingin, yaitu aliran darah tidak sampai pada bagian tubuh yang terserang sehingga bagian tubuh itu dapat mati.
2. Epilepsi, yaitu suatu keadaan, bukan suatu penyakit, serangan muncul jika otak, atau bagian dari otak tiba-tiba berhenti bekerja sebagaimana mestinya selama beberapa saat.
3. Nyeri, yaitu perasaan tidak enak yang mengisyaratkan kepada kita tentang adanya cedera pada tubuh kita.
4. Eksem, yaitu sejenis gangguan pada kulit, bagian kulit yang terkena eksem akan melepuh, kering dan pecah-pecah dan timbul benjolan-benjolan kecil.

Tugas berikut menumbuhkan **keingintahuan** dan menumbuhkan **kecakapan hidup** kalian.

### Tugas

Carilah beberapa kelainan atau penyakit yang lain pada sistem regulasi manusia!

### Rangkuman

1. Unit dasar sistem saraf adalah sel saraf atau neuron.
2. Kelenjar endokrin adalah kelenjar yang tidak mempunyai saluran khusus yang menghasilkan hormon.
3. Berdasar aspek macam dan letaknya, kelenjar endokrin dibedakan menjadi: kelenjar hipofisis, kelenjar tiroid, kelenjar paratiroid, kelenjar pankreas, kelenjar adrenal dan kelenjar gonad.
4. Indra tubuh terdiri dari 5 macam yaitu penglihatan, pendengaran, penciuman, pengecap dan peraba.

### Evaluasi

A. **Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (x) pada huruf a, b, c, d, atau e!**

1. Susunan saraf pusat manusia terdiri atas ....
  - a. otak dan serabut saraf
  - b. otak dan sumsum belakang
  - c. sumsum lanjutan dan serabut saraf
  - d. sumsum lanjutan dan otak
  - e. saraf sadar dan saraf tak sadar
2. Neuron yang dendrit dan neuritnya berhubungan dengan neuron lain adalah neuron ....

a. sensorik	d. konektor
b. motorik	e. aferen
c. eferen	

3. Kadar gula darah diatur oleh hormon ....
  - a. adrenalin dan tiroksin
  - b. tiroksin dan insulin
  - c. insulin dan prolaktin
  - d. insulin dan adrenalin
  - e. tiroksin dan prolaktin
4. Basedowi adalah penyakit karena ....
  - a. kekurangan tiroksin
  - b. kelebihan hormon insulin
  - c. kerusakan pankreas
  - d. kerusakan Langerhans
  - e. kelebihan tiroksin
5. Tulang-tulang pendengaran yang terdapat pada telinga bagian tengah terdiri atas ....
  - a. stapes, malleus, dan inkus
  - b. skala media, stapes, dan inkus
  - c. koklea, inkus, dan stapes
  - d. utrikula, sakulus, dan inkus
  - e. sakulus, stapes, dan malleus
6. Kekurangan hormon tiroksin dapat menyebabkan ....
  - a. morbus basedowi
  - b. diabetes insipidus
  - c. kretinisme
  - d. gigantisme
  - e. gondok
7. Lobus anterior pada hipofisis menghasilkan ....
  - a. hormon tiroksin
  - b. hormon antidiuretik
  - c. hormon gonadotropin
  - d. hormon vasopresin
  - e. hormon kortin
8. Saraf motorik membawa rangsangan dari ....
  - a. alat-alat panca indra ke saraf parasimpatik
  - b. otot-otot ke susunan saraf simpatik
  - c. pusat saraf ke otot-otot
  - d. alat-alat panca indra ke pusat saraf
  - e. alat-alat indra ke saraf parasimpatik
9. Ovarium pada wanita selain menghasilkan sel telur juga menghasilkan hormon ....
  - a. testosteron
  - b. tiroksin
  - c. insulin
  - d. adrenalin
  - e. estrogen
10. Alat keseimbangan yang terdapat dalam ampula adalah ....
  - a. otolit
  - b. organ korti
  - c. sakulus
  - d. ampula
  - e. krista

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

1. Sebutkan macam-macam saraf otak pada saraf tepi!
2. Sebut dan jelaskan fungsi hormon yang dihasilkan kelenjar hipofisis!
3. Bagaimanakah proses mendengar pada manusia?
4. Sebutkan fungsi lidah bagi manusia!
5. Apakah yang dimaksud dengan:
  - a. insulin
  - b. hipothalamus
  - c. gigantisme

Kerjakan tugas berikut ini yang akan menumbuhkan **wawasan produktivitas, keingintahuan, dan mengembangkan kecakapan hidup** kalian!

**Tugas Portofolio**

Buatlah kliping tentang kelainan atau penyakit yang terjadi pada sistem regulasi manusia!

## Bab X

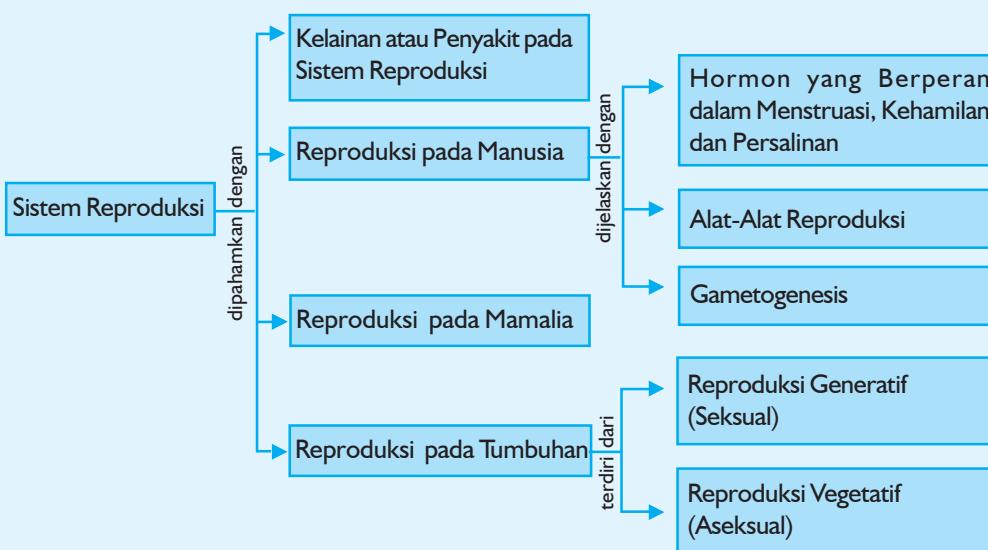
# Sistem Reproduksi

### Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar: Oxford Ensiklopedi Pelajar

Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat menjelaskan menstruasi, kehamilan, mengerti tentang manfaat ASI, selain itu kalian dapat menjelaskan kelainan atau penyakit yang bisa terjadi pada sistem reproduksi.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab X:

- |                |              |
|----------------|--------------|
| 1. Reproduksi  | 5. Kehamilan |
| 2. Ovum        | 6. Kelahiran |
| 3. Spermatozoa | 7. AIDS      |
| 4. Menstruasi  |              |



**Gambar 10.1 Mengapa ada adik bayi di dunia ini?**

Sumber: CD Image

Segala tingkah laku yang lucu, menggemaskan dipunyai adik bayi. Mengapa ada adik bayi yang lucu di dunia ini? Alasannya adalah reproduksi. Semua jenis kehidupan dapat bereproduksi membuat keturunannya. Saat berada di dalam rahim merupakan bagian pertama dalam kehidupan seorang bayi. Hal ini merupakan periode antara bergabungnya sebutir telur dan sebuah sel sperma saat pembuahan dan saat masuknya bayi ke dunia saat dilahirkan. Begitu pula hewan dan tumbuhan, keturunannya akan dihasilkan lewat reproduksi.

## A. Reproduksi pada Tumbuhan

Semua makhluk hidup melakukan reproduksi termasuk tumbuhan. Reproduksi tumbuhan dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu:

### 1. Reproduksi Vegetatif (Aseksual)

#### a. Reproduksi vegetatif alami

- 1) Tunas, contoh: pisang, bambu, tebu.
- 2) Tunas adventif, contoh: sukun, cemara, cocor bebek.  
Tunas adventif, yaitu tunas yang tumbuh tidak pada ketiak daun atau ujung ranting.
- 3) Umbi lapis, contoh: bawang merah (*Allium cepa*).  
Umbi lapis merupakan batang yang tumbuh di dalam tanah dengan pelepasan daun yang mengalami modifikasi teramat rapat membentuk lapisan-lapisan yang berfungsi untuk cadangan makanan.
- 4) Umbi batang, contoh: kentang (*Solanum tuberosum*)  
Umbi batang merupakan batang yang berada di dalam tanah yang berfungsi sebagai cadangan makanan.
- 5) Rhizoma, contoh: jahe (*Zingiber officinale*)  
Rhizoma merupakan batang yang tumbuh horizontal menyerupai akar di dalam tanah.
- 6) Stolon atau geragih, contoh: strawberry (*Fragaria sp.*)  
Stolon, yaitu batang yang menjalar di atas permukaan tanah.

#### b. Reproduksi vegetatif buatan

- 1) Mencangkok
- 2) Menyambung dan mengenton
- 3) Stek
- 4) Merunduk
- 5) Okulasi

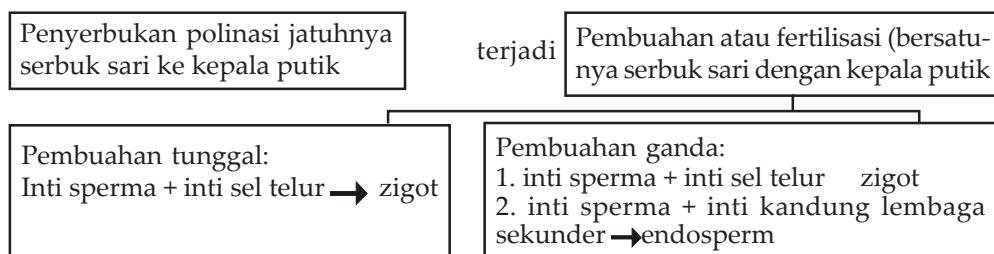
Kerjakan Tugas 10.1 berikut ini yang akan menumbuhkan semangat **kewirausahaan, keingintahuan, kecakapan hidup** kalian, dan ikut berperan serta dalam **melestarikan keanekaragaman hayati!**

### Tugas 10.1

Buatlah definisi dari berbagai cara reproduksi vegetatif buatan di atas berdasarkan pengetahuan yang kalian miliki, berilah contoh tumbuhan yang bisa dikembangbiakkan dengan cara-cara tersebut!

## 2. Reproduksi Generatif (Seksual)

Perhatikan skema berikut!



Reproduksi generatif pada tumbuhan didahului oleh peristiwa penyerbukan baru pembuahan. Pembuahan tunggal terjadi pada Gymnospermae (tumbuhan berbiji terbuka). Pembuahan ganda terjadi pada Angiospermae (tumbuhan berbiji tertutup).

Kerjakan Tugas 10.2 berikut ini yang akan menumbuhkan **keingintahuan** dan mengembangkan **kecakapan** kalian!

### Tugas 10.2

Buatlah bahasan singkat tentang proses terbentuknya serbuk sari dan sel telur pada angiospermae! Lengkapi dengan bagannya!

B.

### Reproduksi pada Mammalia



Mammalia merupakan hewan yang berkelenjar susu (mamae). Reproduksinya terjadi di dalam tubuh. Telur yang telah dibuahi akan berkembang menjadi embrio di dalam uterus (rahim). Telur mammalia dihasilkan oleh ovarium. Setelah telur dibuahi akan dihasilkan zigot. Selanjutnya zigot akan menempel pada dinding rahim yang berkembang menjadi fetus. Selama berkembang menjadi fetus ini. Zat makanan tersebut diperoleh dari induknya lewat plasenta.

Saat sebuah telur telah dibuahi, telur itu membelah diri menjadi dua bagian, 2 menjadi 4, 4 menjadi 8, demikian seterusnya. Hal ini mengubah telur menjadi embrio, sebuah pola sel hidup yang secara bertahap berubah dan berkembang menjadi seekor hewan baru.

Kerjakan Tugas 10.3 berikut ini yang akan menumbuhkan **keingintahuan** dan mengembangkan **kecakapan** hidup kalian!

### Tugas 10.3

Buatlah pembahasan tentang perkembangan hewan mulai dari ovum yang dibuahi sperma sampai menjadi hewan baru! Lengkapi dengan gambar!

## C. Reproduksi pada Manusia

Pada manusia, reproduksi sama dengan yang ada pada mamalia yang lain. Tujuannya untuk melangsungkan keturunan. Untuk memulai kehidupan baru, satu sperma harus membuahi satu sel telur.

### 1. Gametogenesis

Proses pembentukan gamet (sel kelamin) disebut gametogenesis. Sel kelamin pria dinamakan sperma, sedangkan sel kelamin wanita disebut ovum.

#### Gametogenesis ada dua, yaitu:

##### a. Spermatogenesis

Yaitu proses pembentukan sperma. Spermatogenesis terjadi di dalam testis atau buah zakar atau pelir.

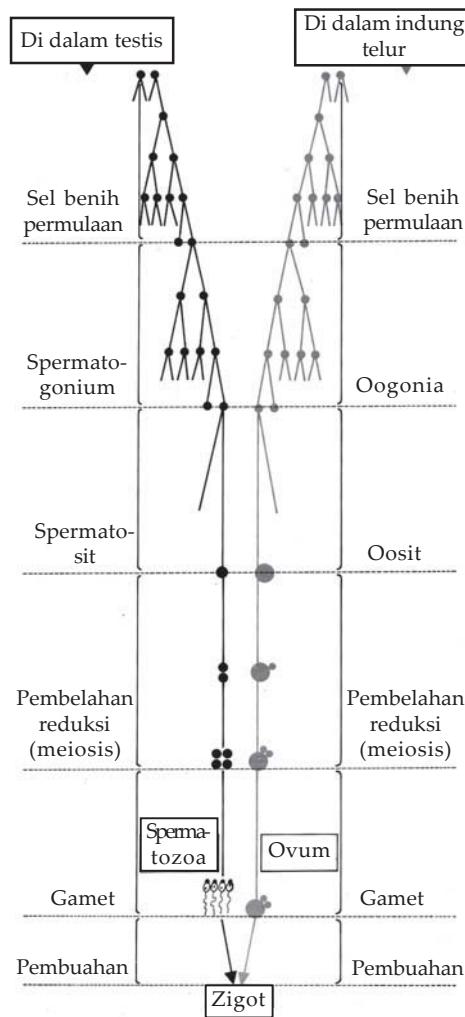
##### b. Oogenesis

Yaitu proses pembentukan ovum. Oogenesis terjadi di ovarium.

Perhatikan perbandingan spermatogenesis dan oogenesis pada Skema 10.2!

#### Pada Spermatogenesis

- 1) Spermatogonium ( $2n$ ) membelah secara mitosis menjadi spermatosit primer atau spermatosit I.
- 2) Spermatosit I membelah secara meiosis menghasilkan 2 sel spermatosit sekunder atau spermatosit II ( $n$ ).
- 3) Setiap spermatosit II membelah menghasilkan spermatid ( $n$ ).
- 4) Spermatid akan mengalami pematangan menjadi spermatozoa (sperma).



Skema 10.2 Perbandingan pembentukan sperma dan sel telur

Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer Jilid 5, 2000 : 224

## Pada Oogenesis

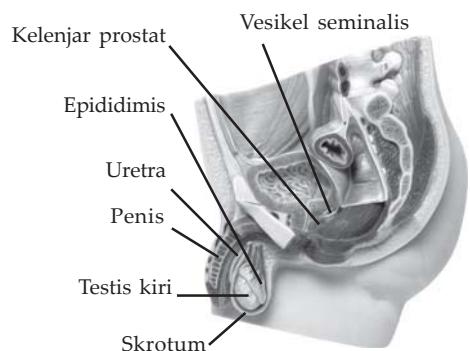
- 1) Oogenesis membelah secara mitosis menjadi oosit primer atau oosit I.
- 2) Oosit I membelah secara meiosis menghasilkan satu oosit sekunder atau oosit II dan satu badan kutub I atau badan kutub primer.
- 3) Oosit sekunder membelah menghasilkan sebuah ootid yang akan berkembang menjadi sel telur dan badan kutub II yang akan berdegenerasi.
- 4) Badan kutub I membelah menghasilkan badan kutub II yang juga akan mengalami degenerasi.
- 5) Oogonium membelah secara mitosis menjadi oosit primer atau oosit I.

## 2. Alat-alat Reproduksi

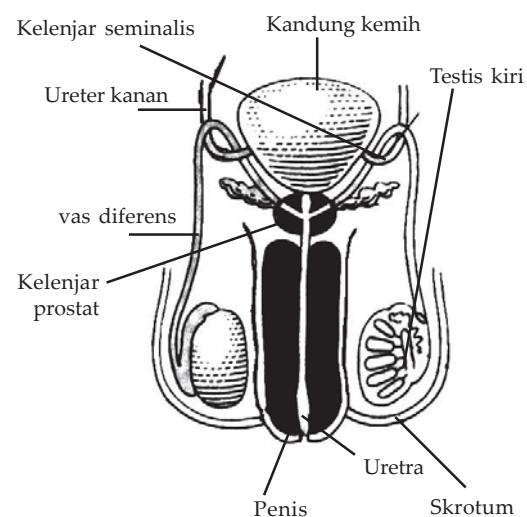
### a. Alat-alat reproduksi pria

Alat-alat reproduksi pria terdiri atas testis, saluran pengeluaran, kelenjar aksesoris, dan penis.

- 1) Testis berjumlah sepasang dan berbentuk oval. Di dalam testis terdapat tubulus seminiferus yang berfungsi menghasilkan sel-sel sperma.
- 2) Saluran pengeluaran (duktus ekskresi) terdiri atas:
  - a) Vas eferens: saluran penghubung tubulus seminiferus dengan epididimis.
  - b) Epididimis: saluran berkelok-kelok yang berfungsi sebagai penyimpan sperma sampai sperma matang.
  - c) Vas deferens: saluran lanjutan epididimis.
  - d) Saluran ejaculatorius atau saluran pemancaran terdiri atas sepasang dan merupakan bagian dari vas deferens yang berfungsi memancarkan semen ke uretra.



Gambar 10.2 Alat reproduksi laki-laki  
Sumber: Jendela Iptek Jilid 9, 2001 : 42



Gambar 10.3 Alat reproduksi laki-laki  
tampak depan

Sumber: Jendela Iptek Jilid 9, 2001 : 42

- 3) Kelenjar aksesoris terdiri atas:
  - a) Vesika seminalis atau saluran mani: kelenjar yang berkelok-kelok dan terletak di belakang kandung kemih.  
Sekretnya mengandung fruktosa dan prostaglandin yang akan menjadi bagian dari semen.
  - b) Kelenjar prostat melingkari uretra bagian atas dan terletak di bawah kandung kemih. Sekretnya mengandung kolesterol, garam, dan fospolipid yang berperan untuk kelangsungan hidup spermatozoa.
  - c) Kelenjar cowper atau glandula bulbouretralis: saluran yang langsung menuju uretra. Sekretnya berupa lendir alkalis dan berperan pada waktu awal ejakulasi. Terdiri atas sepasang.
- 4) Penis terdiri atas 3 rongga berbentuk silinder, yaitu:
  - a) 2 terletak di bagian atas yang disebut korpus cavernosum penis.
  - b) 1 di bagian bawah yang disebut korpus cavernosum uretra.  
Di bagian tengah terdapat uretra yang merupakan muara dari saluran kencing dan kelamin.

**b. Alat-alat reproduksi wanita**

Alat reproduksi wanita dikelompokkan menjadi alat reproduksi luar dan alat reproduksi dalam.

**Alat reproduksi luar terdiri atas:**

- 1) Mons pubis.
- 2) Labia mayora, merupakan lipatan kulit yang berfungsi melindungi vagina (dapat disamakan dengan skrotum pada pria).
- 3) Labia minora, merupakan lipatan kulit di antara labia mayora.
- 4) Klitoris, adalah organ erektil yang dapat disamakan dengan penis pada pria. Banyak terkandung pembuluh darah dan ujung-ujung saraf perasa.
- 5) Kelenjar Bartholini, terletak di tepi lubang vagina dan berfungsi untuk mensekresi lendir.

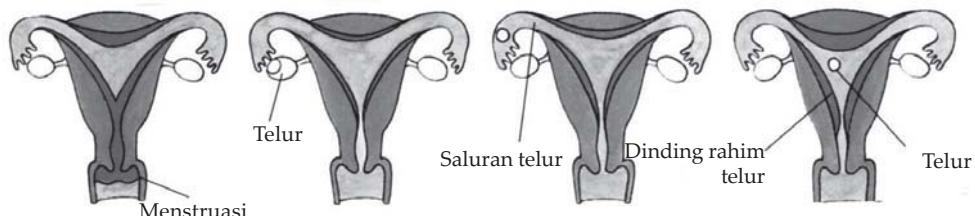
**Alat reproduksi dalam terdiri atas:**

- 1) Ovarium, terdiri atas sepasang dan berfungsi menghasilkan sel telur dan hormon estrogen dan progesteron.
- 2) Oviduk atau tuba fallopii, berjumlah sepasang dengan panjang sekitar 10 cm, berfungsi menyalurkan sel telur dari ovarium menuju rahim dan menyediakan lingkungan yang cocok untuk pembuahan dan perkembangan sel telur sebelum pembuahan. Pada ujung tuba fallopii terdapat infundibulum yang berbentuk corong dan mempunyai umbai (fimbriae) untuk menangkap sel telur yang dilepas ovarium. (**proses ovulasi**)

- 3) Uterus, berfungsi memberi tempat untuk berkembangnya janin.
- 4) Vagina, berbentuk saluran dengan panjang 8 - 10 cm yang berhubungan dengan rahim. Bagian dalam vagina berlipat-lipat pada ujungnya terdapat selaput dara (hymen).

### 3. Hormon yang Berperan Dalam Menstruasi, Kehamilan, dan Persalinan

#### a. Menstruasi



Gambar 10.4 Siklus menstruasi

Sumber: Jendela Iptek Jilid 9, 2001 : 43

Siklus menstruasi terdiri atas 4 fase, yaitu:

Minggu Pertama	2 Minggu Kedua	3 Minggu Ketiga	4 Minggu Keempat
Dinding rahim yang menebal yang siap untuk memberi makan telur yang dibuahi, pecah dan hilang sebagai aliran darah keluar vagina (menstruasi)	Sebuah telur masak dekat permukaan salah satu indung telur untuk menjadi folikel De graaf. Dinding rahim mulai tumbuh dan menebal kembali.	Telur menembus pembungkusnya (folikel) dan bergerak sepanjang saluran telur oleh pijitan otot-otot dan dorongan rambut-rambut halus cilia yang hanya dapat dilihat melalui mikroskop, di dinding saluran telur.	Telur mencapai rahim. Telur ini belum bergabung dengan sperma hingga dinding rahim yang kaya dengan darah tidak diperlukan dan siklus dimulai kembali.

Hormon yang mempengaruhi adalah FSH, LH, estrogen, dan progesteron.

#### b. Kehamilan

Telur yang sudah dibuahi membagi diri menjadi 2 sel, kemudian menjadi 4, lalu 8, demikian seterusnya, setiap beberapa jam. Akibatnya ratusan bahkan ribuan sel secara bertahap akan mengelompok dan berubah menjadi beberapa tipe jaringan seperti otot, saraf, dan sel-sel darah. Lima minggu sesudah pembuahan, embrio ukurannya lebih kecil dari sebutir kacang goreng, tetapi lengan dan tungkainya telah berkembang.

## Perkembangan janin



Gambar 10.5 Perkembangan janin

Sumber: Jendela Iptek Jilid 9, 2001 : 44 - 45

### 1 Dua Bulan

Bayi lebih kecil daripada kacang kenari, dan kaki-kaki serta jari-jari kecil tumbuh. Kehamilan telah terjadi.

### 2 Tiga Bulan

Lebih kurang panjangnya 70 mm, bayi dapat menggerakkan kepala dan anggota gerak. Sang ibu belum dapat merasakannya.

### 3 Lima Bulan

Bayi panjangnya 25 cm dan memberikan reaksi terhadap suara keras dengan cara menendang dan menggeliat. Perut ibu menggelembung.

### 4 Tujuh Bulan

Bayi sekarang panjangnya lebih kurang 40 cm dan terimpit di dalam rahim. Bayi cenderung meletakkan kepalanya di bawah, suatu posisi untuk melahirkan.

### 5 Sembilan Bulan

Pada model anatomii dari abad ke-18 ini, bayi sudah berkembang secara utuh dan lengkap dan siap untuk dilahirkan. Beratnya lebih kurang 3-4 kg dan panjangnya 50 cm.

Hormon yang berperan adalah estrogen, LH, progesteron. Progesteron yang disekresi selama kehamilan juga membantu menyiapkan kelenjar mammae untuk laktasi. (Arthur C. Guyton, 1983 : 557)

### c. Persalinan (proses kelahiran bayi)

Leher rahim ibu, yaitu serviks yang tertutup rapat selama kehamilan mengalami relaksasi dan pelebaran. Otot-otot dinding rahim mulai menegang dan memendek secara bergelombang yang disebut kontraksi, yang menjadi semakin sering dan makin kuat. Tahap ini disebut kala I, dan merupakan kerja berat, baik bagi ibu maupun bayi. Secara berangsur-angsur kontraksi mendorong bayi melalui serviks yang telah membuka

dan memasuki vagina menuju dunia luar. Ini adalah kala II, yaitu kala persalinan. Kala II diikuti oleh kala III yaitu tahap pasca persalinan ketika urin keluar.

Bayi melewati lubang besar di tengah-tengah panggul ibu atau tulang-tulang panggul. Lubang ini jauh lebih lebar daripada yang ada pada panggul pria, untuk dapat memberi tempat pada bentuk kepala bayi. Sendi-sendi panggul dan ligamen-ligamen terutama simpisis pubis yang terletak diantara 2 tulang pubis, meregang sedikit untuk membuat lubang menjadi lebih besar.

Embrio diselaputi oleh tiga lapisan, yaitu:

- 1) Amnion, berisi cairan yang berfungsi melindungi embrio dari benturan.
- 2) Khorion, bagian dari plasenta yang merupakan tempat pertukaran zat-zat antara embrio dan ibu.
- 3) Alantois, membran yang mengandung pembuluh darah penghubung embrio dan ibu.

### Tahukah kamu?

#### Bayi kembar



Gambar 10.6 Bayi kembar

Sumber: CD Image

Secara kasar, dari 90 kehamilan ada satu kehamilan kembar. Dua pertiga dari bayi-bayi kembar tersebut adalah kembar non-identik, yang tumbuh dari dua sel telur yang berbeda. Jika seorang wanita mengeluarkan dua telur saat ovulasi, dan tiap telur dibuahi oleh sperma yang berbeda. Tiap bayi kembar memiliki selaput-selaput yang melindungi mereka, seperti pada model di sini mereka juga memiliki urin untuk memberi makan tiap bayi. Kembar identik tumbuh dari satu telur yang dibuahi. Mereka selalu sama dalam jenis kelamin dan memiliki satu urin, selaput, amnion dan gen-gen mereka juga sama.

Sumber: Jendela Ilmu Jilid 9, 2001: 45

#### d. Pemberian Air Susu Ibu (ASI)

Air Susu Ibu (ASI) dihasilkan oleh kelenjar susu. Kelenjar-kelenjar ini membuat susu untuk makanan bayi. Kelenjar mamalia manusia berada pada payudara di dada. Tiap payudara memiliki lebih kurang 20 lobus, yaitu kumpulan kelenjar laktiferus pembuat susu. Selama kehamilan dan sesudah kelahiran, kelenjar-kelenjar ini membesar dan menghasilkan susu yang mengalir sepanjang saluran laktiferus dan keluar dari puting susu. Ketika bayi menghisap puting, isapan ini merangsang susu mengalir keluar dari dalam payudara.

Kerjakan Tugas 10.4 berikut yang akan menumbuhkan **keingintahuan** serta menghubungkan **kecakapan personal** dan **akademik** kalian!

### Tugas 10.4

1. Sebutkan peranan masing-masing hormon pada proses menstruasi, kelahiran, dan persalinan di atas!
2. Sebutkan peran ASI bagi pertumbuhan bayi!

### D. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Reproduksi

Kelainan atau penyakit pada sistem reproduksi misalnya:

#### 1. Sifilis

Disebabkan oleh bakteri *Triponema pallidum*. Ditandai dengan adanya luka pada alat kelamin dan jika tidak segera diobati, bakteri dapat merusak sel otak, melumpuhkan tulang atau merusak jantung dan pembuluh darah.

#### 2. Gonore

Disebabkan oleh bakteri *Neisseria gonorrhoeae*. Penderita merasakan sakit saat urinasi, kadang-kadang urine mengeluarkan nanah dan jika tidak diobati dapat merusak saluran reproduksi, yaitu sperma pada pria dan saluran falopi pada wanita sehingga mengakibatkan kemandulan.

#### 3. AIDS (*Acquired Immune Deficiency Syndrome*)

*Acquired* berarti diperoleh, *Immune deficiency* berarti kekebalan yang rapuh, *syndrome* berarti kumpulan gejala yang timbul bersamaan. Jadi, AIDS mempunyai arti menurunnya kekebalan tubuh terhadap penyakit, sehingga pengidap AIDS mudah sekali terserang penyakit yang berbahaya.

Kerjakan Tugas 10.5 berikut yang akan mengembangkan **keingintahuan** dan **kecakapan hidup** kalian!

### Tugas 10.5

Sebutkan jenis-jenis kelainan atau penyakit yang lainnya pada sistem reproduksi! Serta bagaimanakah seharusnya kalian menyikapinya?

## Rangkuman

1. Reproduksi tumbuhan dibedakan menjadi 2, yaitu reproduksi generatif dan reproduksi vegetatif.
  - a. Reproduksi generatif, yaitu reproduksi yang terjadi melalui proses peleburan serbuk sari dengan sel telur.
  - b. Reproduksi vegetatif, yaitu reproduksi yang terjadi tanpa peleburan gamet jantan dan betina.
2. Pemencaran tumbuhan adalah cara memencarkan alat perkembangbiakan vegetatif maupun generatif untuk memperluas daerah distribusi.
3. Reproduksi mammalia adalah secara generatif (seksual), melalui fertilisasi, yaitu pembuahan sel telur (ovum) oleh sperma.
4. Gametogenesis merupakan proses pembentukan sel-sel kelamin (gamet).  
Gametogenesis meliputi spermatogenesis (proses pembentukan sperma) dan oogenesis (proses pembentukan ovum).
5. Kelainan atau penyakit pada sistem reproduksi misalnya sifilis, gonorrhoe, AIDS.

## Evaluasi

- A. **Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (x) pada huruf a, b, c, d, atau e!**
1. Yang dimaksud dengan penyerbukan adalah ....
    - a. bertemuanya serbuk sari dengan bakal buah
    - b. dibuahinya sel telur oleh sel kelamin jantan
    - c. terjadinya buah
    - d. dilemparkannya serbuk sari dan benang sari
    - e. melekatnya serbuk sari pada kepala putik
  2. Tumbuhan dikatakan mandul apabila tidak ....
    - a. menghasilkan bunga
    - b. mempunyai benang sari
    - c. dapat melakukan penyerbukan
    - d. menghasilkan umbi akar
    - e. ada tumbuhan betina di sekitarnya

3. Tanaman yang berkembangbiak dengan menggunakan stolon atau geragih adalah ....
  - a. bambu dan tebu
  - b. singkong dan rumput
  - c. bunga tasbih dan pisang
  - d. ilalang dan irut atau garut
  - e. rumput teki dan pegagan
4. Kleistogami adalah gejala persarian ....
  - a. sendiri pada bunga terbuka
  - b. sendiri pada bunga belum mekar
  - c. bersilang pada satu jenis tumbuhan
  - d. bersilang antara tumbuhan terhadap sejenis
  - e. bersilang yang tidak sejenis pada bunga yang tertutup
5. Hormon yang berpengaruh pada persalinan adalah ....
  - a. relaksin dan oksitosin
  - b. relaksin dan estrogen
  - c. oksitosin dan estrogen
  - d. oksitosin dan progesteron
  - e. relaksin dan progesteron
6. Antropogami ditemukan pada penyerbukan bunga tanaman ....
  - a. padi
  - b. jagung
  - c. kedelai
  - d. vanili
  - e. anggrek
7. Pembuahan tunggal terjadi pada tumbuhan ....
  - a. jagung
  - b. padi
  - c. kelapa
  - d. tangkil
  - e. kacang
8. Pemencaran alat reproduksi secara mekanik dapat terjadi pada ....
  - a. lengkuas dan pacar air
  - b. pacar air dan petai Cina
  - c. cocor bebek dan pacar air
  - d. pacar air dan bunga merak
  - e. bambu, tebu, dan pisang

9. Testis atau kelenjar kelamin jantan berfungsi untuk memproduksi ....
  - a. sperma dan enzim
  - b. air seni dan sperma
  - c. sperma dan hormon
  - d. enzim dan air seni
  - e. hormon dan enzim
10. Hormon yang berperan atas kehamilan awal adalah ....
  - a. progesteron
  - b. estrogen
  - c. LH
  - d. FSH
  - e. relaksin

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

1. Sebutkan dan jelaskan penyerbukan yang didasarkan pada asal serbuk sari!
2. Sebutkan berbagai cara yang dilakukan tumbuhan yang pemencarannya dibantu angin (anemokori)!
3. Sebutkan alat-alat reproduksi pada pria maupun wanita!
4. Sebutkan dan jelaskan beberapa macam kelainan atau penyakit pada sistem reproduksi!
5. Jelaskan kata-kata berikut:
  - a. Alantois
  - b. Stolon
  - c. Sifilis

Tugas berikut akan menumbuhkan **etos kerja, kreativitas** dan mendorong kalian untuk mencari **informasi lebih jauh**.

**Tugas Portofolio**

Buatlah paper tentang seluk-beluk AIDS, carilah referensinya dari berbagai sumber!

## Bab XI

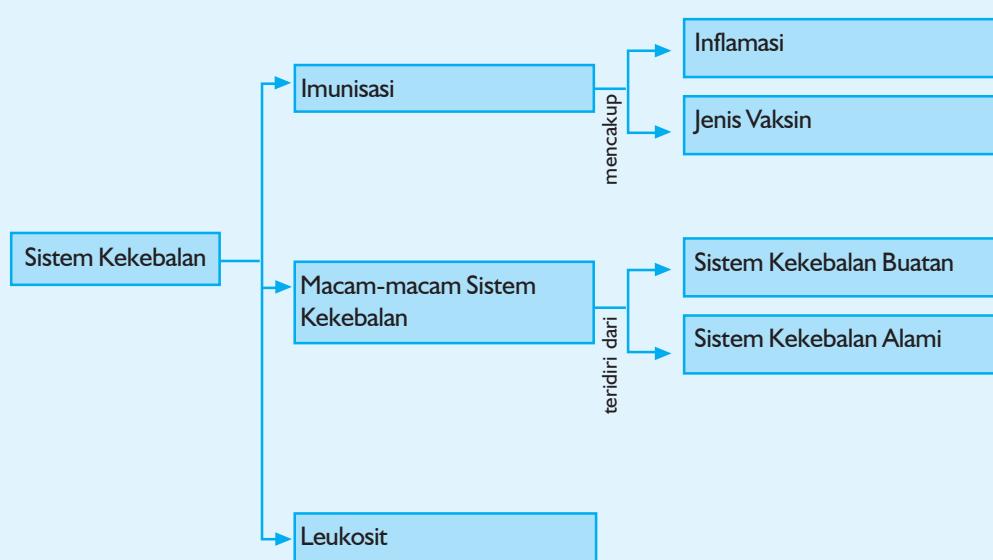
# Sistem Kekebalan

### Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar : [www.depreview.com](http://www.depreview.com)

Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat menjelaskan tentang pertahanan tubuh, selain itu kalian akan berusaha untuk senantiasa menjaga daya tahan tubuh dari serangan babit penyakit dengan berbagai cara.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab XI:

1. Imunisasi
2. Vaksin
3. Antigen
4. Antibodi



**Gambar 11.1** Pola hidup sehat adalah jaminan kekebalan tubuh

Sumber: *Tempo*, 3 Agustus 2003

Mencegah lebih baik daripada mengobati. Akan tetapi, apakah hal ini diperlakukan di seluruh dunia? Kebutuhan dan harapan orang akan pengobatan di negara-negara maju jauh berbeda daripada di negara berkembang.

Para ilmuwan modern kini memahami sistem kekebalan tubuh manusia dan proses imunisasi. Imunisasi adalah memasukkan kuman yang telah dilemahkan ke dalam tubuh manusia, supaya tubuh kebal terhadap kuman tersebut, dan dapat memerangi kuman yang sebenarnya kelak.

## A. Leukosit

Leukosit merupakan nama lain untuk sel darah putih. Leukosit berfungsi mempertahankan tubuh dari serangan penyakit dengan cara memakan (fagositosis) penyakit tersebut. Itulah sebabnya leukosit disebut juga fagosit.

Leukosit mempunyai bentuk yang berbeda dengan eritrosit. Bentuknya bervairasi dan mempunyai inti sel bulat ataupun cekung. Gerakannya seperti *Amoeba* dan dapat menembus dinding kapiler.

Berdasarkan ada/tidaknya granula di dalam plasma, leukosit dibagi menjadi:

1. Leukosit bergranula (granulosit)
  - a. Neutrofil
  - b. Eosinofil
  - c. Basofil
2. Leukosit tidak bergranula (agranulosit)
  - a. Limfosit
  - b. Monosit

### 1. Neutrofil

Plasmanya bersifat netral, inti selnya berjumlah banyak dengan bentuk bermacam-macam. Neutrofil fagositosis terhadap eritrosit (sel darah merah), kuman, dan jaringan mati.

### 2. Eosinofil

Plasmanya bersifat asam. Itulah sebabnya eosinofil akan merah tua bila ditetesi eosin. Eosinofil juga bersifat fagosit dan jumlahnya akan meningkat jika tubuh terkena infeksi.

### 3. Basofil

Plasmanya bersifat basa. Itulah sebabnya plasma akan berwarna biru jika ditetesi larutan basa. Sel darah putih ini akan berjumlah banyak jika terkena infeksi. Basofil juga bersifat fagosit. Selain itu, basofil mengandung zat kimia anti penggumpalan, yaitu heparin.

### 4. Limfosit

Limfosit tidak dapat bergerak dan berinti satu. Ukurannya ada yang besar dan ada yang kecil. Limfosit berfungsi untuk membentuk antibodi.

### 5. Monosit

Monosit dapat bergerak seperti *Amoeba* dan mempunyai inti yang bulat/bulat panjang. Monosit diproduksi pada jaringan limfa dan bersifat fagosit.

Adakalanya benda asing ataupun mikroba yang tidak dikehendaki memasuki tubuh kita. Jika hal tersebut terjadi tubuh akan menganggap benda yang masuk itu sebagai benda asing atau antigen. Apa yang terjadi pada antigen tersebut?

Antigen yang masuk ke dalam tubuh akan dianggap sebagai benda asing. Akibatnya tubuh melalui sel-sel darah putih (leukosit) memproduksi antibodi untuk menghancurkan antigen tersebut.

Glikoprotein yang terdapat di dalam hati kita dapat merupakan antigen bagi orang lain jika glikoprotein tersebut disuntikkan kepada orang lain. Hal ini membuktikan bahwa suatu bahan dapat dianggap sebagai antigen untuk orang lain tetapi belum tentu sebagai antigen untuk kita. Hal tersebut juga berlaku untuk keadaan sebaliknya.

Leukosit yang berperan penting terhadap kekebalan tubuh ada 2 macam, yaitu fagosit dan limfosit.

Sel fagosit akan menghancurkan benda asing yang dengan cara menelannya (fagositosis).

**Fagosit terdiri atas 2 macam sel, yaitu:**

1. Neutrofil, terdapat di dalam darah.
2. Makrofag, dapat meninggalkan peredaran darah untuk masuk ke dalam jaringan atau rongga tubuh.

**Limfosit terdiri atas:**

1. T limfosit (T Sel), yang bergerak ke kelenjar timus (kelenjar limfa di dasar leher).
2. B limfosit (B sel).

Keduanya dihasilkan oleh sumsum tulang dan diedarkan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah, menghasilkan antibodi yang disesuaikan dengan antigen yang masuk ke dalam tubuh.

Seringkali virus memasuki tubuh tidak melalui pembuluh darah tetapi melalui kulit dan selaput lendir agar terhindar dari leukosit. Namun sel-sel tubuh tersebut tidak berdiam diri. Sel-sel tubuh tersebut akan menghasilkan interferon suatu protein yang dapat memproduksi zat penghalang terbentuknya virus baru (replikasi).

Adanya kemampuan ini dapat mencegah terjadinya serangan virus.

Jelaskan Latihan 11.1 berikut yang akan mengembangkan keingintahuan kalian!

### Latihan 11.1

Buatlah kesimpulan tentang peran sel darah putih (leukosit) terhadap kekebalan tubuh di atas!

**B.**

## Macam-Macam Sistem Kekebalan

Tidak semua antigen yang masuk ke dalam tubuh berhasil dihancurkan oleh leukosit.

Antigen yang gagal dihancurkan sistem pertahanan tubuh ini akhirnya dapat menyerang sel-sel tubuh hingga penderita menjadi sakit, misal cacar. Apakah setelah gagal menghancurkan virus cacar tersebut tubuh tidak bereaksi apapun?

### 1. Sistem Kekebalan Alami

Jika tubuh terserang suatu penyakit, misalnya campak tubuh akan membentuk antibodi untuk melawan campak jika antibodi tersebut berhasil mengalahkan campak, tubuh akan membentuk antibodi yang lebih kuat untuk melawan campak jika suatu saat menyerang lagi.

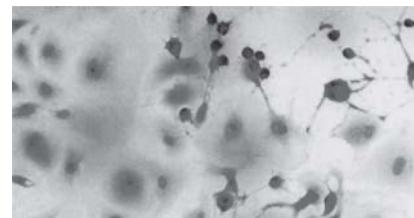
Dibentuknya antibodi yang lebih kuat ini menyebabkan tubuh menjadi kebal (imun) terhadap campak itulah sebabnya tubuh tidak akan terserang campak dua kali.

Kekebalan (imunitas) terhadap suatu penyakit yang dimiliki tubuh tanpa perlakuan dari luar ini dinamakan kekebalan alami/kekebalan pasif.

Contoh kekebalan alami yang lain adalah kebalnya bayi terhadap beberapa penyakit setelah menyusu pada hari pertama. Di dalam air susu ibu tersebut terkandung kolostrum yang kaya antibodi dan mineral.

Kekebalan bayi ini bertahan beberapa hari sampai beberapa minggu.

Bagaimana tubuh dapat mengingat dan mengenali antigen yang menyerang sebelumnya. Ternyata tubuh mempunyai sel-sel khusus yang bertugas untuk itu yang disebut sel-sel memori. Pengingatan dan pengenalan terhadap antigen tersebut merupakan ciri khas sistem kekebalan tubuh. Ciri lainnya adalah kekhususan yang berarti suatu antibodi hanya cocok untuk antigen tertentu. Sebagai contoh antibodi cacar hanya cocok untuk antigen cacar tertentu. Sebagai contoh antibodi cacar hanya cocok untuk antigen cacar dan tidak cocok untuk antigen lainnya.



**Gambar 11.2 Virus Varicella**  
penyebab cacar

Sumber: Ensiklopedi Umum untuk Pelajar  
Jilid 2, 2005 : 130



**Gambar 11.3 Bakteri penyebab penyakit**  
pertussis

Sumber: Ensiklopedi Umum untuk Pelajar Jilid,  
2005 : 39

## 2. Sistem Kekebalan Buatan

Kekebalan yang dimiliki tubuh dapat disesuaikan dengan keinginan kita. Kita dapat menyuruh tubuh untuk membuat antibodi penghancur antigen polio, tuberculosis, dan lainnya melalui pemberian vaksin. Vaksin adalah bibit penyakit yang telah dilemahkan. Proses pemberian vaksin dalam tubuh dinamakan vaksinasi. Jadi jika menginginkan tubuh memproduksi antibodi tetanus, kita harus menyuntiknya bakteri tetanus yang telah dilemahkan. Vaksin tetanus tersebut yang masuk tersebut akan dianggap tubuh sebagai penyakit, sehingga tubuh akan memproduksi antibodi untuk menghancurkan penyakit tetanus tersebut. Akibatnya tubuh akan kebal terhadap tetanus jika suatu saat penyakit tersebut menyerang. Kekebalan yang dibuat oleh tubuh dengan pemberian vaksin ini dinamakan kekebalan buatan atau kekebalan aktif.

Tidak semua penyakit dapat dicegah dengan cara vaksinasi. Banyak penyakit yang masih tahan terhadap perusakan oleh antibodi. Contoh penyakit yang sampai sekarang belum mempunyai vaksin yang efektif adalah AIDS dan malaria. Salah satu sebab sulitnya mencari vaksin yang efektif ini karena cepat berubahnya sifat virus penyebab penyakit. Vaksin yang umum digunakan selama ini diantaranya adalah vaksin DPT untuk mencegah penyakit dipteri - pertusis - tetanus - BCG untuk mencegah TBC, vaksin tetanus, dan campak.

Kerjakan tugas berikut yang akan mengembangkan **keingintahuan** dan **kecakapan hidup** kalian.

### Tugas

Carilah vaksin-vaksin yang lain yang digunakan untuk mencegah penyakit!

### C. Imunisasi

Tindakan untuk menimbulkan kekebalan tubuh terhadap penyakit dikenal sebagai imunisasi. Seseorang yang pernah terserang penyakit dan kemudian sembuh akan memperoleh imunisasi secara alami.

### Tahukah kamu?

Pencegahan demam tifus dilakukan dengan menjaga kebersihan lingkungan, air, dan makanan. Pada awal abad ke-20, vaksinasi propilaktik (*prophylactic vaccination*) digunakan untuk mencegah infeksi bakteri *Salmonella typhi*. Akan tetapi pemberian vaksinasi tersebut kurang efektif untuk mencegah penyakit demam tifus.

Sumber: Ensiklopedi Umum untuk Pelajar Jilid 10, 2005

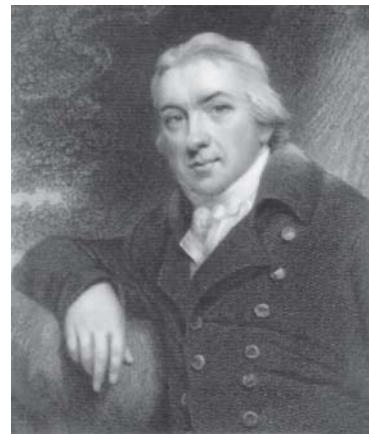
Adapun imunisasi secara buatan atau imunisasi artifisial diperoleh melalui pemberian vaksin. Produksi antibodi dapat dirangsang melalui vaksinasi atau pemberian vaksin. Vaksin merupakan cairan yang berisi antigen (mikroorganisme atau toksin) yang telah dilemahkan. Metode vaksinasi pertama kali diperkenalkan oleh Edward Jenner (1749 - 1823) pada 1796.

Vaksinasi biasanya memiliki jangka waktu tertentu sehingga pemberian vaksin harus diulang lagi setelah beberapa lama. Hal ini dilakukan karena jumlah zat anti dalam tubuh semakin berkurang sehingga imunitas tubuh juga menurun. Beberapa jenis penyakit yang dapat dicegah dengan vaksinasi antara lain cacar, tuberkulosis, dipteri, hepatitis B, pertusis, tetanus, polio, tifus, campak, demam kuning. Vaksin untuk penyakit tersebut biasanya diproduksi dalam skala besar sehingga harganya dapat terjangkau oleh masyarakat.

### 1. Jenis Vaksin

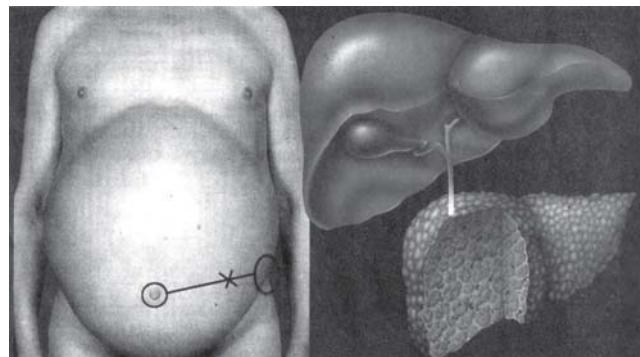
Secara garis besar, vaksin dikelompokkan menjadi 4 jenis yaitu:

- a. Vaksin Bacille Calmette-Guerin (BCG), polio jenis sabin, dan campak terbuat dari mikroorganisme yang telah dilemahkan.
- b. Vaksin pertusis dan polio jenis salk  
Vaksin ini berasal dari mikroorganisme yang telah dimatikan.
- c. Vaksin tetanus toksoid dan difteri  
Vaksin ini berasal dari toksin mikroorganisme yang telah dilemahkan.
- d. Vaksin hepatitis B  
Vaksin ini terbuat dari protein mikroorganisme.



Gambar 11.4 Edward Jenner

Sumber: Ensiklopedi Umum untuk Pelajar, 2005



Gambar 11.5 Penyakit Sirosis (Pengerasan hati) karena virus hepatitis

Sumber: Media Indonesia 5 Juli 2006

Selain reaksi pembentukan antibodi, pemberian vaksin biasanya disertai dengan gejala demam ringan yang berlangsung 1 -2 hari serta nyeri atau bengkak pada bagian tubuh yang diinjeksi.

Kita juga mengenal vaksin yaitu preparat mati/bakteri yang dilemahkan atau produk-produk bakterial. Vaksin ini diinjeksikan ke dalam tubuh hewan.

Vaksin bakteri khususnya digunakan untuk kekebalan manusia dan hewan piaraan terhadap penyakit seperti dipteri, kolera, dan demam tifoid.

**Tabel Dosis pemberian vaksin**

Jenis vaksin	Pemberian imunisasi	Selang waktu
BCG	1 kali	
Dipteri PertusisTetanus (DPT)	3 kali	4 minggu
Polio	3 kali	4 minggu
Campak	1 kali	
Tetanus Toksoid (TT)	2 kali	4 minggu

## 2. Inflamasi

Selain istilah imunisasi, vaksinasi, kita juga mengenal inflamasi. Inflamasi atau peradangan merupakan respon pertahanan tubuh terhadap masuknya mikroorganisme patogen, kerusakan jaringan, kelainan sistem kekebalan tubuh, sinar X dan ultraviolet, serta bahan kimia. Mikroorganisme patogen yang sering menyebabkan inflamasi adalah virus dan bakteri. Virus menimbulkan peradangan dengan cara merusak sel-sel tubuh. Adapun bakteri mengakibatkan peradangan dengan cara melepaskan racun endotoksin ke dalam tubuh. Inflamasi bertujuan untuk mengisolasi, menghancurkan, dan menonaktifkan benda asing yang masuk. Selain itu, inflamasi berfungsi sebagai pembuangan debris (jaringan yang telah mati atau sisa benda asing), perbaikan jaringan dan penyembuhan penyakit.

## 3. Antibodi

Antibodi berasal dari kata anti artinya melawan dan bodiq artinya tubuh. Jadi antibodi adalah suatu zat yang dibentuk oleh tubuh yang berasal dari protein darah jenis gama-globulin yang diubahnya untuk melawan zat antigen (zat asing) yang masuk ke dalam tubuh. Berbagai jenis antibodi memiliki sifat sebagai berikut:

- a. Opsonin adalah antibodi yang bersifat merangsang serangan leukosit terhadap antigen atau kuman.
- b. Lisin adalah antibodi yang bersifat menghancurkan antigen/kuman.
- c. Presipitin adalah antibodi yang bersifat mengendapkan antigen/kuman.
- d. Aglutinin adalah antibodi yang bersifat menggumpalkan antigen, aglutinogen dan kuman.

Kerjakan Latihan 11.2 berikut yang akan mengembangkan **keingintahuan** kalian!

### Latihan 11.2

Jelaskan pengaruh antibodi dan antigen dalam sistem kekebalan tubuh!

#### Rangkuman

- 1. Leukosit yang berperan penting terhadap kekebalan tubuh ada 2 macam yaitu fagosit dan limfosit.
- 2. Sistem kekebalan alami dibuat tubuh dengan membentuk antibodi.
- 3. Sistem kekebalan buatan dilakukan dengan cara pemberian vaksin.
- 4. Imunisasi diperlukan untuk menimbulkan kekebalan tubuh terhadap penyakit.
- 5. Sifat antibodi antara lain opsonin, lisin, presipitin, aglutinin.

#### Evaluasi

- A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (x) pada huruf a, b, c, d, atau e!
- 1. Antigen yang masuk ke dalam tubuh akan dianggap sebagai ....
    - a. teman leukosit
    - b. benda asing
    - c. protein tambahan
    - d. antibodi
    - e. fagosit
  - 2. Yang **bukan** kelompok sel darah putih yaitu ....
    - a. neutrofil
    - b. eosinofil
    - c. basofil
    - d. monosit
    - e. trombosit

3. Kelompok granulosit yang plasmanya bersifat netral adalah ....
  - a. neutrofil
  - b. eosinofil
  - c. basofil
  - d. monosit
  - e. limfosit
4. Jika tubuh terserang penyakit maka tubuh akan melawannya dengan membentuk ....
  - a. antigen
  - b. limfosit
  - c. antibodi
  - d. interferon
  - e. monosit
5. Di dalam air susu ibu terdapat antibodi yang berguna untuk kekebalan bayi, yang dinamakan ....
  - a. interferon
  - b. kolostrum
  - c. glikoprotein
  - d. fagosit
  - e. limfosit
6. Tubuh dapat mengingat dan mengenali antigen yang menyerang sebelumnya, karena tubuh mempunyai sel-sel khusus yang bertugas untuk itu, yaitu ....
  - a. sel-sel epitel
  - b. sel-sel darah
  - c. sel-sel saraf
  - d. sel-sel memori
  - e. sel-sel otot
7. Vaksin adalah bibit penyakit yang sudah ....
  - a. dilemahkan
  - b. dimodifikasi
  - c. dikuatkan
  - d. dihancurkan
  - e. dibuang
8. AIDS dan malaria sampai sekarang belum mempunyai vaksin yang efektif, salah satu sebab sulitnya mencari vaksin yang efektif ini adalah ....
  - a. cepat berubahnya sifat virus penyebab penyakit
  - b. penyakit ini mudah sekali menjangkiti tubuh
  - c. tubuh sudah kebal terhadap vaksin
  - d. virusnya sangat patogen
  - e. virusnya terlanjur menyebarkan racun ke seluruh tubuh
9. Sifat antibodi salah satunya adalah lisin, artinya ....
  - a. merangsang serangan leukosit terhadap antigen atau kuman
  - b. menghancurkan antigen
  - c. mengendapkan antigen/kuman
  - d. menggumpalkan antigen
  - e. mengubah struktur antigen

10. Leukosit yang berfungsi untuk membentuk antibodi, yaitu ....
  - a. monosit
  - b. basofil
  - c. eosinofil
  - d. neutrofil
  - e. limfosit

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

1. Jelaskan bagaimana mekanisme pertahanan tubuh terhadap benda asing berupa antigen dan babit penyakit!
2. Sebutkan macam-macam leukosit!
3. Sebut dan jelaskan macam-macam sistem kekebalan!
4. Bagaimanakah reaksi tubuh saat pemberian vaksin?
5. Mengapa pemberian vaksin harus diulang lagi setelah beberapa lama?

Kerjakan Tugas berikut yang akan menumbuhkan **etos kerja** kalian dan mendorong kalian untuk mencari **informasi lebih jauh**!

**Tugas Portofolio**

Datalah semua balita yang ada di daerah kalian, adakah yang belum diberi imunisasi polio? Apakah sama dengan anak-anak yang diberi imunisasi? Dan apa yang terjadi kelak pada anak-anak tersebut? Kerjakan dalam format penelitian!

# Evaluasi Semester II

- A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf *a*, *b*, *c*, *d* atau *e*!

  1. Zat makanan yang pada metabolisme menghasilkan energi tertinggi untuk satuan berat yang sama adalah ....
    - a. protein
    - b. vitamin
    - c. lemak
    - d. karbohidrat
    - e. serat kasar
  2. Sembelit atau konstipasi disebabkan oleh ....
    - a. kadar HCl dalam lambung berlebihan
    - b. rusaknya sel-sel lambung
    - c. penyerapan air pada kolon berlebihan
    - d. radang selaput dinding kolon
    - e. banyak makan cabe dan minum alkohol
  3. Unsur penyusun protein selain C, H, dan O adalah ....
    - a. Cl dan N
    - b. N dan S
    - c. P dan Ca
    - d. S dan P
    - e. N dan Mg
  4. Lambung menghasilkan getah yang mengandung enzim ....
    - a. pepsin
    - b. trepsin
    - c. erepsin
    - d. sekretin
    - e. prialin
  5. Udara di pundi-pundi hawa hanya digunakan saat ....
    - a. burung hinggap
    - b. burung melayang
    - c. burung tidur
    - d. paru-paru penuh O<sub>2</sub>
    - e. burung mengepakkan sayap
  6. Fungsi Saccus pneumatikus (kantong udara) pada bangsa Aves adalah sebagai berikut, *kecuali* ....
    - a. membantu pernapasan saat terbang
    - b. membantu membesarkan ruang siring
    - c. mencegah kedinginan
    - d. mengatur berat jenis tubuh saat terbang
    - e. mencegah kedinginan

7. Pada inspirasi atau ekspirasi, volume udara yang dimasukkan atau dikeluarkan berjumlah ....
  - a. 500 cc
  - b. 1.500 cc
  - c. 2.500 cc
  - d. 3.500 cc
  - e. 4.000 cc
8. Lubang pernapasan pada serangga disebut ....
  - a. paru-paru
  - b. spirakel
  - c. insang
  - d. trakeol
  - e. trachea
9. Sel api (*flame cell*) adalah alat ekskresi pada ....
  - a. cacing tanah
  - b. cacing hati
  - c. lintah
  - d. cumi-cumi
  - e. belalang
10. Urine sebelum keluar dari tubuh disimpan sementara di ....
  - a. medula
  - b. pelvis renalis
  - c. uretra
  - d. ureter
  - e. vesika urinaria
11. Infeksi kuman pada glomerulus menimbulkan penyakit ....
  - a. uremia
  - b. nefritis
  - c. diabetes mellitus
  - d. diabetes insipidus
  - e. albuminuria
12. Alat eksresi yang digunakan oleh *Planaria* adalah ....
  - a. nefridia
  - b. nefrostom
  - c. nefridiofor
  - d. sel api
  - e. pembuluh malpighi
13. Bagian otak besar yang peranannya berhubungan dengan penglihatan adalah ....
  - a. lobus frontalis
  - b. lobus anterior
  - c. lobus temporalis
  - d. lobus oksipitalis
  - e. lobus parietalis
14. Pusat pengatur suhu tubuh terdapat di ....
  - a. kulit
  - b. otak besar
  - c. otak kecil
  - d. hipothalamus
  - e. thalamus
15. Hormon yang kerjanya antagonik adalah ....
  - a. adrenalin dan insulin
  - b. tiroksin dan adenalin
  - c. tiroksin dan kalsitonin
  - d. adenotrop dan gonadotrop
  - e. kortikoid dan insulin

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!

1. Sebutkan fungsi protein bagi tubuh!
  2. Jelaskan pernapasan pada burung!
  3. Apakah penyebab dari diabetes mellitus?
  4. Sebutkan hormon-hormon yang berperan di dalam proses menstruasi, kehamilan, dan persalinan!
  5. Sebutkan sifat-sifat dari antibodi!

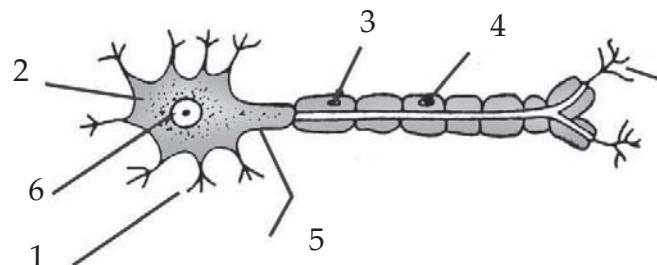
## Evaluasi Akhir

- A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, d atau e!**

  1. Organel yang berfungsi sebagai tempat pelekatannya ribosom dan juga sintesis lemak dan transpor zat di dalam sel adalah ....
    - a. mitokondria
    - b. nukleus
    - c. lisosom
    - d. badan golgi
    - e. retikulum endoplasma
  2. Pada dasarnya sitoplasma adalah ....
    - a. protoplasma yang mengelilingi nukleus
    - b. suatu selaput yang membungkus suatu massa protoplasma
    - c. protoplasma yang mengelilingi mitokondria
    - d. suatu selaput yang membungkus organel-organel sel
    - e. protoplasma yang mengelilingi retikulum endoplasma
  3. Zat hijau daun (*klorofil*) terdapat di dalam organel ....
    - a. sentrosom
    - b. plastida
    - c. nukleus
    - d. badan golgi
    - e. retikulum endoplasma
  4. Bunga yang memiliki calyx dan corolla dengan warna yang sama disebut ....
    - a. perigonium
    - b. periantum
    - c. invitro
    - d. pistillum
    - e. hidroponik
  5. Budidaya tanaman yang dilaksanakan dalam suatu wadah dinamakan ....
    - a. pembuahan
    - b. inseminasi
    - c. invitro
    - d. penyerbukan
    - e. hidroponik
  6. Yang termasuk organ dalam hewan, yaitu ....
    - a. hati
    - b. tangan
    - c. kaki
    - d. hidung
    - e. mulut
  7. Antara neuron satu dengan neuron lain ada suatu hubungan. Tempat hubungan itu disebut ....
    - a. nodus ranvier
    - b. faring
    - c. bronkus
    - d. paru-paru (pulmo)
    - e. esofagus

8. Tulang menjadi keras karena kandungan ....
  - a. fosfor
  - b. matriks
  - c. fibrosit
  - d. kalsium fosfat
  - e. elastin
9. Keadaan otot menjadi lebih besar dan kuat karena sering dilatih secara berlebih dinamakan ....
  - a. stiff
  - b. atrofi
  - c. hipertrofi
  - d. miastema gravis
  - e. tetanus
10. Peredaran darah melibatkan kontraksi otot jantung sedangkan getah bening melibatkan kontraksi ....
  - a. otot rangka
  - b. otot paha
  - c. otot bisep
  - d. otot trisep
  - e. otot polos
11. Leukosit yang mempunyai inti bercabang adalah ....
  - a. basofil
  - b. netrofil
  - c. monosit
  - d. limfosit
  - e. eosinofil
12. Bagian yang merupakan lambung sebenarnya pada lambung hewan pemamah biak adalah ....
  - a. rumen
  - b. ventikulus
  - c. omasum
  - d. abomasum
  - e. pilorus
13. Peranan bakteri penghuni rumen pada hewan memamah biak adalah ....
  - a. membusukkan ampas makanan
  - b. menguraikan selulosa
  - c. menghancurkan atau menghasilkan makanan
  - d. menguraikan selulosa dan memproduksi makanan
  - e. memproduksi metana
14. Alat pernapasan pada cacing tanah adalah ....
  - a. rongga mulut
  - b. insang
  - c. trachea
  - d. paru-paru
  - e. kulit
15. Rhinitis merupakan salah satu gangguan pada sistem pernapasan yang disebabkan radang ....
  - a. oleh bakteri pada dinding alveolus
  - b. di sebelah atas rongga hidung
  - c. di dalam rongga hidung
  - d. pada percobaan trachea
  - e. pada selaput pembungkus paru-paru

16. Nefrostom adalah alat pengeluaran pada ....
- urine
  - feses
  - karbon dioksida
  - air ludah
  - keringat
17. Jika seseorang sama sekali tidak mampu mengeluarkan urinanya karena kerusakan ginjal secara total, maka orang tersebut menderita ....
- gagal ginjal
  - uremia
  - nefritis
  - diabetes insipidus
  - anemia
18. Berikut adalah struktur sel saraf. Bagian yang dituju pada gambar pada nomor 1, 2, dan 3 berturut-turut adalah ....



- akson, badan sel, nodus Ranvier
  - dendrit, badan sel, akson
  - dendrit, badan sel, nodus Ranvier
  - myelin, badan sel, akson
  - akson, badan sel, cabang akson
19. Obat yang menyebabkan pusat saraf menjadi positif dinamakan ....
- obat stimulan
  - obat halusinogen
  - obat depresan
  - obat disinfeksi
  - obat adiktif
20. Pada waktu hamil, terbentuknya FSH dicegah oleh ....
- progesteron dan estrogen dari ovarium
  - progesteron dan estrogen dari plasenta
  - progesteron dan estrogen selama kehamilan
  - progesteron dan estrogen dari korpus luteum
  - progesteron, estrogen, dan LH

21. Urutan yang benar dari perkembangan sel telur yang telah dibuahi adalah ....
  - a. zigot - blastula - gastrula - monula
  - b. zigot - morula - blastula - gastrula
  - c. zigot - gastrula - blastula - morula
  - d. zigot - gastrula - morula - blastula
  - e. zigot - morula - gastrula - blastula
22. Vaksin yang digunakan untuk mencegah penyakit dipteri, pertussis, tetanus adalah ....
  - a. BCG
  - b. DPT
  - c. campak
  - d. kolostrum
  - e. cacar
23. Selain reaksi pembentukan antibodi, pemberian vaksin biasanya disertai dengan gejala demam ringan yang berlangsung ....
  - a. 1 - 2 hari
  - b. 2 - 3 hari
  - c. 3 - 4 hari
  - d. 4 - 5 hari
  - e. 5 - 6 hari
24. Vaksin hepatitis B dibuat dari ....
  - a. protein mikroorganisme
  - b. mikroorganisme yang telah dilemahkan
  - c. mikroorganisme yang telah dimatikan
  - d. mikroorganisme yang cocok dengan organ hati
  - e. toksin mikroorganisme
25. Vaksin BCG digunakan untuk mencegah penyakit ....
  - a. polio
  - b. tetanus
  - c. TBC
  - d. campak
  - e. dipteri

**B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!**

1. Jelaskan transpor aktif yang terjadi pada membran!
2. Sebutkan contoh artikulasi yang merupakan sendi putar!
3. Apakah sistem vena porta itu? Jelaskan!
4. Bagaimanakah mekanisme proses filtrasi pada ginjal?
5. Jelaskan tentang sistem kekebalan alami pada tubuh!

# Glosarium

**Alantois.** Membran yang mengandung pembuluh darah penghubung embrio dan ibu.

**Alergi.** Perubahan reaksi tubuh terhadap kuman-kuman penyakit.

**Aseksual.** Perbanyakkan jasad hidup tanpa terjadinya fusi dari benih jantan dan benih betina.

**Asfiksia.** Gangguan pengangkutan oksigen ke jaringan ataupun gangguan penggunaan oksigen oleh jaringan.

**Diafragma.** Sekat antara rongga dada dan rongga perut (pada tubuh).

**Ekskresi.** Pengeluaran zat-zat sisa metabolisme yang tidak dipakai lagi oleh sel dan darah, dikeluarkan bersama urine, keringat dan pernapasan.

**Eksositosis.** Proses pengeluaran zat-zat padat/tetes-tetes cairan melalui membran sel.

**Endokrin.** Kelenjar yang tidak mempunyai saluran untuk mengalirkan hasil sekresinya.

**Endositosis.** Proses memasukkan zat-zat padat/tetes-tetes cairan melalui membran sel.

**Epifise.** Bagian ujung tulang yang terdiri atas tulang rawan.

**Esensial.** Perlu sekali, mendasar atau hakiki.

**Evaporasi.** Proses yang terjadi apabila jumlah molekul yang keluar dari permukaan lebih besar daripada jumlah yang kembali ke permukaan air.

**Fertilisasi.** Pembuahan.

**Filamen.** Benda yang berbentuk seperti benang yang tipis.

**Filtrasi.** Proses penyaringan.

**Gametogenesis.** Proses pembentukan gamet (sel kelamin).

**Ganglion.** Kumpulan badan sel saraf.

**Gigantisme.** Pertumbuhan abnormal bagian tubuh yang ukuran dan bentuk yang melebihi ukuran normal.

**Glandula sebasea.** Kelenjar minyak yang berfungsi meminyaki rambut.

**Glandula sudorifera.** Kelenjar keringat yang berfungsi mengatur suhu tubuh.

**Glikolisin.** Peristiwa pengubahan glukosa menjadi asam piruvat.

**Hermaprodit.** Proses mahkluk (manusia, hewan, tumbuhan) yang berkelamin 2 jenis jantan dan betina sekaligus.

**Hidrolitik.** Pemecahan senyawa kimia melalui penambahan air.

**Hipertensi.** Tekanan darah tinggi yaitu nilai ambang tekanan sistole sekitar 140 - 200 mmHg atau lebih dan nilai ambang tekanan diastole sekitar 90 - 110 mmHg atau lebih.

**Infeksi.** Kemasukan bibit penyakit ketularan penyakit, peradangan.

**Jantung koroner.** Suatu gangguan jantung disebabkan oleh tertimbunnya lemak darah (kolesterol) pada arteri koronaria.

**Katalisator.** Sesuatu yang menyebabkan terjadinya perubahan dan menimbulkan kejadian baru atau mempercepat suatu peristiwa.

**Kelenjar endokrin.** Kelenjar yang tidak mempunyai saluran khusus yang menghasilkan hormon.

**Kelenjar.** Alat tubuh yang menghasilkan getah atau sekret tertentu.

**Koane.** Lubang pada rongga hidung belakang.

**Kompartemen.** Bagian yang terpisah.

**Konsentrис.** Mempunyai pusat yang sama.

**Konstituen.** Bagian yang penting, misal Natrium adalah konstituen garam dapur.

- Kontraksi.** Pengerutan (sehingga menjadi berkurang panjangnya, penegangan/mengerut (tentang otot).
- Koronariosis.** Peristiwa penyumbatan arteri koroner.
- Kranium.** Tengkorak.
- Kronis.** Berjangkit terus dalam waktu yang lama/menahun (tentang penyakit yang melanda diri seseorang) yang tidak sembuh-sembuh.
- Kultur jaringan.** Membudidayakan suatu jaringan tanaman menjadi tanaman baru yang mempunyai sifat seperti induknya.
- Kutikula.** Lapisan pada permukaan kulit yang terdiri atas bagian sel yang telah mati.
- Lobi.** Ruangan.
- Metabolisme.** Pembentukan dan penguraian zat di dalam badan yang memungkinkan berlangsungnya hidup.
- Miofibril.** Serabut-serabut halus pada otot yang terdiri dari protein miosin dan aktin.
- Nefron.** Unit fungsional ginjal, bagian ginjal yang berekskresi.
- Nodus.** Bagian batang (tanaman yang agak membengkok, tempat tumbuh daun dan tunas).
- Osifikasi.** Proses pembentukan tulang/penulangan.
- Peristaltik.** Perihal gelombang kontraksi berturut-turut pada alat pencernaan yang mendorong sisa makanan ke arah anus.
- Plasenta.** Organ berbentuk cakram yang menghubungkan janin dengan dinding rahim yang menjadi jalan perantara bagi pernafasan, pemberian makanan, dan pertukaran zat buangan antara janin dan darah ibu, keluar dari rahim mengikuti janin yang baru lahir, ari-ari tembuni.
- Pronasi.** Gerak memutar lengan sehingga telapak tangan menelungkup.
- Regulasi.** Pengaturan.
- Relaksasi.** Pengenduran, pemanjangan (tentang otot).
- Sekresi.** Pengeluaran hasil kelenjar atau sel secara aktif.
- Sekresi.** Pengeluaran hasil kelenjar atau sel secara aktif.
- Sekresi.** Pengeluaran hasil kelenjar/sel secara aktif.
- Sinartrosis.** Suatu sistem persendian pada tulang yang tidak dapat digerakkan seperti terjadi pada persambungan tulang-tulang tengkorak.
- Sistem alimentasi.** Sistem pencernaan makanan.
- Skeleton.** Rangka.
- Stratum granulosum.** Lapisan pada epidermis kulit yang berpigmen.
- Totipotensi.** Kemampuan sel tumbuhan untuk tumbuh menjadi tanaman yang sempurna bila diletakkan dalam lingkungan yang sesuai.
- Tranfusi.** Pemindahan/pemasukan obat atau darah dan sebagainya kepada orang yang memerlukan.
- Vitellus.** Globulin telur.

## Daftar Pustaka

- Alvi Rosiydi. 1997. *Anatomi Fisiologi Manusia*. Surakarta: UNS Press.
- Athur C. Guyton. 1983. *Fisiologi Kedokteran Edisi 5*. Jakarta: EGC Penerbit Buku Kedokteran.
- Bambang H. 1988. *Biologi*. Yogyakarta: Mitra Gama Widya.
- Depdiknas. 2002. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Depdiknas. 2006. *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Standar Kompetensi Mata Pelajaran Biologi Sekolah Menengah Atas dan Madrasah Aliyah*. Jakarta: Depdiknas.
- Dwidjoseputro, D. 1981. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djambatan.
- Frank B. Salisbury & Cleon W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Bandung: ITB Bandung.
- Grolier International. 2002. *Ilmu Pengetahuan Populer*. Jakarta: PT Widyadara.
- Grolier International. 2002. *Indonesian Heritage*. Jakarta: PT Widyadara.
- Grolier International. 2005. *Oxford Ensiklopedi Pelajar*. Jakarta: PT Widyadara.
- Grolier International. 2005. *Ensiklopedi Umum Untuk Pelajar*. Jakarta: PT Ichtiar Baru Van Hoeve.
- Harahap, Ayu B. (Penj). 2001. *Jendela Iptek: Tubuh Manusia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Harliyono. 1999. *Biologi Umum I*. Surakarta: UNS Press.
- Jean - Claude Corbeil & Ariane Arcambault. 2004. *Kamus Visual*. QA International.
- Kimball, John W. 1983. *Biology*. Addison Wesley Publishing Company.
- Lilian Wright. 2003. *Mengenal Ilmu Indera*. Jakarta: Grolier International INC.
- Marsusi. 2000. *Keanekaragaman dan Klasifikasi Tumbuhan I (Taksonomi Tumbuhan I)* Surakarta: UNS Press.
- Radio Petro. 1983. *Zoologi*. Jakarta: Erlangga.
- Sugiyarto. 1997. Petunjuk *Praktikum Anfisman*. Surakarta: UNS Press.
- Sumanto. 1996. *Fisiologi Hewan*. Surakarta: UNS Press.
- Suroso Ay, dkk. 2003. *Ensiklopedi Sains & kehidupan*. Jakarta: CV. Tarity Samudra Berlian.
- Umuriyah. 2000. *Struktur dan Perkembangan Tumbuhan I*. Surakarta: UNS Press.

# Indeks

## Indeks Kata

### A

Abduksi 59  
abduktor 59  
abomasum 107  
adduksi 59  
adduktor 59  
adenoid 84, 120  
adiposum 42  
ADP 12  
adrenal 38  
adrenalin 149  
adrenotropin 147  
adventif 24  
aferen 141  
aglutinin 79  
aglutinogen 79  
agregat 29  
AIDS 169  
akromegali 147  
aksesoris 164  
akson 41  
aktin 39  
Alantois 168  
albumin 79  
albuminuria 134  
aldehida 97  
alergi 120  
alkalis 165  
alveolus 116  
amandel 84, 120  
amfiartrosis 58  
amfikribal 22  
amfivasal 22  
amilase 106  
amiloplas 10  
amnion 168  
anatomi 27  
androgen 150  
anemia 75, 85  
anemia pernisiosa 85  
aneurisma 85  
angiospermae 25  
ankilosis 61

Annelida 71  
anorganik 43  
antagonis 59  
anterior 72, 147  
antibodi 79  
antigen 79  
aorta 71  
ependisitis 108  
arachnida 113  
arachnoid 143  
arteri 74  
Arthropoda 37, 70  
arthritis 61  
asam amino 100  
aseksual 161  
ASF 120  
asimilasi 25  
asosiasi 141  
ATP 11  
atrium 72  
Avertebrata 69

### B

Badan golgi 5  
badan nissl 41  
badan sel 41  
bakteri 107  
basofil 43  
batu ginjal 134  
bikolateral 22  
bilik 72  
biokimia 103  
biseksualis 29  
biseps 59  
broca 143  
bronkiolus 116  
bronkitis 120  
bronkus 116  
Bryophyta 25  
bulbouretralis 165  
bulbus 153

### C

Calyx 28  
campak 178  
carpal 54  
Chordata 37  
circumvalata 154  
clavicula 54  
Coelenterata 37  
corolla 28  
cowper 165  
cranial 145

### D

Daur Krebs 119  
defekasi 106  
degenerasi 164, 127  
dekstrin 98  
demam tifoid 180  
dendrit 41  
depresi 60  
depressor 59  
dermis 130  
detoksifikasi 101  
diabetes insipidus 134  
diabetes mellitus 134  
diafragma 119  
diare 107  
diartrosis 57  
diastole 82  
diesis 29  
difusi 11  
dikotil 22, 23  
dinding sel 4  
diploblastik 37  
dipteri 120  
dislokasi 60  
distrofi otot 63  
donor 80  
dorsal 71  
duktus limfatikus dekster 83  
duktus toraksikus 83

- duodenum 106  
duramater 143
- E**
- Efektor 141  
ejaculatorius 164  
ejakulasi 165  
eksem 134  
ekskresi 9,127  
eksoftalmus 148  
eksokrin 38  
ekspirasi 114  
eksplan 30  
ekstensi 59  
ekstensibilitas 59  
ekstensor 59  
eksudatif 61  
ektoderm 37  
elaioplas 10  
elastis 42, 56  
elastisitas 59  
elefantiasis 85  
elektron 119  
elevasi 60  
elevator 59  
embolus 85  
embrio 29  
embrional 37  
emfisema 120  
empedu 130  
empulur 26  
endodermis 24  
endokrin 38  
endolimfe 152  
endotel 38  
endotoksin 180  
entoderm 37  
enzim 9  
eosin 43  
eosinofil 43, 175  
epidermis 4, 19  
epiglotis 56, 117  
epilepsi 155  
epineprin 149  
epitel 37  
eritroblastosit foetalis 85  
eritrosit 75  
esensial 97  
esofagus 105  
estrogen 150  
eter 99  
ethmoidal 52
- eustachius 56  
evaporasi 26
- F**
- Fagosit 76, 175  
fagositosis 76  
faring 56, 114  
felogen 19  
femur 54  
ferum 7  
feses 106  
fetus 81  
fibrinogen 78  
fibroblast 42  
fibrosa 56  
fibula 54  
filamen 114  
filtrasi 128  
filtrat 128  
fimbriae 165  
fisiologik 62  
fleksi 59  
fleksor 59  
floem 22  
folikel 147  
folikel de graaf 150  
foramen ovale 81  
foramen panizzae 73  
fosfatid 99  
fosfolipid 99,165  
fotosintesis 10  
fraktura 60  
frontal 52  
fruktosa 11  
fundus 105  
fungiformis 154
- G**
- Galaktosa 11, 98  
gama - globulin 180  
ganglion 41, 144  
gastrin 105  
gastritis 107  
gastrokolik 106  
genetik 84  
geniohioideus 115  
geragih 161  
germinativum 130  
gigantisme 147  
ginjal 127  
gizi 97  
glandula 104
- glikogen 98  
glikolisis 119  
glikoprotein 176  
gliserol 98  
glison 131  
globulin 79  
glomerulus 128  
glotis 114  
glukosa 11, 98  
gonad 147  
gonore 169  
gradien 11  
granuler 43  
granulosum 130  
Gymnospermae 25
- H**
- HCl 105  
heksosa 98  
hemisfer 143  
hemolimfa 70  
heparin 175  
hepatica 131  
hepatitis 131  
hernia abdominalis 63  
heterogen 39  
hewani 99  
hialin 55  
hidatoda 27  
hidrogen 7  
hidrolisis 98  
hidrolitik 9  
hidrostatik 114  
higienis 97  
hipertensi 85  
hipertonis 11  
hipertrofi 62  
hipofisis 101, 144  
hipotalamus 144  
hipotensi 85  
hipotonis 11  
histologi 37  
homeostasis 146  
homogen 39  
homolimf 69  
horizontal 161  
hormon 38  
humerus 54  
hymen 166  
hyoideus 52

**I**

Ichium 54  
ileosekum 106  
ileum 106  
immunoglobulin 79  
impuls 40, 144  
imun 177  
imunisasi 179  
imunitas 177  
indra 38  
infeksi 107  
inflamasi 180  
injeksi 107  
inkus 152  
insang 113  
insektai 113  
inspirasi 114  
insulin 98, 106, 149  
interstitial leydig 147  
interval 42  
intestinum 38, 106  
intraseluler 9  
invitro 30  
iodium 7  
ion 9  
irritabilitas 40  
iritasi 135

**J**

Janin 167  
jaringan 19  
jejunum 106  
jerawat 134

**K**

Kalium 7  
kalori 97  
kalsitonin 148  
kalsium 98  
kambium 22  
kapiler 71, 74, 175  
kapsula 131  
kapsula Bowman 128  
kapsular 128  
karbohidrat 8  
karbon 7  
kardiak 105  
kardinalis 72  
karioteka 9  
karnivora 107  
kartilago 54

katalisator 102  
kelenjar 9  
kelenjar Bartholini 165  
keseleo 61  
keton 98  
khorion 168  
kifosis 61  
klitoris 165  
kloaka 133  
klorida 7  
klorofil 19  
kloroform 99  
kloroplas 9  
koane 115  
koklea 152  
kolagen 42  
kolateral 22  
kolera 180  
kolesterol 86,99  
kolik 107  
kolon 106  
koloni 107  
colostrum 177  
kolumner 4  
kondratin 42  
kondroblast 42  
kondrosit 42  
konduktivitas 40  
konektor 141  
kontainer 30  
kontraktsibilitas 59  
koordinasi 141  
korakoid 115  
korneum 129  
koroid 150  
koroner 81  
korteks 24, 127  
kramium 52  
kreatin 127  
kreatinin 127  
kretinisme 148  
kromatin 9  
kromoplas 10  
kronis 134  
kuboid 4  
kudis 134  
kutanea 114  
kutikula 26

**L**

Labia mayora 165  
labia minora 165  
labirin 152  
lacrimale 52  
laktiferus 168  
lamela 114  
langerhans 147  
laringitis 120  
lateral 71  
lemak 8  
lentisel 26  
leukemia 85  
leukoplas 10  
leukosit 76, 175  
leukositas 76  
ligamen 168  
lignin 20  
limfa 38  
limfosit 43  
lipase 105, 106  
lipida 8  
lipoprotein 99  
lisin 181  
lisosom 5  
lisozim 9  
lordosis 61  
lusidum 130

**M**

Magnesium 7  
makanan 97  
makro 97  
makro element 101  
maksimum 119  
malleus 152  
mamae 162  
Mammalia 162  
mandibulare 52  
manosa 98  
matriks 43  
maxillare 52  
medula 127  
medula oblongata 144  
medula spinalis 144  
megakariosit 77  
melanin 148  
melanofora 148  
meninges 143  
menstruasi 166  
meristem 19

- meristem apikal 19  
meristem interkalar 19  
meristem lateral 19  
meristem primer 19  
meristem sekunder 19  
mesoderm 37  
mesofil 27  
metabolisme 79  
metamorfosis 73  
miastema gravis 62  
mikro element 101  
mikroba 176  
mikroorganisme 179  
mikrosefalus 62  
mikrotubulus 5, 10  
miofibril 39  
mioglobin 103  
miosin 39  
mitokondria 5  
mitosis 10, 163  
mixoedem 148  
modifikasi 161  
monoensis 29  
monokotil 19  
monosakarida 11, 98  
monosit 43  
mons pubis 165  
morbus basedowi 148  
motorik 40, 141, 143  
mukosa 149  
mutualisme 107
- N**
- Nasale 52  
natrium 7  
nefridia 132  
nefridiofora 132  
nefridium 132  
nefritis 134  
nefron 38  
neurit 41  
neuron 41  
neutrofil 43  
nitrogen 7  
nodus 84  
nodus ranvier 42  
non esensial 100  
nukleolus 41  
nukleoplasma 9
- nukleotida 9  
nukleus 5  
nutrisi 144
- O**
- Obesitas 148  
occipetal 52  
oksigen 7  
oksitosin 148  
olfaktorius 153  
oligosakarida 98  
oligoura 134  
omasum 107  
omnivora 107  
osit 164  
opsonin 181  
organ 9  
organel 7  
organik 8  
osifikasi 56  
osikula 152  
osmosis 11  
osseus 152  
osteoartritis 61  
osteoblast 43, 55  
osteoporosis 62, 63, 103  
osteosit 43  
ostium 69  
otonom 145  
otot 9  
oval 164  
ovarium 147  
oviduk 165  
ovulasi 147  
ovum 150
- P**
- Palisade 20  
pallatum 52  
pankreas 147  
papila 154  
parasimpatik 145  
parathormon 148  
parenkim 4  
parietal 52  
parotis 104, 107  
patella 54  
pembuluh kil 84  
pencernaan 45  
penis 164  
pentosa 98
- pepsin 105  
pepsinogen 105  
perifer 144  
perigonium 28  
perikambium 24  
perilimfe 152  
periodental 103  
perisikel 24  
peristaltik 106  
peritonium 38  
permanen 19  
pernapasan 45  
pertusis 178  
petresin 148  
phalanges 54  
phospor 7  
piiameter 143  
pigmen 9  
pilorus 105  
pistilum 28  
*Planaria* 132  
plasenta 162  
plastida 5, 9  
polihidroksi 98  
polio 178  
poliomielitis 62  
polip 120  
polisakarida 98  
pollen 30  
polyura 134  
posterior 72  
presipitin 181  
produksi 77  
progesteron 150  
prolaktin 147  
promeristem 19  
pronasi 59  
pronator 59  
protein 8  
protoplasma 7  
protrombin 78  
pruvitus kutanea 135  
Pterydophyta 25  
pubis 54  
pulmo 114
- R**
- Radang dingin 155  
rakitis 62  
rangka 52  
reabsorpsi 128  
refleks 144

- rektum 106  
 relaksasi 58, 101, 103  
 renin 105  
 replikasi 176  
 reproduksi 30  
 reseptor 143, 144  
 residu 119  
 resipien 80  
 respirasi 8  
 retikulum 107  
 Retikulum Endoplasma (RE) 5  
 rheumatik 61  
 rhinitis 120  
 rhizoma 161  
 ribosa 98  
 ribosom 5  
 rizoid 25  
 rotasi 57  
 rudimenter 148  
 rumen 107  
 ruminansia 107
- S**
- Saccus abdominalis 115  
 saccus axilaris 115  
 sakrum 53  
 saraf, 9  
 scapula 54  
 sebasea 130  
 sekresi 10, 127  
 sekret 165  
 selektif permiabel 11  
 selubung myelin 42  
 selubung neurilema 42  
 selubung Schwann 42  
 selular 42  
 selulosa 20  
 selulose 4  
 sembelit 107  
 seminalis 165  
 seminiferus 164  
 sensorik 40, 141  
 sentriol 9  
 sentrosom 5  
 serabut 24  
 serebelum 144  
 serebrum 143  
 servikal 53, 115  
 sfinkter 105  
 Sick Cell Anemia (SCA) 85  
 sifilis 169
- sika 61  
 silia 154, 117  
 simbiosis 107  
 simpatik 145  
 sinapsis 42  
 sinartrosis 58  
 sinovial 61  
 sinsitium 58  
 sirkulatoria 83  
 sirkulatoria magna 83  
 sistem havers 55  
 sistitis 134  
 sistole 82  
 skabies 134  
 skelereid 20  
 skeleton 45  
 sklera 150  
 sklerenkim 4  
 sklerosis 86  
 skoliosis 61  
 skrotum 147  
 somatotrof 147  
 sperma 149  
 spermatid 163  
 spermatogenesis 147  
 spermatogonium 163  
 spermatosit 163  
 spermatozoa 165  
 spesialisasi 37  
 sphenoidal 52  
 spinal 145  
 spirakel 113  
 spons 20  
 squamosa 4  
 stabilitas 101  
 stamen 28  
 stapedius 153  
 stapes 152  
 stele 24  
 sternohioideus 115  
 sterol 99  
 stiff 62  
 stolon 161  
 stomata 19  
 stratum 129  
 stroke 86  
 sublingualis, 104  
 submaksilaris 104  
 substansi 9  
 sudorifera 130  
 sulfur 7  
 supinasi 60
- T**
- Talamus 144  
 tarsal 54  
 temporal 52  
 tendon 56  
 tengkorak 52  
 tensor timpani 153  
 testis 149  
 testosteron 147  
 tetanus 62  
 tetrosa 98  
 thalassemia 84  
 thoracales 53  
 tidal 119  
 timus 146  
 tiroid 38, 101  
 tiroksin 103, 148  
 toksin 179  
 tonsil 84  
 toraks anterior 115  
 trabeculae 55  
 trachea 21  
 trakeid 21  
 trakeolus 113  
 transfer 119  
 transportasi 20  
 treotrop 147  
 triglycerida 99  
 triiodotironin 148  
 triosa 98  
 triploblastik 37  
 tripsin 106  
 triceps 59  
 trombin 78  
 tromboplastin 78  
 trombus 85  
 tuba fallopii 165  
 tuberkulosis 120  
 tunas adventif 161  
 tunggang 23
- U**
- Ultraviolet 154  
 uniseksualis 29  
 urea 127  
 ureter 128  
 uretra 128  
 urogenitalia 133  
 usus halus 44  
 uterus 162

**V**

Vagina 165  
vaksin 178  
vaksinasi 178  
vakuoala 5  
valvula bikuspidalis 81  
valvula trikuspidalis 81  
varietas 31  
varises 86  
vas deferens 164  
vas eferens 164  
vaskuler 19  
vasopresin 148  
vegetatif 23, 161  
vena 72  
vena cava 82  
vena porta 131

ventral 71  
ventrikel 74  
ventrikulus 38  
venule 82  
vertebrata 12  
virus 30  
vitamin 79  
vitellus 4  
volume 119  
vomer 52

**X**

Xerostomia 107  
xilem 21

**Z**

Zigomaticum 52  
zigot 37

**Indeks Pengarang**

Bambang H 7  
Frank B. Salisbury & Cleon W. Ross 11  
Harliyono 3  
Sugiyarto 80  
Sumanto 127  
Suryowinoto 30

## Kunci Panduan Pembelajaran Biologi XI

### Evaluasi Bab I

#### A. Pilihan ganda

- I. a 3. e 5. a 7. a 9. c

#### B. Esai

5. a. Transpor aktif: perpindahan zat melalui membran selektif permisiabel dari tempat yang konsentrasi zatnya rendah ke tempat yang konsentrasi zatnya tinggi menggunakan energi (ATP).
- b. Osmosis: perpindahan molekul air melalui selaput semipermeabel dari larutan yang hipotonis (kepekatan rendah) ke larutan hipertonis (kepekatan tinggi).
- c. Difusi: peristiwa perpindahan molekul zat dari tempat yang berkonsentrasi tinggi ke tempat yang berkonsentrasi lebih rendah untuk mencapai kesamaan konsentrasi.
- d. Endositosis: memasukkan zat-zat padat /tetes-tetes cairan melalui membran plasma.
- e. Eksositosis: mengeluarkan zat-zat padat /tetes-tetes cairan melalui membran plasma.

### Evaluasi Bab II

#### A. Pilihan ganda

- I. e 3. c 5. a 7. d 9. d

#### B. Esai

5. Manfaat kultur jaringan adalah:
  - a. Untuk menghasilkan tanaman baru dalam jumlah besar dalam waktu singkat dengan sifat dan kualitas sama dengan induknya.
  - b. Mendapatkan tanaman yang bebas dari virus dan penyakit.
  - c. Menciptakan varietas baru, yaitu dengan cara menggabungkan plasma dari sel-sel yang berbeda dalam satu spesies lalu menumbuhkannya melalui kultur jaringan.
  - d. Melestarikan jenis tanaman yang hampir punah.
  - e. Mempertahankan keaslian sifat-sifat tanaman.

### Evaluasi Bab III

#### A. Pilihan Ganda

- I. c 3. c 5. b 7. d 9. d

#### B. Esai

5. Sistem integumen, sistem sirkulasi, sistem pernapasan, sistem ekskresi, sistem alimentasi, sistem skeleton, sistem otot, sistem reproduksi, sistem endokrin, sistem saraf.

### Evaluasi Bab IV

#### A. Pilihan Ganda

- I. b 3. b 5. c 7. b 9. b

#### B. Esai

5. a. Skoliosis: tulang belakang bengkok ke samping.  
b. Kifosis: tulang belakang bengkok ke belakang.  
c. Lordosis: tulang belakang bengkok ke depan.

### Evaluasi Bab V

#### A. Pilihan Ganda

- I. c 3. a 5. a 7. d 9. c

#### B. Esai

5. a. Anemia: Penyakit kurang darah, disebabkan kandungan Hb rendah, berkurangnya sel darah merah, atau menurunnya volume darah dengan ukuran normal.  
b. Anemia perniosis: penyakit dimana tubuh tidak mampu menyerap vitamin B-12.  
c. Aneunisma: penyakit pelebaran pembuluh arteri karena lemahnya dinding otot.  
d. Entroblastosit foetalis: Rusaknya eritrosit di dalam kandungan karena perbedaan rhesus dengan ibu.  
e. Elefantiasis: penyumbatan aliran pembuluh limfa akibat infeksi cacing *Filaria*.  
f. Hipertensi: tekanan darah tinggi yaitu nilai ambang tekanan sistole sekitar 140 - 200 mm Hg atau lebih, dan nilai ambang tekanan diastole sekitar 90 - 110 mm Hg atau lebih.  
g. Hipotensi: tekanan darah rendah, bila tekanan sistole di bawah 100 mmHg.

- h. Leukemia (kanker darah): penyakit yang disebabkan bertambahnya leukosit yang tidak terkendali akibat kanker jaringan penghasil sel-sel darah putih.
- i. Sklerosis: penyakit pengerasan pembuluh nadi.
- j. Varises: penyakit berupa pelebaran vena pada bagian betis.

### Evaluasi Semester I

#### A. Pilihan Ganda

- I. e 3. b 5. d 7. a 9. b 11. b 13. c 15. b 17. a 19. e

#### B. Esai

5. Pada otot lurik terdapat aktin dan miosin.

Bila aktin mendekat ke miosin, otot akan berkontraksi. Sebaliknya bila aktin menjauhi miosin, otot akan relaksasi.

### Evaluasi Bab VI

#### A. Pilihan Ganda

- I. b 3. e 5. d 7. b 9. d

#### B. Esai

5. parotis atau gondong, xerostomia, gastritis, kolik, diare, sembelit, apendisitis, hemaroid.

### Evaluasi Bab VII

#### A. Pilihan Ganda

- I. e 3. b 5. d 7. d 9. d

#### B. Esai

5. laringitis, dipteri, rhinitis, bronkitis, asma, adenoid, emfisema, alveolus terisi air, TBC, pneumonia, asfiksia.

### Evaluasi Bab VIII

#### A. Pilihan Ganda

- I. e 3. b 5. e 7. c 9. d

#### B. Esai

5. albuminurina, nefritis, polyura, oligouria, batu ginjal, diabetes, sistitis, jerawat, eksem, kudis, pruvitus kutanea.

### Evaluasi Bab IX

#### A. Pilihan Ganda

- I. b 3. d 5. a 7. c 9. e

#### B. Esai

5. a. Insulin: hormon untuk mengubah gula menjadi glikogen di dalam hati dan otot.  
 b. hipothalamus: bagian dari otak depan sebagai pusat pengaturan.  
 c. gigantisme: pertumbuhan raksasa.

### Evaluasi Bab X

#### A. Pilihan Ganda

- I. e 3. e 5. e 7. d 9. c

#### B. Esai

5. a. Alantois: membran yang mengandung pembuluh darah penghubung embrio dan ibu.  
 b. Stolon: batang yang menjalar di atas permukaan tanah.  
 c. Sifilis: penyakit yang ditandai adanya luka pada alat kelamin dan jika tidak segera diobati, bakteri dapat merusak sel otak, melumpuhkan tulang/merusak jantung dan pembuluh darah.

### Evaluasi Bab XI

#### A. Pilihan Ganda

- I. b 3. a 5. b 7. a 9. b

#### B. Esai

5. Karena jumlah zat anti dalam tubuh semakin berkurang sehingga imunitas tubuh juga menurun.

### Evaluasi Semester II

#### A. Pilihan Ganda

- I. c 3. b 5. b 7. a 9. a 11. b 13. d 15. a 17. e 19. d

**B. Esai**

5. a. opsonin = merangsang serangan leukosit terhadap antigen atau kuman  
b. lisin = menghancurkan antigen/kuman  
c. presipitin = mengendapkan antigen/kuman  
d. Aglutinin = menggumpalkan antigen, aglutinogen dan kuman

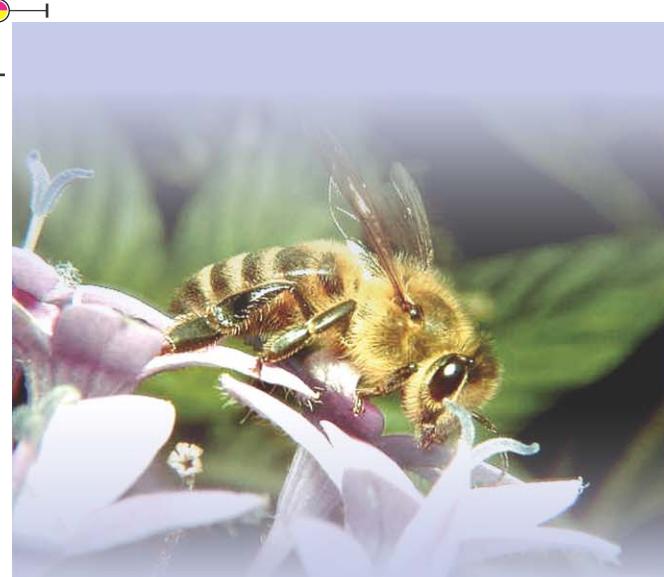
**Evaluasi Akhir**

**A. Pilihan Ganda**

1. e 3. b 5. c 7. a 9. c 11. e 13. b 15. c 17. a 19. a

**B. Esai**

5. Jika tubuh terserang suatu penyakit maka tubuh akan membentuk antibodi, jika antibodi tersebut berhasil mengalahkan penyakit, tubuh akan membentuk antibodi yang lebih kuat untuk melawan penyakit jika suatu saat menyerang lagi.



Panduan Pembelajaran

# Biologi

Untuk SMA & MA

Kelas  
**XI**

ISBN 978-979-068-136-1 (no jld lengkap)  
ISBN 978-979-068-138-5

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2007 tanggal 25 Juni 2007 Tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam Proses Pembelajaran

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp11.146,-