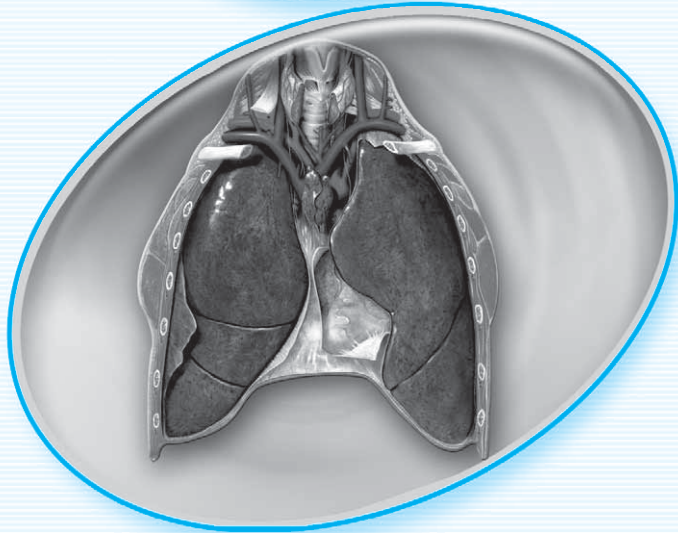


## Bab II

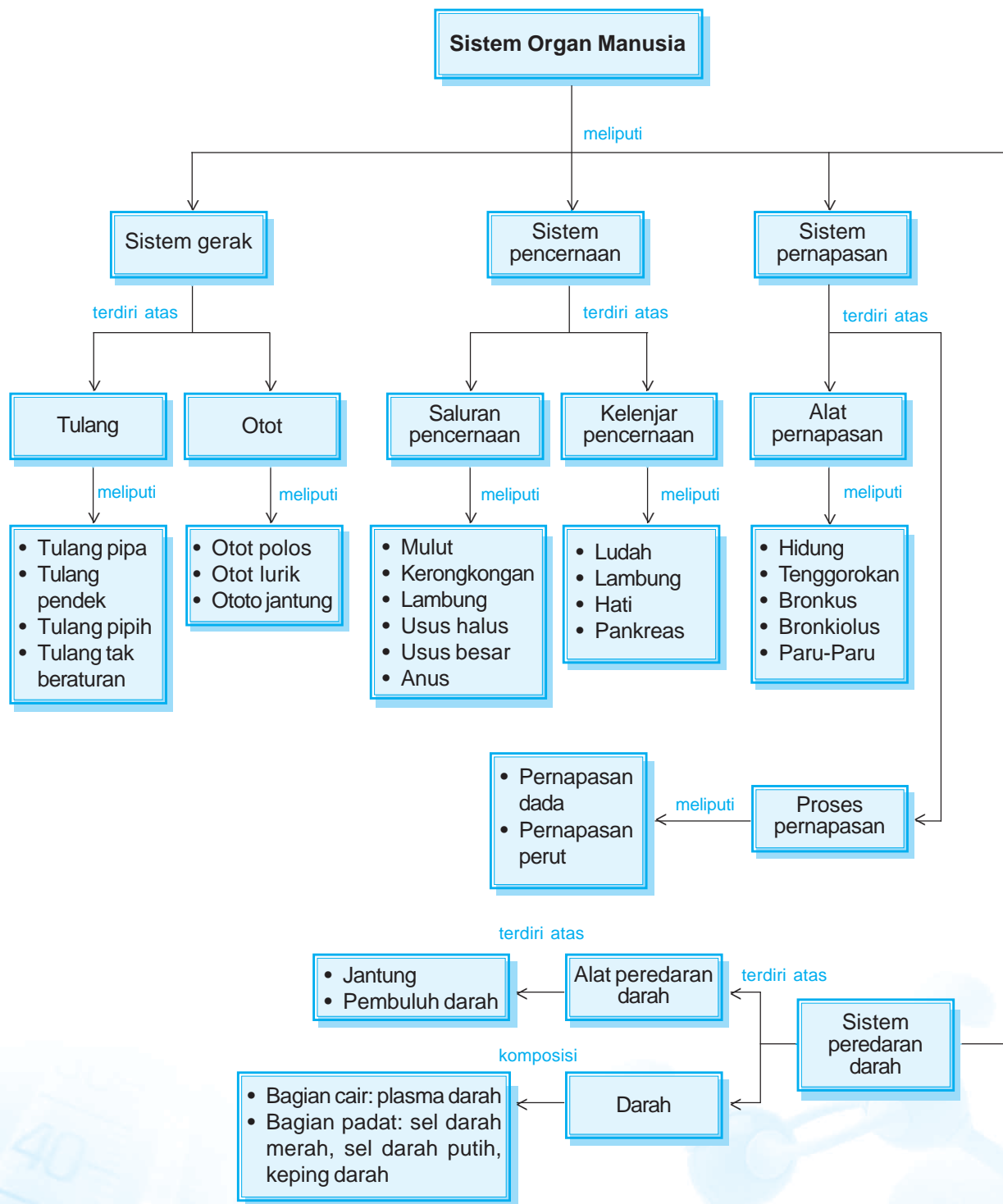
# Berbagai Sistem Organ pada Manusia



Kamu telah mengetahui bahwa sel-sel dengan bentuk dan fungsi yang sama akan membentuk jaringan. Beberapa jaringan bekerjasama membentuk organ dan beberapa organ menyusun sistem organ. Tubuh manusia dilengkapi dengan berbagai sistem organ untuk melaksanakan fungsi-fungsi kehidupan. Kelainan pada salah satu sistem organ atau bagiannya dapat menyebabkan gangguan pada sistem yang lain. Apa sajakah sistem organ pada manusia? Bagaimana hubungannya dengan kesehatan?

Pada bab ini kamu akan mempelajari berbagai sistem dalam kehidupan manusia, yaitu sistem gerak, pencernaan, pernapasan, dan sistem peredaran darah beserta hubungannya dengan kesehatan.

# Peta Konsep



## Kata Kunci

- tulang
- otot
- gizi
- pencernaan
- energi
- bernapas
- darah
- transportasi
- golongan darah

Di kelas VII kamu telah mempelajari organisasi kehidupan. Tubuh makhluk hidup tersusun atas sel. Sel-sel yang mempunyai bentuk dan fungsi yang sama membentuk jaringan. Beberapa jaringan menyusun organ. Organ-organ saling bekerjasama membentuk sistem organ. Di dalam tubuh manusia terdapat berbagai sistem organ, antara lain sistem gerak, pencernaan, pernapasan, sistem peredaran darah, sistem ekskresi, dan sistem reproduksi. Penyakit atau kelainan pada sistem organ dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan.



## A Sistem Gerak pada Manusia

Gerak merupakan salah satu ciri dari makhluk hidup. Tubuhmu akan bergerak apabila menerima rangsangan dari luar. Misalnya bila tiba-tiba kakimu terkena benda panas. Apa yang kamu lakukan? Pasti segera menarik kaki menjauhi benda panas itu. Jadi gerak merupakan suatu tanggapan makhluk hidup terhadap rangsangan dari lingkungan.

Sistem gerak pada manusia tersusun dari rangka dan otot. Rangka disebut alat gerak pasif sedangkan otot disebut alat gerak aktif. Dapat disebut demikian karena rangka hanya dapat digerakkan oleh otot.

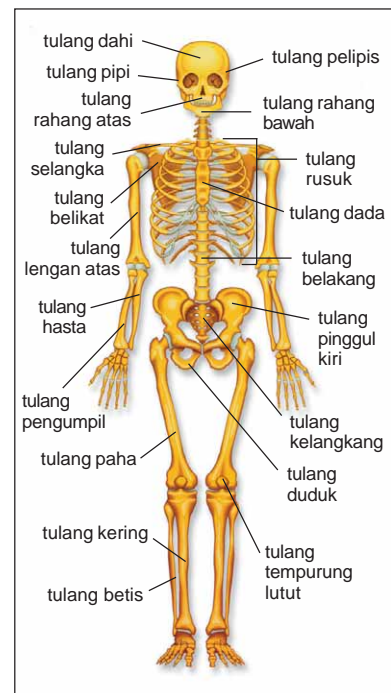
### 1. Rangka

Rangka (*skeleton*) merupakan rangkaian tulang yang mendukung dan melindungi organ tubuh yang lunak. Tulang satu dengan tulang yang lain dihubungkan oleh persendian (*artikulasi*). Sistem rangka yang terletak di dalam tubuh dan dilindungi oleh kulit dan otot disebut *endoskeleton*. Fungsi rangka antara lain sebagai berikut.

- Memberikan bentuk tubuh dan menegakkan berdirinya tubuh.
- Melindungi organ yang rusak.
- Alat gerak pasif.
- Tempat melekatnya otot.
- Tempat pembentukan sumsum.

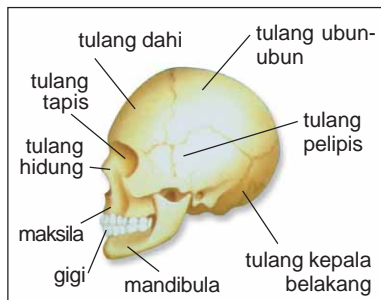
Rangka tubuh manusia tersusun oleh berbagai macam tulang. Tulang dapat dikelompokkan sebagai berikut.

- Berdasarkan bentuknya, tulang dibedakan menjadi tulang panjang (pipa), tulang pendek, tulang pipih, dan tulang yang berbentuk tidak beraturan.
  - Tulang panjang (pipa), terdapat pada lengan atas, tulang paha, tulang betis dan ruas tulang jari. Di dalam rongga tulang pipa berisi sumsum merah.
  - Tulang pendek, terdapat pada ruas-ruas tulang belakang, pergelangan tangan dan pergelangan kaki. Di dalamnya terdapat sumsum merah yang berfungsi sebagai tempat pembuatan sel darah merah dan sel darah putih.

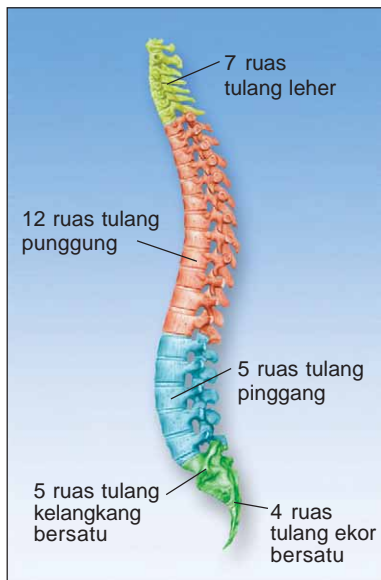


**Gambar 2.1** Susunan rangka pada manusia.

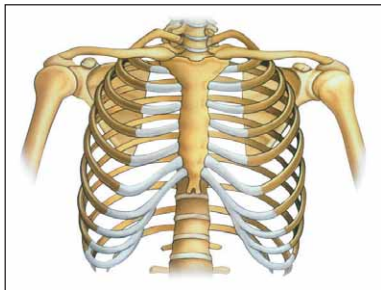
Sumber: Kamus Visual



**Gambar 2.2** Tulang kepala manusia.  
Sumber: The Human Body Atlas



**Gambar 2.3** Tulang belakang manusia.  
Sumber: The Human Body Atlas



**Gambar 2.4** Tulang dada dan tulang rusuk manusia.  
Sumber: The Human Body Atlas

- 3) Tulang pipih, terdapat pada tulang rusuk, tulang dada, tulang tempurung kepala, tulang belikat, dan tulang panggul.
  - 4) Tulang yang bentuknya tidak beraturan, terdapat pada tulang wajah dan ruas-ruas tulang belakang.
- b. Berdasarkan komponen penyusunnya tulang dibedakan menjadi tulang rawan dan tulang keras.

- 1) Tulang rawan (*kartilago*), ciri-cirinya yaitu terdiri atas sel-sel tulang rawan, bersifat lentur dan elastis, banyak mengandung zat perekat atau kondroblast, dan sedikit zat kapur. Contoh pada tulang hidung, ujung tulang pipa, daun telinga, antarruas tulang belakang, trakea, dan ujung tulang rusuk.
- 2) Tulang keras, ciri-cirinya yaitu mengandung osteoblas yang menghasilkan zat pengikat di sekitar sel-sel tulang. Osteoblas juga membentuk sel tulang (*osteosit*). Selain osteoblas juga terdapat osteoklas yang merombak tulang dalam proses pembentukan rongga sumsum tulang. Sel-sel tulang keras menghasilkan suatu senyawa protein yang akan menjadi matriks tulang. Ke dalam matriks tulang itu akan diendapkan zat kapur berupa kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dan kalsium fosfat ( $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$ ). Oleh karena itu matriks tulang menjadi keras. Proses pengerasannya disebut penulangan (*osifikasi*). Pada struktur tulang keras terdapat sistem havers yaitu suatu kesatuan antara sel-sel tulang dan matriks yang mengelilingi suatu pembuluh darah dan saraf.

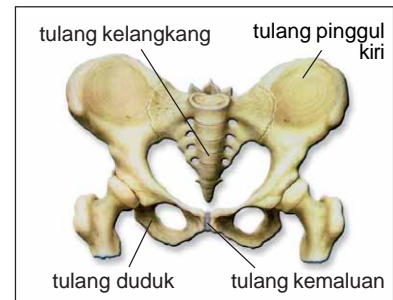
Rangka manusia terdiri dari rangka *aksial* dan rangka *apendikular*. Rangka aksial (rangka poros), terdiri dari 80 rangka tubuh yaitu tulang belakang, kepala, rusuk dan dada. Sedangkan rangka apendikular (rangka tambahan), terdiri dari 126 tulang yaitu gelang bahu, kaki depan, gelang panggul, dan kaki belakang.

- a. Rangka aksial, terdiri atas tulang-tulang sebagai berikut.
- 1) Tulang penyusun kepala (tengkorak) terdiri dari tulang tempurung kepala (10 tulang) dan tulang-tulang wajah (13 tulang).
  - 2) Tulang belakang, tersusun atas ruas-ruas yang kuat dan fleksibel untuk menyangga kepala. Terdiri dari 33 ruas tulang, yaitu 7 ruas tulang leher, 12 ruas tulang punggung, 5 ruas tulang pinggang, 5 ruas tulang kelangkang, dan 4 ruas tulang ekor.
  - 3) Tulang rusuk atau tulang iga, tersusun dari 12 pasang tulang iga yang semuanya berpangkal pada tulang punggung dan dapat dikelompokkan sebagai berikut.
    - a) 7 pasang tulang rusuk sejati, tulang ini menempel pada tulang dada, sedangkan bagian belakang menempel pada tulang punggung.
    - b) 3 pasang tulang rusuk palsu, pada bagian belakang menempel pada tulang punggung, sedangkan bagian depan menempel pada tulang rusuk di atasnya.

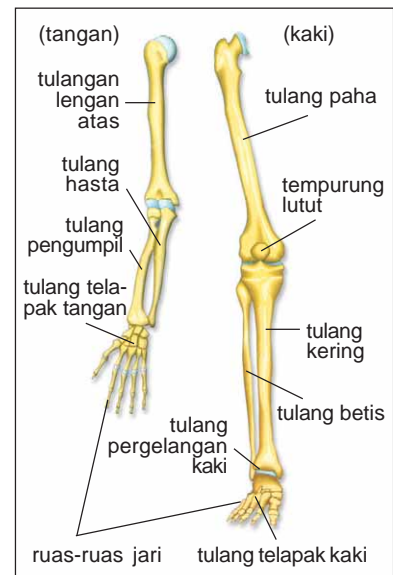


- c) 2 pasang tulang rusuk melayang, berada pada bagian belakang tulang rusuk menempel pada bagian tulang punggung dan bagian depan melayang karena tidak menempel pada tulang dada.
- 4) Tulang dada, merupakan sebuah tulang pipih yang terletak di tengah dada. Tulang dada dibedakan menjadi tiga yaitu:
  - a) bagian atas (hulu), sepotong tulang berbentuk segitiga, yang berhubungan dengan selangka,
  - b) bagian badan, yang berhubungan dengan tujuh pasang tulang rusuk sejati, serta
  - c) tulang pedang-pedangan (bagian taju pedang), yang tersusun atas tulang rawan.
- b. Rangka apendikular, tersusun atas tulang-tulang sebagai berikut.
  - 1) Gelang bahu, berjumlah dua yaitu di kanan dan kiri, masing-masing terdiri dari tulang selangka dan belikat. Tulang belikat melekat pada otot-otot punggung, ujung lateralnya bersendi dengan selangka dan tulang lengan atas. Gelang bahu tidak terlalu stabil tetapi memungkinkan alat gerak bagian atas bergerak bebas.
  - 2) Alat gerak bagian atas, tersusun atas 60 tulang yang terdiri dari, 2 tulang lengan atas, 2 tulang hasta (letaknya searah dengan jari kelingking, 2 tulang pengumpil (letaknya searah dengan ibu jari), 16 ( $2 \times 8$ ) tulang pergelangan tangan, 10 ( $2 \times 5$ ) tulang telapak tangan, 28 ( $2 \times 14$ ) jari-jari tangan.
  - 3) Gelang panggul, terdiri dari 2 tulang pinggul kanan dan kiri, 2 tulang duduk dan 2 tulang kemaluan. Gelang panggul sangat stabil karena berfungsi sebagai penahan berat tubuh. Gelang panggul berhubungan dengan alat gerak bagian bawah. Perhatikan **Gambar 2.5**.
  - 4) Alat gerak bagian bawah, tersusun atas 60 tulang yaitu 2 tulang paha, 2 tulang tempurung kaki, 2 tulang kering, 2 tulang betis, 14 tulang pergelangan kaki, 10 tulang telapak kaki, dan 28 tulang jari kaki. Lihat **Gambar 2.6**.

Untuk mengamati rangka tubuh manusia, lakukan **Kegiatan 2.1** berikut ini.



**Gambar 2.5** Gelang panggul.  
*Sumber: The Human Body Atlas*



**Gambar 2.6** Alat gerak bagian atas dan bawah.  
*Sumber: Kamus Visual*

## Kegiatan 2.1

### Rangka Tubuh Manusia

#### Tujuan:

Mengamati tulang tengkorak dan anggota gerak manusia.

#### Alat dan bahan:

Model tulang tengkorak dan tulang anggota gerak pada manusia.

### Langkah kerja:

1. Amati model tengkorak dan tulang anggota gerak pada manusia.
2. Buatlah gambar beserta nama tulang-tulang penyusun tengkorak dan anggota gerak.

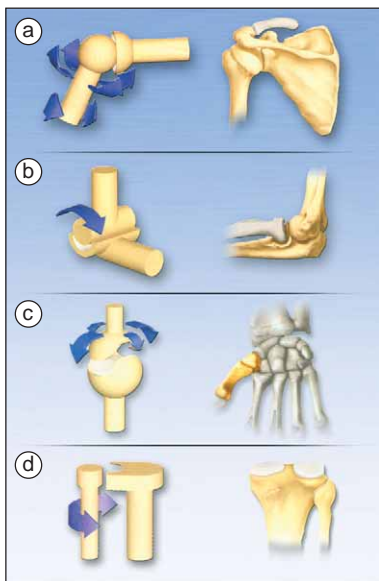
### Pertanyaan:

1. Apa fungsi dari tulang tengkorak?
2. Berapa jumlah tulang penyusun tengkorak? Sebutkan.
3. Apa fungsi tulang lengan dan tulang kaki manusia?
4. Tuliskan nama tulang yang menyusun gelang panggul dan gelang bahu.
5. Berapa jumlah tulang yang menyusun anggota gerak bawah (kaki)?

## 2. Hubungan Antartulang (Persendian/Artikulasi)

Persendian ialah tempat perhubungan antara tulang-tulang penyusun rangka tubuh. Tulang hanya dapat dibengkokkan atau diputar di daerah sendi saja karena tulang sendiri terlalu keras untuk dibengkokkan tanpa patah. Secara fungsional sendi dapat dibedakan sebagai berikut.

- a. Sendi mati (*sinartrosis*), yaitu sendi yang tidak memungkinkan adanya gerak. Contohnya sendi antartulang penyusun tengkorak.
- b. Sendi kaku (*amphiartrosis*), yaitu sendi yang pergerakannya sedikit. Contohnya pada persendian tulang rusuk dan tulang dada.
- c. Sendi gerak (*diartrosis*), yaitu sendi yang pergerakannya bebas. Sendi ini dibedakan menjadi empat macam sebagai berikut.
  - 1) Sendi peluru, merupakan hubungan antara dua tulang yang memungkinkan terjadinya gerakan ke segala arah. Ujung tulang yang satu berbentuk bonggol, sedangkan yang lainnya berbentuk mangkuk sendi. Mangkuk sendi dibalut oleh jaringan ikat sendi dan memiliki cairan sinovial yang berfungsi sebagai pelumas. Misalnya antara gelang panggul dengan tulang paha, antara gelang bahu dengan tulang lengan atas.
  - 2) Sendi engsel, memungkinkan pergerakan ke satu arah seperti gerakan pintu dan jendela. Misalnya sendi pada siku dan lutut.
  - 3) Sendi pelana, yaitu persendian di mana tulang yang satu dapat bergerak kedua arah, misalnya ke depan ke belakang atau ke kiri kanan. Misalnya antara tulang ibu jari dan tulang telapak tangan.
  - 4) Sendi putar, yaitu persendian di mana tulang yang satu berputar mengitari tulang lainnya. Misalnya antara tulang pengumpil dan tulang hasta, antara tulang betis dan tulang kering.



**Gambar 2.7** Berbagai macam persendian (a) sendi peluru, (b) sendi engsel, (c) sendi pelana, (d) sendi putar.

**Sumber:** Kamus Visual

Untuk mengamati persendian pada sistem gerak manusia, lakukan **Kegiatan 2.2** berikut ini.

## Kegiatan 2.2

### Persendian pada Sistem Gerak Manusia

**Tujuan:**

Mengidentifikasi jenis-jenis sendi gerak.

**Alat dan bahan:**

Anggota tubuh manusia.

**Langkah kerja:**

1. Amati gerak pada tubuhmu dan tentukan jenis persendiannya.
2. Lengkapi tabel pengamatan di bawah ini pada buku kerjamu. Gunakan referensi dari berbagai sumber untuk mengisi kolom nama sendi yang berperan.

No.	Bagian Tubuh	Arah Gerak				Nama Sendi
		Samping	Depan	Belakang	Berputar	
1.	Bahu					
2.	Lengan					
3.	Pergelangan tangan					
4.	Jari telunjuk					
5.	Ibu jari tangan					
6.	Panggul					
7.	Tungkai kaki					
8.	Lutut					
9.	Pergelangan kaki					
10.	Ibu jari kaki					

**Keterangan:** berilah tanda ✓ bila terjadi gerakan

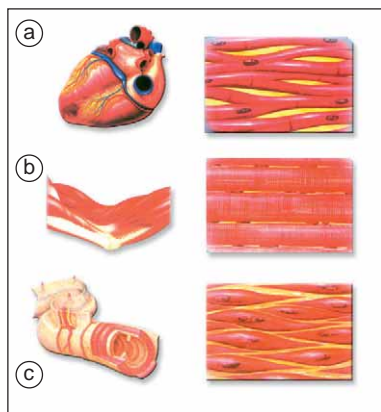
**Pertanyaan:**

1. Ada berapa macam persendian pada alat gerakmu?
2. Kelompokkan bagian tubuh di atas berdasarkan jenis persendiannya!
3. Apa perbedaan sendi pelana dan sendi putar?
4. Apakah kesimpulan yang dapat kamu ambil?

### 3. Otot Tubuh Manusia

Otot manusia meliputi 40 – 50% dari berat tubuh. Otot bersifat elastis, dapat diregangkan, dapat dirangsang, dan berkontraksi. Tulang-tulang tidak dapat bergerak tanpa adanya





**Gambar 2.8** Struktur otot (a) otot jantung, (b) otot lurik, (c) otot polos.

**Sumber:** *The Human Body Atlas*

otot, sehingga otot sering disebut alat gerak aktif. Berdasarkan lokasi, struktur otot, dan kontrol dari saraf, otot dibagi menjadi tiga, yaitu otot polos, otot lurik, dan otot jantung.

- Otot polos, terletak pada organ-organ dalam, gerakannya lamban, dan bekerja tidak dipengaruhi sistem otak sadar. Maka otot polos sering disebut otot tidak sadar. Geraknya teratur dan tidak cepat lelah. Berbentuk kumparan (gelendong atau *spindel*) dan kedua ujungnya meruncing. Setiap sel mempunyai satu inti yang terletak di tengah.
- Otot lurik, disebut juga otot rangka karena melekat pada rangka. Selnya berbentuk silinder dan memiliki banyak inti. Sel-sel otot membentuk serabut otot. Kumpulan serabut otot membentuk berkas otot. Dan kumpulan berkas otot membentuk otot atau kamu sering menyebutnya daging. Bagian tengah otot menggembung dan kedua ujungnya yang keras mengecil disebut urat atau *tendon*. Tendon inilah yang melekat pada tulang. Otot lurik bekerja secara sadar atau di bawah perintah otak dan kontraksi yang terus-menerus menimbulkan kelelahan.
- Otot jantung, memiliki sifat seperti otot polos, terletak pada jantung, dan strukturnya menyerupai otot lurik. Namun otot jantung berbeda dengan otot lurik karena memiliki sel bercabang dan satu inti yang berada di tengah. Otot jantung termasuk otot tidak sadar dan dapat bekerja terus-menerus.

Otot akan berkontraksi jika mendapat rangsangan dari saraf. Kontraksi menyebabkan otot menarik tulang yang dilekatinya sehingga menyebabkan gerakan pada sendi. Kontraksi otot akan menggerakkan tulang ke suatu arah. Untuk mengembalikan tulang seperti semula, diperlukan otot lain yang menggerakkan tulang ke arah berlawanan. Dua otot yang bekerjanya saling berlawanan seperti ini disebut otot antagonis. Misalnya pada otot bisep dan trisep, yang menyebabkan lengan dapat di-bengkokkan dan diluruskan. Bentuk gerakan yang bersifat antagonis dapat berupa gerakan *ekstensor* yaitu otot yang berperan meluruskan sendi dan *fleksor* yaitu otot yang berperan membengkokkan sendi.

Gerakan otot yang lain bekerja secara sinergis, yaitu otot yang bekerja secara bersamaan. Misalnya telapak tangan yang menengadahkan atau menelungkup oleh otot *pronator* yang terletak di lengan bawah.

#### 4. Kelainan pada Tulang dan Otot

Sistem gerak dapat mengalami gangguan atau kelainan. Berikut ini beberapa kelainan-kelainan pada otot dan tulang.

- Osteoporosis, merupakan suatu penyakit penurunan massa tulang (pengurangan jaringan tulang). Pada osteoporosis, proses penghancuran komponen tulang melebihi proses pembentukan komponen tulang. Faktor penyebabnya adalah gangguan absorpsi vitamin D dan kalsium pada usus, menurunnya kadar estrogen setelah menopause, dan kurangnya olahraga.

#### Info Sains

##### Kelelahan pada Otot

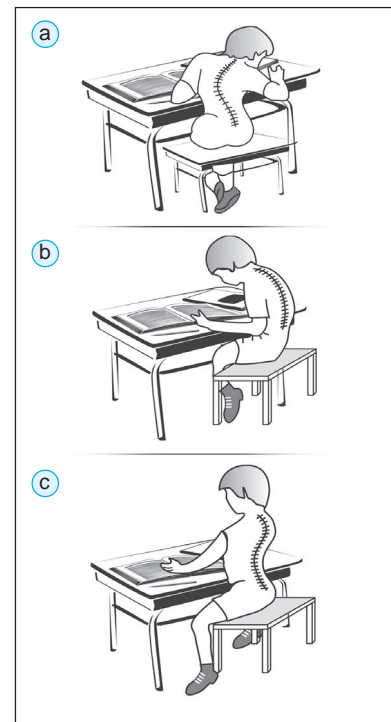
Otot yang berkontraksi secara terus menerus akan mengalami kelelahan. Hal ini disebabkan oleh penimbunan asam laktat yang diperoleh dari hasil metabolisme anaerob.



- b. Patah tulang, terdapat dua jenis yaitu patah tulang tertutup bila tulang tidak mencuat keluar menembus kulit dan patah tulang terbuka bila patahan tulang mencuat keluar dari kulit. Patah tulang dapat disebabkan benturan kuat. Garis patah tulang dapat berupa retakan saja, tetapi bila parah, tulangnya dapat hancur.
- c. Lordosis, adalah kelainan tulang belakang yang terlalu bengkok ke depan.
- d. Kifosis, adalah kelainan tulang belakang yang terlalu bengkok ke belakang atau bongkok.
- e. Skoliosis, adalah kelainan tulang belakang bengkok ke kiri atau ke kanan.
- f. Reumatik, adalah segala sesuatu yang berhubungan dengan rasa sakit dari alat gerak yaitu otot dan tulang. Hal ini sering berkaitan dengan sendi.
- g. Atrofi otot, adalah penurunan fungsi otot karena otot mengecil atau kehilangan kemampuan berkontraksi. Kebalikannya hipertrofi yaitu otot menjadi lebih besar dan lebih kuat.

### Tugas 2.1

1. Mengapa rangka disebut alat gerak aktif?
2. Jelaskan perbedaan otot polos, otot rangka, dan otot jantung.
3. Apakah usahamu untuk menghindari osteoporosis?



**Gambar 2.9** Kelainan pada tulang belakang (a) skoliosis, (b) kifosis, (c) lordosis.

**Sumber:** Dokumen Penerbit



## B Sistem Pencernaan pada Manusia

Kamu telah mengetahui bahwa makhluk hidup memerlukan makanan untuk bertahan hidup. Makanan merupakan sumber energi dan sumber bahan baku untuk membangun tubuh. Sebelum dapat digunakan tubuh, makanan dicerna dalam sistem pencernaan. Sistem pencernaan manusia terdiri atas saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan. Sedangkan kelenjar pencernaan meliputi kelenjar ludah, hati, kelenjar dinding lambung, dan pankreas.

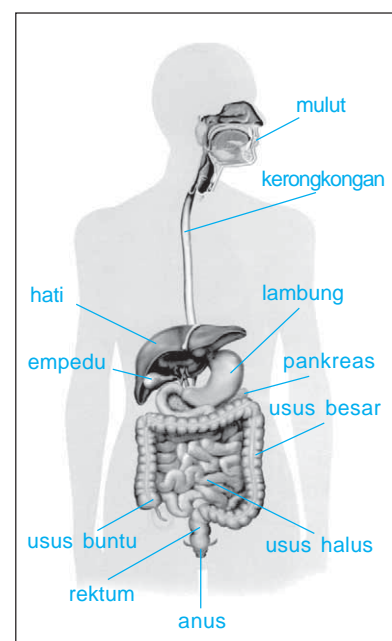
### 1. Alat Pencernaan

Saluran pencernaan tersusun dari mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, dan anus.

#### a. Rongga Mulut (*Cavum Oris*)

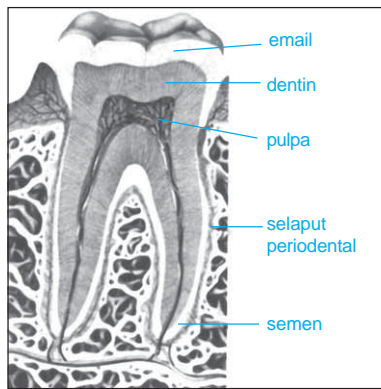
Rongga mulut dikelilingi oleh pipi kiri dan pipi kanan dan langit-langit mulut. Dalam rongga mulut terdapat organ pencernaan lidah, gigi, dan kelenjar ludah.

- 1) Lidah, berfungsi untuk memindahkan makanan, mendorong makanan ke kerongkongan, membantu mengunyah makanan, berbicara, mengenal bentuk



**Gambar 2.10** Sistem pencernaan pada manusia.

**Sumber:** Kamus Visual



**Gambar 2.11** Struktur gigi.

**Sumber:** Ilmu Pengetahuan Populer

1. Rumus gigi susu

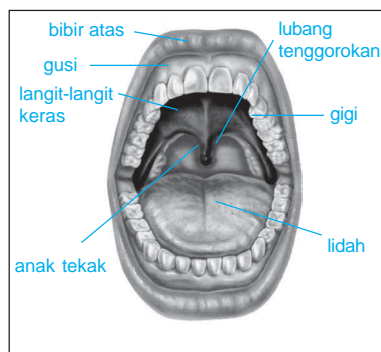
$M_0P_2C_1I_2$	$I_2C_1P_2M_0$
$M_0P_2C_1I_2$	$I_2C_1P_2M_0$

2. Rumus gigi tetap

$M_3P_2C_1I_2$	$I_2C_1P_2M_3$
$M_3P_2C_1I_2$	$I_2C_1P_2M_3$

**Keterangan:**

- M = *molar* (gigi geraham besar)  
P = *premolar* (gigi geraham kecil)  
C = *caninus* (gigi taring)  
I = *insisivus* (gigi seri)



**Gambar 2.12** Rongga mulut dari arah depan.

**Sumber:** The Human Body Atlas

makanan, dan mengecap makanan. Pada lidah terdapat daerah-daerah yang lebih peka terhadap rasa tertentu, seperti asin, manis, asam, dan pahit.

- 2) Gigi, berfungsi untuk mencerna makanan secara mekanis. Makanan dihancurkan menjadi partikel yang lebih kecil agar mudah dicerna secara kimiawi dan mudah ditelan. Berdasarkan bentuk dan fungsinya, gigi manusia dibedakan menjadi empat yaitu gigi seri (*insisivus*), gigi taring (*kaninus*), gigi geraham muka (*premolar*) dan geraham belakang (*molar*). Gigi seri berbentuk pahat, berfungsi untuk menggigit atau memotong makanan. Gigi taring berbentuk runcing, berfungsi untuk merobek dan mengoyak makanan. Gigi geraham muka dan geraham belakang bentuk permukaan rata. Akar gigi yang bercabang tertanam dengan kuat pada gusi.

Struktur gigi berlapis-lapis, yaitu terdiri dari email, tulang gigi, dan rongga gigi. Email, merupakan lapisan pelindung yang keras pada mahkota gigi. Tulang gigi terbuat dari *dentin* yang tersusun dari kalsium karbonat. Semen gigi berfungsi sebagai pelekat gigi dengan tulang rahang. Rongga gigi berisi saraf dan pembuluh darah. Lubang yang dalam pada gigi dapat mencapai rongga gigi dan mengenai saraf sehingga terasa nyeri.

Manusia memiliki dua jenis pertumbuhan gigi. Pada usia balita, tumbuh gigi susu berjumlah 20. Gigi susu akan tanggal pada usia 6–12 tahun, kemudian diganti dengan gigi tetap yang berjumlah 32. Perhatikan rumus susunan dan jumlah gigi susu dan gigi tetap di samping.

- 3) Air ludah, berfungsi untuk membasahi rongga mulut dan membasahi makanan. Setiap hari kelenjar ludah menghasilkan sekitar 1.600 cc air ludah yang terdiri dari air, garam-garam, urea, lendir, penghancur bakteri (*lisosim*), amilase (*ptialin*), dan lain-lain. Air ludah yang sudah tertelan akan dihasilkan lagi. Jika tubuh kekurangan cairan, pengeluaran air ludah akan berkurang sehingga mulut terasa kering dan haus.

Di dalam mulut terjadi proses pencernaan secara mekanik, yaitu proses pengunyahan makanan dengan gigi, pergerakan oleh lidah, dan pencampuran dengan air ludah. Pencernaan secara kimiawi pada mulut terjadi dengan bantuan enzim *ptialin* yang mengubah amilum menjadi maltosa. Sehingga jika kamu mengunyah nasi dalam waktu yang agak lama, akan terasa manis.

**b. Kerongkongan (*Esofagus*)**

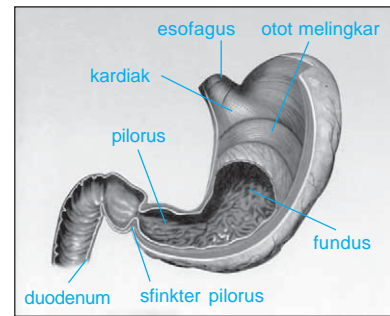
Fungsi kerongkongan adalah sebagai saluran untuk memindahkan makanan dari mulut ke lambung. Kerongkongan dapat melakukan gerak *peristaltik*, yaitu gerakan melebar dan menyempit, bergelombang, dan meremas-remas untuk mendorong makanan sedikit demi sedikit ke dalam lambung. Dinding kerongkongan menghasilkan lendir sehingga makanan mudah melaluinya.

c. **Lambung (*Ventrikulus*)**

Lambung merupakan tempat penampungan makanan untuk dicerna secara mekanik dan kimiawi. Lambung terdiri dari tiga bagian, yaitu *kardiak* (dekat esofagus), *fundus* (bagian tengah), dan *pilorus* (dekat duodenum). Perhatikan **Gambar 2.13**. Sedangkan fungsi lambung adalah sebagai berikut.

- 1) Menghasilkan pepsinogen. Pepsinogen merupakan bentuk yang belum aktif (*prekursor*) dari pepsin, yaitu enzim untuk mencerna protein.
- 2) Dinding lambung menghasilkan asam klorida (HCl) yang berfungsi untuk membunuh mikroorganisme dalam makanan, menciptakan suasana asam dalam lambung, dan mengaktifkan pepsinogen menjadi pepsin. Enzim pepsin berfungsi mengubah molekul protein menjadi potongan-potongan protein (*pepton*).
- 3) Permukaan lambung mengeluarkan lendir yang berfungsi untuk melindungi dinding lambung dari HCl.
- 4) Pada bayi, lambungnya menghasilkan dua enzim, yaitu renin, berfungsi untuk menggumpalkan protein susu/ kasein dengan bantuan kalsium dan lipase untuk memecah lemak dalam susu.

Pencernaan di lambung berlangsung antara 2 – 6 jam, bergantung pada jenis makanannya. Umumnya lemak dicerna lebih lama di dalam lambung dibandingkan protein. Karbohidrat dan makanan yang bersifat cair umumnya lebih cepat meninggalkan lambung.



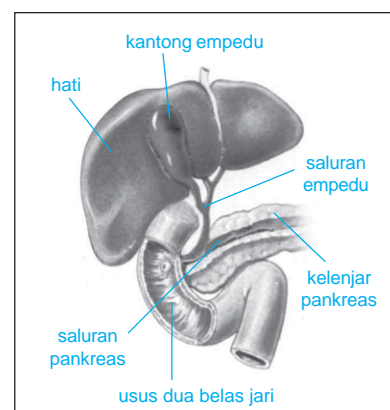
**Gambar 2.13** Struktur lambung pada manusia.

**Sumber:** *The Human Body Atlas*

d. **Usus Halus (*Intestinum*)**

Panjang usus halus orang dewasa mencapai 6,3 meter dengan diameter 2,5 cm. Usus halus terbagi menjadi 3 bagian yaitu usus dua belas jari (*duodenum*), usus kosong (*jejunum*), dan usus penyerapan (*ileum*).

- 1) Usus dua belas jari, pada bagian ini bermuara saluran dari kantong empedu dan pankreas.
  - a) Kantong empedu berupa suatu kantung yang panjangnya 7 – 10 cm terletak di bawah hati. Kantong empedu berfungsi untuk menyimpan cairan empedu yang dihasilkan hati. Cairan empedu mengandung garam empedu dan zat warna empedu. Garam empedu berfungsi untuk mengemulsi lemak, sedangkan zat warna empedu (*bilirubin* dan *biliverdin*) berfungsi memberikan warna kuning pada tinja dan urin.
  - b) Pankreas, merupakan organ agak pipih yang terletak di bawah lambung. Pankreas menghasilkan getah pankreas yang mengandung enzim amilase, tripsin, dan lipase. Amilase berfungsi untuk menguraikan zat tepung (*amilum*) menjadi gula. Tripsin menguraikan protein menjadi asam amino. Lipase mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol.



**Gambar 2.14** Pada usus dua belas jari bermuara saluran dari empedu dan pankreas.

**Sumber:** *Ilmu Pengetahuan Populer*



- 2) Usus kosong, dindingnya menghasilkan berbagai enzim untuk mencerna makanan secara kimiawi. Usus kosong merupakan tempat pencernaan terakhir sebelum sari makanan diserap.
- 3) Usus penyerapan, permukaannya dipenuhi jonjot-jonjot usus atau vili yang berfungsi untuk memperluas bidang penyerapan sehingga kemampuan menyerap makanan lebih besar.

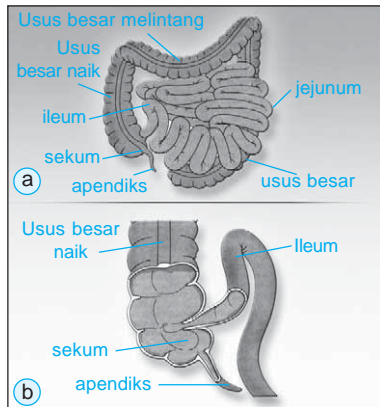
e. **Usus Besar (*Intestinum Crasum*)**

Usus besar terletak di antara ileum dan anus. Perhatikan **Gambar 2.15(a)**. Fungsinya untuk mengabsorpsi air dan mineral, tempat pembentukan vitamin K (dengan bantuan bakteri *Escherichia coli*), serta melakukan gerak peristaltik untuk mendorong tinja menuju anus.

Bakteri *Escherichia coli* yang terdapat dalam usus besar juga berperan dalam proses pembusukan sisa makanan menjadi kotoran. Oleh karena itu kotoran menjadi lunak dan mudah dikeluarkan. Namun jika terjadi gangguan dalam usus besar (misalnya makanan yang terlalu masam atau pedas) dapat mengakibatkan penyerapan air terganggu. Hal ini menyebabkan tinja yang keluar menjadi cair yang disebut diare.

Perhatikan **Gambar 2.15(b)**. Pada pangkal usus besar terdapat usus buntu (*sekum*) dan umbai cacing (*apendiks*). Sedangkan bagian akhir usus besar adalah poros usus (*rektum*). Rektum bermuara di dubur (*anus*).

Untuk memahami beberapa proses dalam pencernaan makanan, lakukan **Kegiatan 2.3** berikut ini.



**Gambar 2.15** (a) Usus halus dan usus besar manusia, (b) usus buntu dan apendiks.

Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer

## Kegiatan 2.3

### Pencernaan Makanan

#### Tujuan:

Mengetahui proses pencernaan makanan di dalam mulut.

#### Alat dan bahan:

- |                         |                              |
|-------------------------|------------------------------|
| 1. Tabung reaksi 3 buah | 6. Kaki tiga dan kasa 1 buah |
| 2. Pipet tetes 2 buah   | 7. Termometer 1 buah         |
| 3. Mortar               | 8. Nasi                      |
| 4. Gelas beker 1 buah   | 9. Reagen benedict           |
| 5. Pembakar spirtus     | 10. Air                      |

#### Informasi:

Reagen benedict berfungsi untuk menyelidiki kandungan karbohidrat sederhana (misal glukosa) di dalam suatu bahan. Bila bahan tersebut mengandung karbohidrat sederhana, akan terbentuk larutan berwarna merah bata yang mengendap. Reagen benedict ini tidak bereaksi dengan karbohidrat kompleks seperti amilum atau pati.

#### Langkah kerja:

1. Siapkan tiga tabung reaksi dalam rak. Berilah label pada tabung reaksi A, B, dan C.



2. Haluskan nasi dengan mortar dan masukkan ke dalam tabung A, kemudian tambahkan sedikit air setinggi 2 cm.
3. Kunyahlah nasi selama beberapa saat, kemudian masukkan ke tabung B, dan tambahkan air setinggi 2 cm.
4. Isikan tabung C dengan air ludah setinggi 2 cm.
5. Isikan tabung A, B, dan C dengan reagen benedict masing-masing 5 tetes.
6. Isi gelas beker dengan air hingga setengahnya, kemudian masukkan tabung A, B, dan C ke dalam gelas beker dan panaskan hingga suhu 38°C.
7. Amati perubahan yang terjadi dan catatlah hasil pengamatanmu.

**Pertanyaan:**

1. Bagaimana perbedaan warna yang terjadi pada masing-masing tabung setelah ditetesi Benedict? Bandingkan dengan warna setelah dipanaskan.
2. Kesimpulan apa yang dapat kamu ambil dari kegiatan ini?

## 2. Makanan dan Kesehatan

Makanan yang kamu butuhkan adalah makanan yang cukup mengandung gizi, yaitu mengandung karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral.

### a. Karbohidrat

Karbohidrat tersusun oleh atom karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O) dengan kompleksitas yang berbeda. Contoh sumber karbohidrat adalah gula dan zat tepung. Zat gula banyak terdapat dalam bentuk glukosa, fruktosa, sukrosa, dan laktosa. Glukosa dan fruktosa terdapat dalam buah-buahan dan sayuran, sukrosa terdapat dalam gula putih, dan laktosa terdapat dalam susu. Zat tepung dapat diperoleh dari nasi, kentang, ubi, ketela, gandum, dan sagu.

Fungsi karbohidrat adalah sebagai sumber energi. Pembakaran satu gram karbohidrat menghasilkan energi 4,1 kilokalori (1 kilokalori = 4,2 kilojoule). Energi ini diperlukan untuk tumbuh, bergerak, mempertahankan suhu tubuh, dan berkembang biak. Energi yang diperlukan oleh setiap orang per harinya berbeda-beda tergantung dari jenis kelamin, kegiatan, berat badan, dan usia. Jika kamu makan karbohidrat yang berlebihan, kelebihan ini akan disimpan dalam bentuk lemak di daerah perut, di sekeliling ginjal, jantung, dan di bawah kulit, sehingga tubuh menjadi gemuk.



**Gambar 2.16** Padi merupakan sumber karbohidrat yang penting bagi rakyat Indonesia.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

### b. Protein

Protein merupakan rantai panjang (polimer) asam amino. Asam amino terdiri dari atom karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan kadang-kadang belerang (S). Berdasarkan asalnya, protein dibedakan menjadi protein nabati dan protein hewani. Protein nabati diperoleh dari tumbuhan, misalnya tahu, tempe, kecap, dan kacang-kacangan. Protein hewani diperoleh dari hewan misalnya ikan, udang, keju, cumi-cumi, udang, dan telur. Protein hewani mengandung asam amino yang lebih lengkap daripada protein nabati.

## Info Sains

### Manfaat Serat

Serat diketahui dapat mengolah dan mengurangi resiko berbagai penyakit degeneratif, seperti tekanan darah tinggi (hipertensi) dan penyakit jantung koroner.



**Gambar 2.17** Buah kelapa, biji cokelat, dan kelapa sawit merupakan sumber lemak nabati.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

Kekurangan protein menyebabkan pertumbuhan terhambat, sedangkan kelebihan protein akan diubah menjadi senyawa nitrogen yang dibuang melalui ginjal. Fungsi protein dalam tubuh antara lain sebagai berikut.

- Mengganti sel-sel yang telah rusak.
- Membentuk enzim dan hormon.
- Mengatur proses di dalam tubuh.
- Sebagai sumber energi. Pembakaran 1 gram protein menghasilkan energi 4,1 kilokalori.

### c. Lemak

Sumber bahan makanan yang mengandung lemak misalnya kelapa, kacang, minyak kedelai, dan mentega. Lemak juga dibedakan menjadi lemak nabati dan lemak hewani. Lemak hewan banyak mengandung kolesterol. Di dalam tubuh, kolesterol digunakan untuk menyusun membran sel dan hormon. Kelebihan kolesterol akan menyebabkan endapan di dinding pembuluh darah, sehingga tekanan darah menjadi tinggi. Lemak dari tumbuhan tidak mengandung kolesterol. Fungsi lemak dalam tubuh antara lain sebagai berikut.

- Pelarut vitamin A, D, E, dan K.
- Sumber energi, pembakaran 1 gram lemak menghasilkan energi 9,3 kilokalori.
- Pelindung tubuh dari gesekan dan benturan serta suhu yang ekstrim.
- Sebagai cadangan makanan.

### d. Vitamin

Vitamin diperlukan dalam proses metabolisme dalam tubuh. Oleh karena itu makanan yang kamu konsumsi setiap hari harus mengandung vitamin dalam jumlah yang cukup. Kekurangan vitamin dapat menyebabkan penyakit *avitaminosis*. Berdasarkan kelarutannya, vitamin dibedakan menjadi dua kelompok yaitu sebagai berikut.

- Vitamin yang larut dalam air, antara lain vitamin B1, B2, B6, B12, dan C.
  - Vitamin B1 (*tiamin*), berfungsi untuk mengatur metabolisme karbohidrat dan kadar air dalam tubuh. Sumbernya adalah hati, jantung, ginjal, ragi, daging sapi, dan kacang-kacangan. Kekurangan dapat menyebabkan beri-beri.
  - Vitamin B2 (*riboflavin*), berperan dalam respirasi sel. Sumbernya adalah susu, daging ayam, telur, padi-padian, sayuran berhijau daun, kacang-kacangan, dan ragi. Kekurangan dapat menyebabkan *keliosis* yaitu luka di sudut mulut dan penglihatan menjadi kabur karena lensa mata mengeruh.
  - Vitamin B6 (*piridoksin*), berfungsi dalam pembentukan sel darah dan kerja saraf. Sumbernya adalah kecambah, gandum, kacang-kacangan, pisang, sayur, alpukat, hati, dan ikan. Kekurangan dapat menyebabkan anemia dan kejang-kejang.

- d) Vitamin B12 (*sianokobalamin*), berfungsi untuk mencegah kurang darah. Sumbernya adalah daging, telur, dan susu. Kekurangan dapat menyebabkan anemia karena pembentukan eritrosit terhambat.
  - e) Vitamin C, untuk mengaktifkan perombakan protein, lemak, pembentukan trombosit dan mempengaruhi kerja kelenjar anak ginjal. Sumbernya adalah sayuran dan buah-buahan segar, misalnya jeruk, stroberi, dan tomat. Kekurangan vitamin C dapat mengakibatkan *skorbut* yaitu pendarahan pada gusi, di bawah kulit, dan usus.
- 2) Vitamin yang tidak larut dalam air, antara lain vitamin A, D, E, dan K.
- a) Vitamin A (*aseroftol*), diperlukan untuk kesehatan mata karena membantu proses penerimaan rangsang cahaya oleh sel batang di retina dan kehalusan kulit. Sumbernya adalah hati, kuning telur, minyak ikan, sayuran hijau tua, dan buah-buahan berwarna kuning tua (jingga). Kekurangan dapat menyebabkan rabun senja (*hemeralopi*), kornea mata rusak (*keratomalasi*), dan kulit menjadi bersisik.
  - b) Vitamin D (*anti rakitis*), untuk meningkatkan penyerapan zat kapur, mengatur kadar kapur, dan mempengaruhi proses penulangan. Sumbernya adalah kuning telur, susu, mentega, ikan, hati, dan minyak ikan. Kekurangan dapat mengakibatkan rakitis yaitu proses penulangan terganggu.
  - c) Vitamin E (*tokoferol*), untuk mencegah pendarahan dan kemandulan. Sumbernya adalah margarin, kecambah, minyak selada, dan kacang hijau.
- Kekurangan vitamin E dapat menyebabkan kemandulan, keguguran atau pendarahan pada ibu hamil, juga dapat menyebabkan layuhnya otot karena saraf penggerak rusak.
- 4) Vitamin K, berperan dalam pembekuan darah. Sumbernya adalah sayuran berwarna hijau, kedelai, tomat, dan kol. Vitamin K dapat dihasilkan sendiri oleh tubuh di dalam usus besar dengan bantuan bakteri *Escherichia coli*. Kekurangan vitamin K dapat menyebabkan gangguan proses pembentukan protrombin dalam hati sehingga darah sukar membeku bila terjadi luka.

Bayi memiliki organ pencernaan yang belum sempurna, sehingga makanan terbaiknya adalah air susu ibu (ASI). ASI mengandung 1,6% protein, 3,8% lemak, 7% laktosa, dan energi 700 kalori. Keuntungan memberikan ASI antara lain sebagai berikut.

- 1) Mengandung vitamin dan mineral dalam komposisi yang sesuai bagi perkembangan bayi.
- 2) Pemberian ASI kepada bayi mendekatkan hubungan psikologis antara bayi dan ibu.
- 3) Mengurangi peluang terserang penyakit infeksi, karena ASI mengandung banyak antibodi.



**Gambar 2.18** Sayuran yang segar banyak mengandung vitamin.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

### Info Sains

#### Gangguan Pencernaan

Seseorang yang tidak dapat menghasilkan enzim laktase dalam jumlah cukup akan mengalami gangguan pencernaan jika ia minum susu melebihi kemampuan untuk mencernanya.



- 4) ASI sangat praktis, karena tidak merepotkan dalam menyiapkannya.
- 5) Mudah dicerna sehingga bayi terhindar dari gangguan pencernaan.
- 6) Mengandung protein dan asam lemak yang penting bagi perkembangan otak bayi.

e. **Air**

Sebenarnya, air tidak termasuk zat gizi dalam makanan. Namun demikian, air merupakan bahan yang sangat penting bagi tubuh manusia sehingga kebutuhannya harus terpenuhi. Kebutuhan air diperoleh secara langsung dari air minum dan dari air yang terkandung dalam makanan dan buah-buahan. Fungsi air pada tubuh, antara lain sebagai berikut.

- 1) Sebagai pelarut bahan organik dan anorganik dalam tubuh.
- 2) Pembawa zat-zat yang dibutuhkan dan zat-zat yang tidak dibutuhkan tubuh.
- 3) Mendukung terjadinya reaksi kimia dalam tubuh.
- 4) Mempertahankan keseimbangan suhu tubuh.
- 5) Bagian terbesar dari lendir yang dikeluarkan tubuh.
- 6) Membentuk cairan tubuh.

Kamu harus minum air minimal 8 gelas atau sekitar 2 – 2,5 liter dalam sehari. Selain diperoleh dari air minum, kebutuhan air juga dipenuhi. Jika tubuh sering kekurangan air dapat menyebabkan gangguan ginjal.



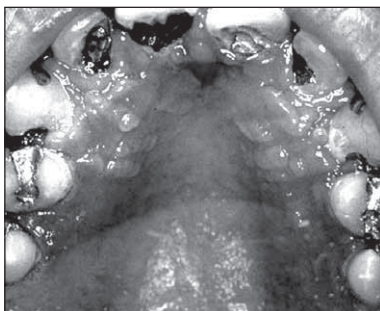
**Gambar 2.19** ASI adalah makanan yang terbaik bagi bayi.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

### 3. Kelainan pada Sistem Pencernaan

Sistem pencernaan dapat mengalami gangguan atau kelainan akibat infeksi bakteri, keracunan, dan kebiasaan makanan yang salah. Beberapa gangguan pada sistem pencernaan adalah sebagai berikut.

- a. Gondongan (*parotitis epidimika*), disebabkan oleh virus. Gondongan bersifat menular yang menyebabkan kelenjar ludah menjadi bengkak, panas, dan nyeri. Umumnya penyakit ini menyerang anak-anak berusia 5–15 tahun. Jika kamu telah sembuh dari sakit ini, kamu akan mendapatkan kekebalan terhadap serangan gondongan seumur hidup. Tahukah kamu mengapa demikian?
- b. Gigi berlubang (*karies*), disebabkan oleh bakteri jenis *Streptococcus* yang dapat merubah karbohidrat pada mulut menjadi asam laktat. Asam yang terbentuk lambat laun akan menghancurkan email dan menyebabkan lubang. Pencegahan gigi berlubang adalah dengan menggosok gigi secara teratur setelah makan dan sebelum tidur. Pasta gigi yang mengandung flouride (F) bergabung dengan unsur kalsium (Ca), fosfor (P), dan oksigen (O) menjadi flourapatite yang membuat gigi menjadi tahan terhadap asam. Selain itu berkumur setelah sarapan, membersihkan karang gigi, menambal gigi yang berlubang, dan makan makanan bergizi akan membuat gigi lebih kuat.

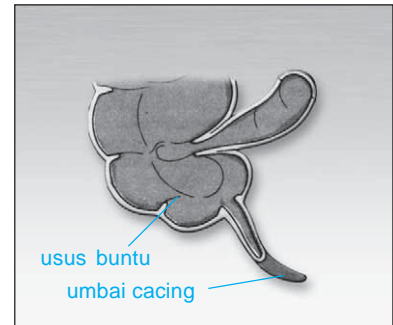


**Gambar 2.20** Kondisi gigi yang rusak.

**Sumber:** Microsoft Encarta



- c. Muntah, yaitu pengeluaran isi lambung melalui kerongkongan dan mulut secara paksa. Muntah dapat menjadi gejala dari berbagai penyakit pada lambung, hati, dan sebagainya. Muntah juga dapat menjadi alat pertahanan saat memakan racun.
- d. Radang usus buntu (*apendisitis*), karena infeksi bakteri. Biasanya disebabkan oleh penyumbatan usus buntu oleh tinja atau zat-zat asing seperti biji yang masuk ke usus. Ciri-ciri orang yang menderita sakit radang usus buntu ini adalah sakit di bagian ulu hati, perut, kadang-kadang disertai muntah, panas, dan sukar buang air besar. Radang usus buntu dapat membuat usus bengkak, membusuk, dan pecah. Oleh karena itu perlu dilakukan operasi pengangkatan sebelum menjadi parah.
- e. Sembelit (*konstipasi*), disebabkan karena berkurangnya pergerakan peristaltik usus besar. Gerakan yang lambat menyebabkan air yang diserap usus menjadi banyak, sehingga tinja menjadi lebih kering, keras, dan bentuknya semakin kecil. Akibatnya buang air besar menjadi lebih sulit dan sakit. Berbagai buah-buahan dan sayur akan membantu mempermudah buang air besar secara alami, karena buah dan sayur banyak mengandung serat. Selain itu penyebab terjadinya sembelit adalah kebiasaan menahan buang air besar.
- f. Batu empedu, biasanya disebabkan oleh meningkatnya kandungan kolesterol sehingga garam empedu dan fosfolipid tidak mampu melarutkannya. Akibatnya kolesterol akan mengkristal dan membentuk batu empedu. Batu empedu yang terus membesar akan menghalangi aliran cairan empedu, sehingga menimbulkan rasa sakit dan berbagai kelainan, misalnya gangguan pencernaan lemak.
- g. Diare, yaitu bertambahnya kandungan air dalam tinja (diperlihatkan dengan mencret-mencret dan meningkatnya frekuensi buang air besar setiap hari). Diare disebabkan karena penyerapan air dan ion-ion di dalam usus besar berkurang. Penyebab diare adalah bakteri, virus, dan protozoa, yang menghasilkan racun sehingga mempengaruhi proses absorpsi cairan di usus. Stres atau rasa cemas berlebihan juga dapat menyebabkan diare. Pertolongan pada diare adalah dengan meminum cairan pengganti air, ion-ion, dan energi yang hilang, misalnya dengan oralit.



**Gambar 2.21** Umbai cacing dapat mengalami peradangan bila terinfeksi oleh bakteri.

**Sumber:** Kamus Sains



**Gambar 2.22** Lingkungan kumuh yang buruk mempermudah penyebaran diare.

**Sumber:** Dokumen Penerbit

## Tugas 2.2

Diskusikan dengan temanmu mengapa makanan berserat baik untuk kesehatan alat pencernaan?

## Latihan 2.1

1. Jelaskan pengertian jonjot-jonjot usus beserta fungsinya.
2. Mengapa lemak harus diemulsikan dengan garam empedu sebelum dicerna di usus?
3. Sebutkan mineral-mineral yang dibutuhkan tubuh beserta fungsinya.



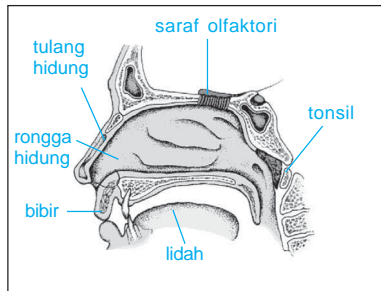
## Sistem Pernapasan pada Manusia

Manusia bernapas untuk mengambil oksigen dan melepaskan karbon dioksida. Pernapasan manusia meliputi proses inspirasi dan ekspirasi. Inspirasi adalah pemasukan udara luar ke dalam tubuh melalui alat pernapasan. Ekspirasi adalah pengeluaran udara pernapasan dari alat pernapasan.

### 1. Alat Pernapasan

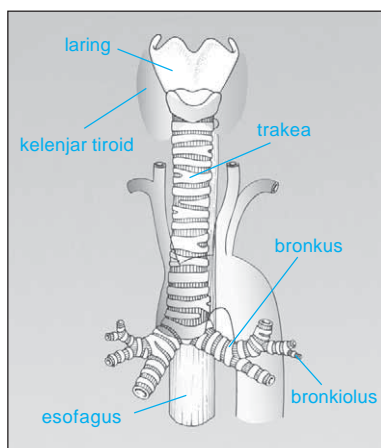
Alat pernapasan manusia terdiri dari hidung, faring, pangkal batang tenggorokan (*laring*), batang tenggorok (*trakea*), cabang batang tenggorokan (*bronkus*), dan paru-paru (*pulmo*).

- a. Hidung, merupakan muara keluar-masuknya udara pernapasan. Di dalam hidung, udara mengalami beberapa perlakuan sebagai berikut.
  - 1) Udara yang masuk ke hidung akan disaring dulu oleh rambut hidung, sehingga debu dan partikel kotoran tidak masuk ke dalam paru-paru.
  - 2) Udara dihangatkan oleh kapiler darah yang ada di dalam hidung, sehingga suhunya sesuai dengan suhu tubuh.
  - 3) Udara dilembapkan oleh lapisan lendir yang ada di dalam rongga hidung.
- b. Faring, merupakan saluran sepanjang 12,5–13 cm sebagai kelanjutan dari saluran hidung yang meneruskan udara ke laring. Faring terletak di antara saluran pernapasan dan saluran pencernaan.
- c. Pangkal tenggorokan (*laring*), terdiri dari lempengan-lempengan tulang rawan. Dinding bagian dalam dapat digerakkan oleh otot untuk membuka dan menutup glotis. Glotis merupakan lubang/celah yang menghubungkan trakea dengan faring. Pada saat menelan makanan, laring terangkat ke atas sehingga anak tekak menutup rongga glotis (rongga di antara pita suara), sehingga makanan tidak akan masuk ke dalam trakea. Pada laring orang dewasa terdapat *jakun*. Satu tulang rawan pada laring dapat digerakkan oleh otot-otot laring sehingga dapat menutup dan membuka, menegakkan, dan melemaskan pita suara. Pita suara pada wanita lebih pendek dibandingkan dengan pada laki-laki, sehingga suaranya akan lebih tinggi dibandingkan laki-laki.
- d. Batang tenggorok (*trakea*), berupa saluran berongga dengan dinding dari cincin-cincin tulang rawan. Pada trakea terdapat otot polos untuk menjaga agar bronkus tidak mengempis saat bernapas. Trakea juga mengandung lendir dan silia untuk menyaring debu dan bakteri yang masuk bersama udara agar tidak sampai di paru-paru. Asap rokok dan udara dingin dapat mengganggu kerja silia.
- e. Cabang batang tenggorok (*bronkus*), merupakan percabangan trakea menuju paru-paru kiri dan paru-paru kanan. Bronkus bercabang-cabang lagi membentuk



**Gambar 2.23** Struktur rongga hidung manusia.

**Sumber:** Microsoft Student, 2006

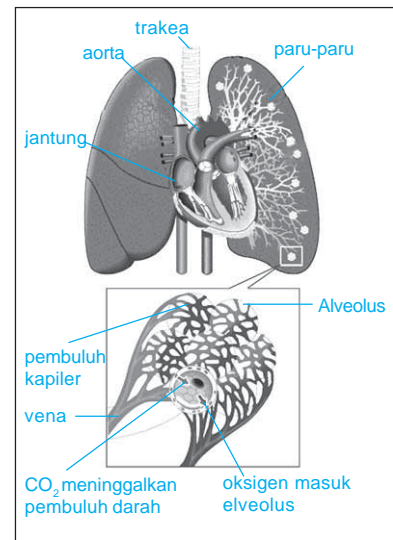


**Gambar 2.24** Saluran pernapasan pada manusia.

**Sumber:** Anatomi dan Fisiologi Modern untuk Perawat

*bronkiolus*. Bronkiolus yang paling ujung disebut bronkiolus respirasi. Pada bronkiolus respirasi terdapat gelembung-gelembung alveolus. Alveolus merupakan tempat terjadinya pertukaran gas antara darah (di dalam pembuluh darah) dengan udara bebas. Oksigen dari udara berdifusi ke dalam darah sedangkan karbon dioksida dan uap air dari darah berdifusi ke udara.

- f. Paru-paru (*pulmo*), jumlahnya sepasang dan terletak di rongga dada. Paru-paru merupakan tempat terjadinya pertukaran gas yaitu oksigen dan karbon dioksida. Paru-paru kanan terdiri dari tiga gelambir. Sedangkan paru-paru kiri terdiri dari dua gelambir. Paru-paru terbungkus oleh selaput rangkap yang disebut *pleura*. Di antara selaput rangkap ini terdapat cairan yang berfungsi untuk melindungi paru-paru dari gesekan ketika mengembang dan mengempis.



**Gambar 2.25** Paru-paru manusia dan struktur alveolus beserta pembuluh darah yang melaluinya.  
**Sumber:** Microsoft Student, 2006

## 2. Proses Pernapasan

Proses masuk (inspirasi) dan keluarnya udara (ekspirasi) pada pernapasan berkaitan erat dengan perbedaan volume dan tekanan udara. Proses inspirasi dan ekspirasi diatur oleh kerja otot-otot diafragma dan otot-otot antartulang rusuk. Mekanisme pernapasan pada manusia ada dua macam yaitu pernapasan perut dan pernapasan dada. Secara ringkas proses inspirasi dan ekspirasi pada pernapasan dada dan pernapasan perut dijelaskan sebagai berikut.

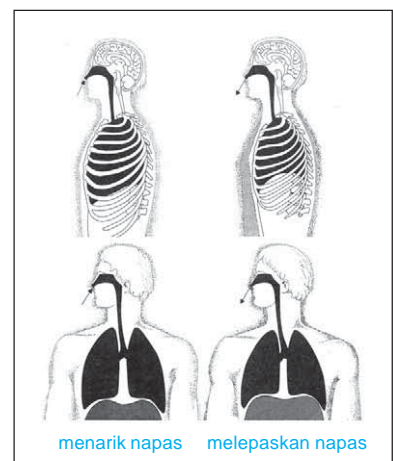
### a. Pernapasan dada

Otot antartulang rusuk mengalami kontraksi (tegang), volume rongga dada bertambah sehingga tekanan udara di paru-paru lebih kecil dibanding tekanan udara di atmosfer. Akibatnya udara luar masuk ke dalam paru-paru (fase inspirasi). Kemudian otot antartulang rusuk kembali relaksasi (kendur), volume rongga dada berkurang sehingga tekanan udara di paru-paru lebih besar dibandingkan di atmosfer, akibatnya udara keluar dari paru-paru ke atmosfer (fase ekspirasi).

### b. Pernapasan perut

Otot diafragma kontraksi (tegang), sehingga diafragma mendatar dan volume rongga dada membesar. Akibatnya tekanan udara di paru-paru lebih kecil dari tekanan udara luar sehingga udara masuk ke paru-paru (fase inspirasi). Kemudian otot diafragma kembali relaksasi (kendur), sehingga diafragma melengkung ke atas dan volume rongga dada mengecil, akibatnya tekanan udara membesar sehingga udara keluar dari paru-paru (fase ekspirasi).

Saat kamu menghembuskan napas sekuat-kuatnya, tidak semua udara dalam paru-paru keluar. Di dalam paru-paru masih ada sebagian udara menetap. Jadi, berapa volume udara dalam paru-paru? Perhatikan volume udara pernapasan pada Tabel 2.1 berikut ini.



**Gambar 2.26** Mekanisme inspirasi dan ekspirasi.  
**Sumber:** Biologi



**Tabel 2.1** Berbagai jenis volume udara pernapasan.

Jenis Volume	Ukuran Volume	Pengertian
Tidal	500 cc	Volume udara yang masuk dan keluar paru-paru saat terjadi pernapasan biasa.
Suplemen	1500 cc	Volume udara yang masih dapat dikeluarkan dari paru-paru setelah ekspirasi normal.
Komplemen	1500 cc	Volume udara yang masih dapat dihirup setelah inspirasi normal.
Vital	3500 cc	Jumlah volume <i>tidal</i> + volume <i>suplemen</i> + volume <i>komplemen</i> atau volume maksimal yang dapat dikeluarkan dalam satu ekspirasi setelah inspirasi maksimal.
Residu	1000 cc	Volume udara yang tersisa di dalam paru-paru setelah melakukan ekspirasi maksimal.

Untuk mengukur besarnya kapasitas udara dalam paru-paru, lakukan **Kegiatan 2.4** berikut ini.

## Kegiatan 2.4

### Kapasitas Udara Paru-Paru

#### Tujuan:

Mengukur kapasitas udara dalam paru-paru.

#### Alat dan bahan:

1. Kertas label
2. Botol kaca yang berkapasitas 4 liter dengan tutupnya
3. Gelas 250 ml
4. Spidol
5. Panci plastik ukuran besar
6. Selang

#### Langkah kerja:



1. Letakkan kertas label di sepanjang sisi botol kaca dengan arah ke bawah.
2. Gunakan gelas 250 ml untuk menambahkan ke dalam botol secara bertahap. Setiap menambahkan 250 ml, berilah tanda pada kertas label dengan spidol. Lakukan berulang-ulang hingga botol kaca penuh (volume 4 liter).
3. Tutuplah botol kaca dengan penutupnya.
4. Isilah panci plastik besar dengan air hingga setengahnya.
5. Balikkan botol kaca di atas panci yang berisi air dan buka tutupnya saat berada di air dalam panci.
6. Masukkan selang ke dalam mulut botol, kemudian hembuskan napas dengan normal melalui selang.



7. Hitung skala pada botol untuk menentukan jumlah udara yang kamu keluarkan.
8. Ulangilah percobaan di atas dengan menghembuskan udara sekuat-kuatnya.

#### Pertanyaan

1. Apakah yang terjadi pada botol setelah kamu meniupkan udara pernapasan?
2. Berapakah volume udara yang kamu hembuskan secara normal dan dengan cara sekuat-kuatnya? Berapakah kapasitas volume udara pernapasan suplemen, komplemen, dan vital dalam paru-parumu?

### 3. Kelainan pada Sistem Pernapasan

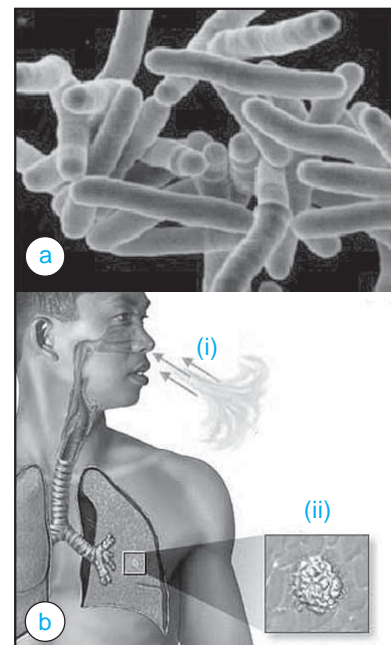
Alat-alat pernapasan dapat mengalami gangguan karena penyakit atau kelainan. Beberapa gangguan yang sering terjadi pada saluran pernapasan manusia adalah sebagai berikut

- a. Bronkitis, adalah peradangan bronkus atau bronkiolus. Bronkitis disebabkan oleh infeksi mikroorganisme setelah salesma atau influenza. Peradangan meningkatkan produksi lendir yang berlebihan sehingga menimbulkan dahak. Dahak merangsang terjadinya batuk untuk mengeluarkannya. Asap rokok dan debu dapat merusak bronkus dan memudahkan terjadinya bronkitis.
- b. Asma, merupakan reaksi saluran pernapasan terhadap rangsangan pada otot polos di bronkus atau bronkiolus. Asma juga sering disertai produksi lendir yang berlebihan dan radang. Jalan napas menjadi sesak dan membuat bunyi "mengi" (*wheezing*). Hal ini karena penderita berusaha bernapas sedalam-dalamnya, sehingga menggetarkan lendir pada bronkus yang menyempit. Penyebab asma dapat berupa debu, serbuk sari, jamur, dan partikel lain yang terbawa udara. Asma juga dapat disebabkan oleh makanan dan infeksi saluran pernapasan.
- c. Selesma, disebabkan oleh virus yang menginfeksi saluran pernapasan. Masa inkubasi antara 1 – 3 hari yang ditandai dengan gejala berupa lesu, sakit di tenggorokan, dan suhu tubuh tidak normal. Pada awalnya lendir pilek yang dihasilkan cair, kemudian menjadi kental kehijauan. Penularan lewat udara dan kontak langsung dengan hidung.
- d. Influenza atau flu, disebabkan oleh virus. Masa inkubasinya 2 hari dengan gejala demam, pegal linu, lesu, dan batuk pilek. Bila tidak ada komplikasi biasanya sembuh dalam 3 – 5 hari.
- e. TBC paru-paru, ditimbulkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Penyakit ini menular lewat udara dan merusak jaringan paru-paru sehingga menjadi berongga. TBC juga dapat diakibatkan oleh gizi yang buruk, usia tua, dan tempat yang kotor. Umumnya penderita TBC mempunyai tingkat ekonomi yang rendah. Gejala penyakit berupa berat badan turun drastis, batuk berdahak sampai berdarah, sesak napas, dan berkeringat pada malam hari.

#### Info Sains

##### Bahaya Merokok

Apa bahaya merokok? Merokok mengganggu tenggorokan dan saluran-saluran pernapasan serta kadang-kadang dikaitkan dengan hilangnya nafsu makan, rasa muak, napas pendek, dan ketidakaturan detak jantung. Orang yang merokok mempunyai kemungkinan lebih besar terkena kanker paru-paru, enfisema, dan bronkitis serta penyakit pernapasan lainnya.



**Gambar 2.27** (a) *Mycobacterium tuberculosis* penyebab TBC. (b) Bakteri masuk ke dalam paru-paru bersama udara pernapasan (i) dan menyebabkan kerusakan jaringan paru-paru (ii).

### Tugas 2.3

1. Jelaskan mekanisme inspirasi dan ekspirasi pada pernapasan perut.
2. Bagaimana cara menghitung kapasitas vital paru-paru?
3. Diskusikan dengan temanmu, apakah yang disebut penyakit paru-paru basah dan bagaimana cara mencegahnya?

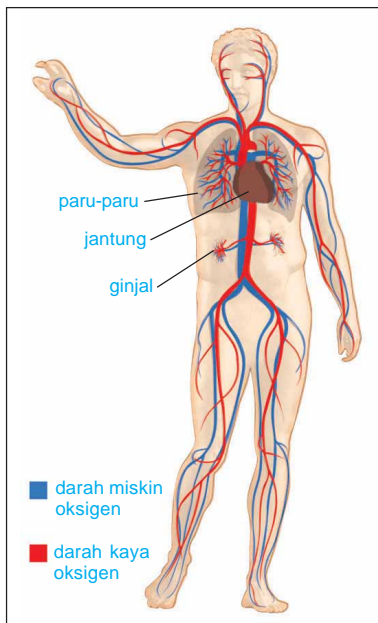


## D Sistem Peredaran Darah pada Manusia

Peredaran darah manusia merupakan peredaran darah tertutup dan ganda atau rangkap. Peredaran darah tertutup artinya dalam peredarannya darah selalu mengalir di dalam pembuluh darah. Peredaran darah ganda artinya dalam satu kali beredar, darah melalui jantung sebanyak dua kali sehingga terdapat peredaran darah besar dan peredaran darah kecil.

Peredaran darah kecil yaitu peredaran darah yang dimulai dari jantung menuju ke paru-paru, kemudian kembali ke jantung. Pada saat darah berada di paru-paru, terjadi pertukaran gas oksigen ( $O_2$ ) dan karbon dioksida ( $CO_2$ ) secara difusi. Oksigen dari udara berdifusi ke darah, sedangkan karbon dioksida dari darah berdifusi ke udara. Darah yang meninggalkan paru-paru kaya akan oksigen. Kemudian masuk ke atrium kiri melalui vena pulmonalis.

Peredaran darah besar yaitu peredaran darah dari bilik kiri jantung ke seluruh tubuh, kemudian kembali ke serambi kanan jantung. Pada saat darah berada di kapiler, terjadi pertukaran gas oksigen ( $O_2$ ) dan karbon dioksida ( $CO_2$ ). Oksigen dari darah berdifusi ke sel-sel tubuh sedangkan karbon dioksida dari sel-sel tubuh berdifusi ke dalam darah. Kemudian darah yang miskin oksigen dan kaya karbon dioksida menuju vena. Darah dari tubuh bagian atas menuju atrium kanan melalui pembuluh balik besar atas (*vena cava superior*) sedangkan darah dari tubuh bagian bawah masuk ke atrium kanan melalui pembuluh balik besar bawah (*vena cava inferior*).



**Gambar 2.28** Sistem peredaran darah manusia.

Sumber: en.wikipedia.org

### 1. Alat Peredaran Darah

Alat peredaran darah manusia berupa jantung dan pembuluh darah. Pembuluh darah terdiri atas pembuluh balik (*vena*), pembuluh nadi (*arteri*), dan kapiler vena ataupun kapiler arteri.

#### a. Jantung

Jantung berperan sebagai pemompa dalam sistem peredaran darah. Berat jantung sekitar 335 gram, sebesar kepala tangan pemiliknya, dan terletak di antara paru-paru kanan dan paru-paru kiri. Setiap hari jantung memompa darah 100.000 kali atau mengalirkan darah sepanjang 100.000 km.

Jantung terdiri dari empat ruangan, yaitu dua rongga atas yang disebut dengan serambi (*atrium*) dan dua rongga bawah yang disebut bilik (*ventrikel*). Jantung memiliki tiga katup yaitu katup *vena semilunair* yang terletak pada pangkal aorta, katup *valvula bikuspidalis* yang terletak antara ventrikel kiri dan atrium kiri, serta *valvula trikuspidalis* yang terletak antara ventrikel kanan dan atrium kanan.

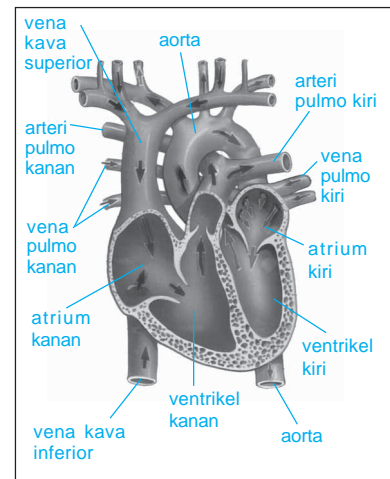
Pada jantung terdapat tiga buah vena yang bermuara di atrium yaitu, *vena cava superior* (vena yang membawa darah dari organ tubuh bagian atas), *vena cava inferior* (vena yang membawa darah dari organ tubuh bagian bawah), dan *vena pulmonalis* (vena yang membawa darah kaya oksigen dari paru-paru). Arteri yang berpangkal di jantung adalah *arteri pulmonalis* (membawa darah kaya CO<sub>2</sub> menuju paru-paru) dan *aorta* (arteri terbesar yang mengalirkan darah dari ventrikel kiri menuju ke seluruh tubuh).

Jantung mendapat suplai oksigen dan makanan yang dibawa oleh arteri koronaria. Arteri ini berpangkal di aorta. Kemampuan jantung dalam memompa darah dapat ditunjukkan dengan tekanan darah. Tekanan darah pada orang dewasa yang normal adalah 120/80 mmHg. Nilai 120 mmHg menunjukkan tekanan darah saat ventrikel berkontraksi (disebut tekanan *sistol*). Nilai 80 mmHg menunjukkan tekanan darah saat ventrikel relaksasi (disebut tekanan *diastol*).

## b. Pembuluh Darah

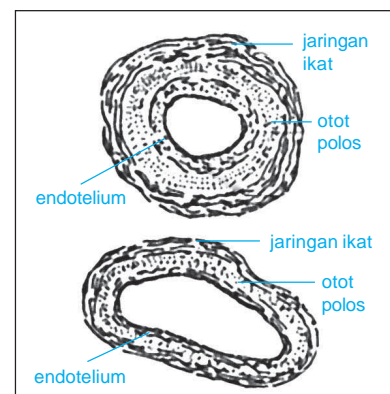
Kamu telah mengetahui bahwa ketika beredar, darah selalu berada di dalam pembuluh darah. Pembuluh darah terdiri dari pembuluh darah nadi (arteri), pembuluh balik (vena), dan kapiler.

- 1) Arteri, dindingnya tebal dan elastis (diameternya dapat berubah sesuai dengan kebutuhan). Hal ini diperlukan untuk menjaga aliran darah konstan dan tidak tersendat. Arah aliran darah dalam arteri meninggalkan jantung. Tekanan darah di dalamnya kuat, sehingga jika terluka darah keluar memancar. Darah dalam arteri kaya akan oksigen kecuali arteri paru-paru. Letak pembuluh ini agak dalam dari permukaan kulit dan hanya memiliki satu katup yaitu berada di jantung yang disebut *valvula semilunair*.
- 2) Kapiler, berupa saluran tipis yang memungkinkan terjadi pertukaran zat antara darah dengan sel jaringan tubuh.
- 3) Arteriole, merupakan pembuluh darah kecil yang menghubungkan kapiler dengan arteri.
- 4) Venule, merupakan pembuluh darah kecil yang menghubungkan kapiler dengan vena.
- 5) Vena, berfungsi untuk mengalirkan darah dari kapiler menuju jantung. Dindingnya tipis dan kurang elastis. Arah aliran darah dalam vena menuju ke jantung.



**Gambar 2.29** Bagian-bagian jantung.

**Sumber:** Dokumen Penerbit



**Gambar 2.30** Penampang melintang pembuluh arteri (atas) dan vena (bawah).

**Sumber:** Biologi Umum



Tekanan darah di dalamnya lemah, sehingga jika terluka darah keluar menetes. Darah di dalam vena kaya akan  $\text{CO}_2$  kecuali vena paru-paru. Letak pembuluh vena dekat dengan permukaan kulit, dan memiliki banyak katup untuk mencegah darah mengalir kembali ke tubuh.

Untuk mengamati pengaruh gravitasi pada aliran darah, lakukan **Kegiatan 2.5** berikut ini.

## Kegiatan 2.5

### Pengaruh Gravitasi terhadap Aliran Darah

#### Tujuan:

Mengamati peredaran darah yang dipengaruhi gaya gravitasi.

#### Alat dan bahan:

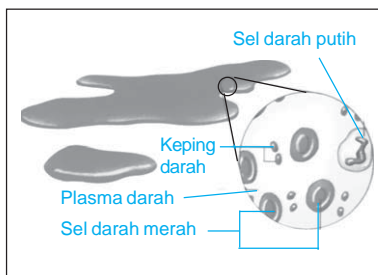
Tangan praktikan/probandus

#### Langkah kerja:

1. Angkatlah salah satu tangan satu setinggi-tingginya dan biarkan tangan yang lain menggantung ke bawah selama kurang lebih satu menit.
2. Kembalikan tangan ke posisi semula, rasakan perbedaan dan bandingkan warnanya antara tangan kanan dan tangan kiri.

#### Pertanyaan:

1. Apakah terdapat perbedaan aliran darah antara tangan yang menggantung ke bawah dengan yang diangkat ke atas? Mengapa demikian?
2. Apakah kaitan gaya gravitasi dengan banyaknya katup pada pembuluh vena?
3. Buatlah kesimpulan dari kegiatan ini.



**Gambar 2.31** Bagian-bagian darah.

**Sumber:** Kamus Biologi

## 2. Darah

Darah manusia berwarna merah karena mengandung *hemoglobin*. Namun tingkat warna merahnya bergantung pada kadar oksigen dan karbon dioksida. Darah yang banyak mengandung oksigen berwarna merah cerah, sedangkan darah yang mengandung banyak karbon dioksida berwarna merah tua.

Volume darah setiap orang tidak sama, tergantung pada berat badan, jenis kelamin, kegemukan, kandungan air dalam tubuh, dan keadaan pembuluh darah. Tapi secara umum volume darah sekitar 8% dari berat badan.

Jika darah diendapkan dengan sentrifugasi, maka darah akan terpisah menjadi bagian yang cair dan bagian yang padat. Bagian darah yang cair disebut plasma, sedangkan bagian yang padat terdiri dari sel-sel darah.

### a. Plasma

Plasma darah menyusun 55% dari keseluruhan darah, di dalamnya terlarut berbagai zat. Plasma tersusun dari air 91% dan zat terlarut 9%. Zat terlarut terdiri dari protein plasma, garam mineral, enzim, hormon, gas, dan zat organik lain.

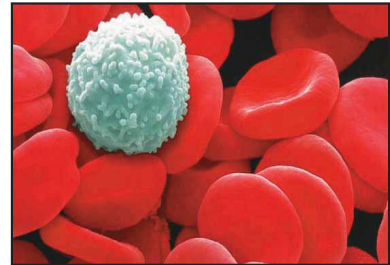


Protein dalam plasma antara lain berupa *albumin* (berfungsi untuk menjaga tekanan osmotik darah), *globulin* (membentuk antibodi), dan *fibrinogen* (untuk pembekuan darah). Bagian plasma darah yang berperan dalam sistem kekebalan disebut *serum*. Serum ini mengandung berbagai antibodi yang penting dalam sistem kekebalan tubuh.

## b. Sel-Sel Darah

Sel-sel darah mencakup 45% dari total darah, terdiri dari sel darah merah (*eritrosit*), sel darah putih (*leukosit*), dan keping-keping darah (*trombosit*). Warna merah pada darah disebabkan adanya hemoglobin dalam eritrosit.

- 1) Eritrosit, berfungsi untuk mengangkut hemoglobin yang berperan sebagai pembawa oksigen dan karbon dioksida. Bentuk eritrosit bikonkaf dan tidak berinti. Eritrosit dibentuk di sumsum merah, masa hidupnya 4 bulan atau 120 hari. Produksi sel darah merah setiap detiknya mencapai 2 juta sel. Eritrosit yang telah tua dan rusak dirombak di dalam limpa. Jumlah eritrosit normal pada orang dewasa adalah 4,7 – 5,3 juta/mm<sup>3</sup>.
- 2) Leukosit, berfungsi dalam sistem pertahanan tubuh dan kekebalan, yaitu membunuh dan memakan mikroorganisme dan zat asing yang masuk ke dalam tubuh. Bentuk leukosit tidak tetap karena bersifat amoeboid, diapedesis, dan fagositosis. Amoeboid artinya dapat bergerak bebas. Karena bergerak bebas, leukosit dapat menembus dinding pembuluh kapiler, disebut sifat diapedesis. Leukosit juga bersifat fagositosis, yaitu dapat membunuh kuman dengan cara memakannya. Umur leukosit umumnya hanya beberapa hari saja, bahkan ada hanya beberapa jam ketika terjadi peradangan dalam tubuh. Jumlah leukosit normal adalah 4.000 – 10.000 per mm<sup>3</sup> darah. Saat terjadi infeksi, jumlahnya dapat melebihi 10.000 per mm<sup>3</sup> darah yang disebut leukositosis. Jika kadar leukosit kurang dari 4.000 per mm<sup>3</sup> disebut menderita penyakit leukopenia. Misalnya karena infeksi penyakit AIDS. Jika kadar leukosit di atas 200.000 per mm<sup>3</sup> disebut menderita kanker darah atau leukemia.
- 3) Trombosit, berperan dalam pembekuan darah ketika terjadi luka. Jumlah trombosit sekitar 300.000 per mm<sup>3</sup> darah. Trombosit dibentuk di sumsum tulang dan dapat hidup selama 8 hari. Bentuknya bulat atau lonjong dan tidak berinti. Trombosit mudah pecah jika keluar dari pembuluh darah atau bersentuhan dengan benda yang permukaannya kasar. Apabila terjadi terluka, darah akan keluar dari pembuluh darah dan menyebabkan trombosit pecah. Trombosit yang pecah akan menghasilkan enzim trombokinase atau tromboplastin. Trombokinase berfungsi untuk mengubah protrombin dalam plasma darah menjadi trombin dengan bantuan ion Ca<sup>2+</sup> dan vitamin K. Trombin akan mengubah fibrinogen dalam



**Gambar 2.32** Sel darah merah dan sel darah putih yang diamati dengan mikroskop elektron.

**Sumber:** Microsoft Student, 2006

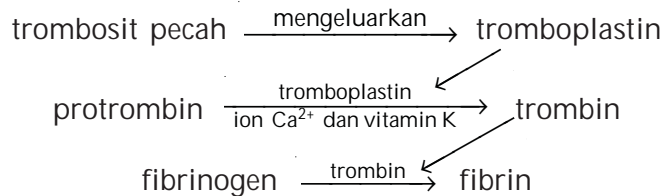
## Info Sains

### Trombosit

Trombosit berbentuk bulat atau oval yang berasal dari sel besar tertentu dalam sumsum tulang yang disebut *megakariosit*. Jumlahnya berkisar dari 200.000 sampai 500.000 per mm<sup>3</sup> atau lebih. Trombosit yang lebih kecil daripada sel darah, bertugas untuk beberapa tujuan yang berguna. Selain untuk pembekuan darah trombosit juga membantu menyumbat kebocoran yang terjadi di dalam pembuluh darah kecil yang disebut pembuluh rambut.

plasma menjadi benang-benang fibrin, yaitu benang-benang halus yang dapat menghentikan perdarahan dan menutup luka.

Proses pembekuan darah di atas dapat digambarkan sebagai berikut.



Perhatikan perbedaan antara eritrosit, leukosit, dan trombosit pada Tabel 2.2 berikut ini.

**Tabel 2.2** Perbedaan antara eritrosit, leukosit, dan trombosit.

No.	Pembeda	Eritrosit	Leukosit	Trombosit
1.	Ukuran	7,5 m	5 – 9 m	2 – 4 m
2.	Jumlah	± 5.000.000/mm <sup>3</sup>	± 7.000/mm <sup>3</sup>	± 300.000/mm <sup>3</sup>
3.	Struktur	- tanpa nukleus - mempunyai hemoglobin	- mempunyai nukleus - tanpa hemoglobin	- tanpa nukleus - tanpa hemoglobin
4.	Bentuk	cakram bikonkaf	tidak beraturan	tidak beraturan
5.	Tempat produksi	sumsum merah tulang pipa dan tulang pipih	sumsum tulang dan kelenjar limfa	sumsum tulang belakang
6.	Fungsi	membawa O <sub>2</sub> dari paru-paru ke seluruh tubuh dan CO <sub>2</sub> dari seluruh jaringan tubuh ke paru-paru	- fagosit memakan kuman - limfosit menghasilkan antibodi untuk membunuh kuman	pembekuan darah

Setiap komponen darah mempunyai fungsi tertentu, sehingga fungsi darah beraneka macam, yaitu sebagai berikut.

- a. Sebagai alat pengangkut, zat yang diangkut darah adalah sebagai berikut.
  - 1) Sel-sel darah merah mengangkut oksigen dari paru-paru ke jantung dan ke seluruh tubuh.
  - 2) Plasma darah, mengangkut sari makanan dari usus ke hati kemudian ke seluruh tubuh, karbon dioksida dari jaringan tubuh ke paru-paru, urea dari hati ke ginjal untuk dikeluarkan bersama urin, dan hormon dari kelenjar endokrin ke seluruh tubuh.
- b. Sebagai alat pertahanan tubuh melawan infeksi. Mekanismenya adalah sebagai berikut.
  - 1) Fagositosis, yaitu menelan kuman penyakit dan zat asing yang masuk dalam tubuh.
  - 2) Limfosit menghasilkan antibodi untuk membunuh kuman dan antitoksin untuk menetralkan racun.
- c. Melakukan pembekuan darah ketika terjadi luka. Yang berperan penting adalah trombosit.

- d. Menjaga kestabilan suhu tubuh, yaitu berkisar pada 37°C walaupun suhu lingkungan berubah. Darah mampu menyebarkan energi panas secara merata ke seluruh tubuh. Tentu tubuhmu menggigil pada saat kedinginan dan berkeringat pada saat kepanasan. Menggigil dan berkeringat merupakan mekanisme untuk menjaga agar suhu tubuh tetap stabil.

### 3. Golongan Darah

**Karl Landsteiner** (1868 – 1947), seorang ahli dari Austria, menemukan cara penggolongan darah dengan sistem AB0. Menurut beliau, darah dapat dibedakan menjadi golongan darah A, B, AB, dan 0 (nol).

Penggolongan darah ini didasarkan pada kandungan aglutinogen dan aglutinin. Aglutinogen merupakan protein dalam sel darah merah yang dapat digumpalkan oleh aglutinin. Ada dua jenis aglutinogen pada darah yaitu aglutinogen A dan aglutinogen B. Aglutinin merupakan protein di dalam plasma darah yang menggumpalkan aglutinogen. Aglutinin berfungsi sebagai zat antibodi. Terdapat dua macam aglutinin yaitu aglutinin  $\alpha$  (alfa) dan aglutinin  $\beta$  (beta). Aglutinin  $\alpha$  disebut juga serum anti A yang akan menggumpalkan aglutinogen A. Sedangkan aglutinin  $\beta$  disebut juga serum anti B yang akan menggumpalkan aglutinogen B. Berdasarkan keberadaan antigen dan antibodinya, terdapat empat macam golongan darah. Perhatikan **Tabel 2.3** berikut ini.

**Tabel 2.3** Golongan darah sistem AB0.

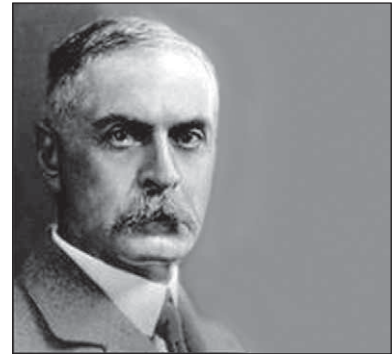
Golongan Darah	Aglutinogen	Aglutinin
A	A	$\beta$
B	B	$\alpha$
AB	A dan B	-
0	-	$\alpha$ dan $\beta$

Untuk mencegah terjadinya penggumpalan darah pada saat transfusi, golongan darah *donor* (pemberi) dan *resipien* (penerima) harus diperhatikan. Dari **Tabel 2.3** dapat ditentukan transfusi darah yang aman (tidak terjadi penggumpalan darah) dari donor kepada resipien. Perhatikan kemungkinan transfusi darah pada **Tabel 2.4** berikut ini.

**Tabel 2.4** Transfusi darah pada golongan darah sistem AB0.

Transfusi Darah		Donor			
		A	B	AB	0
Resipien	A	✓	-	-	✓
	B	-	✓	-	✓
	AB	✓	✓	✓	✓
	0	-	-	-	✓

Keterangan: ✓ : transfusi dapat dilakukan  
- : transfusi tidak dapat dilakukan



**Gambar 2.33** Karl Landsteiner, penemu berbagai golongan darah pada manusia.

Sumber: Microsoft Student



**Gambar 2.34** Tranfusi darah.

Sumber: Ensiklopedia Umum



Berdasarkan tabel di atas, golongan darah 0 disebut *donor universal*, artinya secara teori dapat ditransfusikan ke semua golongan darah tanpa digumpalkan oleh resipien. Hal ini disebabkan karena golongan darah 0 tidak mengandung aglutinogen. Sedangkan golongan darah AB disebut *resipien universal*, karena secara teori dapat menerima transfusi darah dari golongan apa saja. Hal ini disebabkan karena golongan AB tidak mengandung aglutinin sehingga tidak akan menggumpalkan darah jenis apapun dari donor. Dalam praktiknya, transfusi darah hanya dilakukan pada donor dan resipien yang mempunyai golongan darah yang sama.

Sudahkan kamu mengetahui jenis golongan darahmu? Untuk mengetahui golongan darah sistem AB0, lakukan **Kegiatan 2.6** berikut ini.

## Kegiatan 2.6

### Golongan Darah Sistem AB0

#### Tujuan:

Mengetahui golongan darah berdasarkan penggolongan darah sistem AB0.

#### Alat dan bahan:

1. Gelas objek
2. Jarum penusuk/jarum lanset
3. Kapas
4. Pipet
5. Alkohol
6. Darah praktikan
7. Serum anti A
8. Serum anti B

#### Langkah kerja:

1. Bersihkan gelas objek.
2. Bersihkan jarum lanset dan ujung jari yang akan diambil darahnya dengan kapas yang ditetesi alkohol. Tusukkan jarum lanset pada ujung jari, kemudian teteskan darahnya menjadi dua bagian pada gelas objek. *Ingat*, berhati-hatilah menggunakan jarum lanset dan pastikan dalam keadaan bersih/steril sebelum digunakan. Mintalah petunjuk dan pengawasan guru, asisten praktikum, atau petugas laboratorium selama melaksanakan kegiatan ini.
3. Darah pada bagian pertama ditetesi serum anti A dan bagian kedua ditetesi serum anti B.
4. Amati darah mana yang menggumpal dan yang tidak menggumpal setelah ditetesi serum. Tentukan golongan darahnya dengan menggunakan tabel berikut ini.

No.	Bila Ditetaskan		Golongan Darah
	Serum Anti A	Serum Anti B	
1.	Aglutinasi	Tidak	Golongan A
2.	Tidak	Aglutinasi	Golongan B
3.	Aglutinasi	Aglutinasi	Golongan AB
4.	Tidak	Tidak	Golongan 0

#### Pertanyaan:

Apakah golongan darahmu? Berapa jumlah temanmu yang bergolongan darah A, B, AB, dan 0?

#### 4. Sistem Peredaran Getah Bening

Selain sistem peredaran darah, manusia juga mempunyai sistem peredaran getah bening (limfa) yang keduanya berperan dalam sistem transportasi. Sistem limfa berkaitan erat dengan sistem peredaran darah. Sistem limfa terdiri dari cairan limfa, pembuluh limfa, dan kelenjar limfa.

Fungsi sistem peredaran getah bening adalah sebagai berikut.

1. Untuk sistem pertahanan tubuh.
2. Mengangkut kembali cairan tubuh, cairan plasma darah, sel darah putih yang berada di luar pembuluh darah, dan mengangkut lemak dari usus ke dalam sistem peredaran darah.

Cairan limfa mengandung sel-sel darah putih yang berfungsi mematikan kuman penyakit yang masuk ke dalam tubuh. Cairan ini keluar dari pembuluh darah dan mengisi ruang antarsel sehingga membasahi seluruh jaringan tubuh.

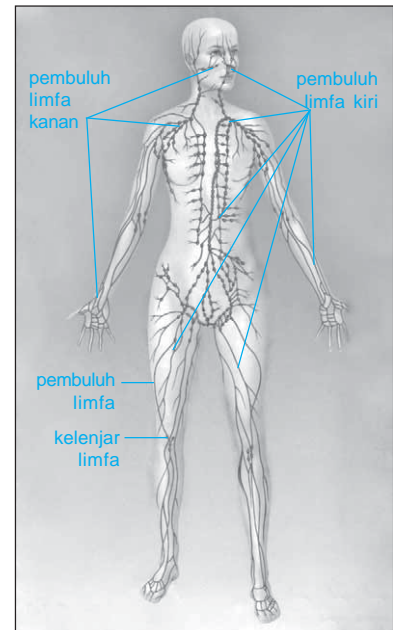
Pembuluh limfa mempunyai banyak katup dan terdapat pada semua jaringan tubuh, kecuali pada sistem saraf pusat. Pembuluh limfa dibedakan menjadi dua macam yaitu pembuluh limfa kanan dan pembuluh limfa kiri. Pembuluh limfa kanan berfungsi menampung cairan limfa yang berasal dari daerah kepala, leher bagian kanan, dada kanan, dan lengan kanan. Pembuluh ini bermuara pada vena yang berada di bawah selangka kanan. Pembuluh limfa kiri berfungsi menampung getah bening yang berasal dari daerah kepala, leher kiri, dada kiri, dan lengan kiri serta tubuh bagian bawah. Pembuluh ini bermuara pada vena di bawah selangka kiri.

Kelenjar limfa berfungsi untuk menghasilkan sel darah putih dan menjaga agar tidak terjadi infeksi lebih lanjut. Kelenjar limfa terdapat di sepanjang pembuluh limfa, terutama terdapat pada pangkal paha, ketiak, dan leher.

Alat tubuh yang mempunyai fungsi yang sama dengan kelenjar limfa yaitu limpa dan tonsil. Limpa merupakan sebuah kelenjar yang terletak di belakang lambung dan berwarna ungu. Fungsinya antara lain sebagai tempat penyimpanan cadangan sel darah, membunuh kuman penyakit, pembentukan sel darah putih dan antibodi, dan tempat pembongkaran sel darah merah yang sudah mati. Tonsil atau amandel terletak di bagian kanan dan kiri pangkal tenggorokan. Tonsil yang berada di belakang anak tekak yaitu di dalam rongga hidung disebut polip hidung. Fungsi tonsil adalah untuk mencegah infeksi yang masuk melalui hidung, mulut, dan tenggorokan.

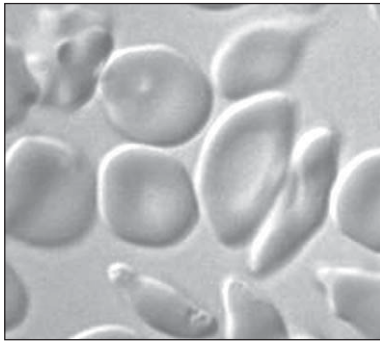
#### 5. Kelainan pada Peredaran Darah

Alat peredaran dapat mengalami gangguan atau kelainan. Biasanya disebabkan karena pola hidup yang tidak sehat, karena penyakit, kerusakan organ, atau karena faktor keturunan. Beberapa kelainan pada sistem peredaran darah adalah sebagai berikut.



**Gambar 2.35** Sistem peredaran getah bening.

**Sumber:** *The Human Body Atlas*



**Gambar 2.36** Bentuk eritrosit penderita anemia sel sabit.

**Sumber:** Microsoft Student

- a. Anemia, merupakan keadaan tubuh yang kekurangan hemoglobin atau sel darah merah. Kadar hemoglobin yang rendah menyebabkan tubuh kekurangan oksigen sehingga tubuh akan terasa lesu, kepala pusing, dan muka pucat. Perdarahan yang berat juga dapat mengakibatkan anemia. Selain itu anemia dapat terjadi akibat terganggunya produksi eritrosit.
- b. Serangan jantung, ditandai dengan sakit pada bagian dada, gelisah, pucat, dan kulit terasa dingin. Serangan jantungnya hebat dan tidak segera mendapat pertolongan dapat menimbulkan gagalnya jantung memompa darah. Faktor-faktor yang meningkatkan resiko terkena serangan jantung adalah tekanan darah tinggi, kadar kolesterol tinggi, merokok, penyakit diabetes melitus, kegemukan, dan kurang olahraga.
- c. Varises, yaitu pelebaran pembuluh vena terutama di bagian kaki. Pada varises yang parah, pembuluh vena tampak melebar dan berkelok-kelok. Varises disebabkan oleh cacat/kerusakan pada katup vena sejak lahir. Varises juga sering terjadi karena bertambahnya beban vena akibat terlalu banyak berdiri, kehamilan, dan sebagainya. Pelebaran vena pada bagian anus disebut wasir atauambeian.
- d. Tekanan darah rendah (*hipotensi*), yaitu keadaan tekanan darah yang di bawah normal. Gejala hipotensi adalah lesu, pusing, dan gangguan penglihatan, bahkan sampai pingsan. Penyebabnya dapat karena terlalu banyak meminum obat penurun tekanan darah, muntaber, dan pendarahan.
- e. Tekanan darah tinggi (*hipertensi*), yaitu keadaan tekanan darah yang melebihi tekanan normal. Penyebab hipertensi adalah nikotin pada rokok, faktor keturunan, stress, kelebihan berat badan, kelebihan garam, kurang olahraga, dan kelebihan obat-obatan.

#### Tugas 2.4

Diskusikan dengan temanmu, mengapa tekanan darah tinggi dapat menyebabkan penyakit *strok*? Apakah usaha yang dapat dilakukan untuk menghindari tekanan darah tinggi?

#### Latihan 2.2

1. Apakah perbedaan peredaran darah terbuka dan tertutup, peredaran darah tunggal dan peredaran darah ganda?
2. Jelaskan proses pembekuan darah saat terjadi luka.
3. Apakah perbedaan sistem peredaran darah dan sistem peredaran getah bening?



## Rangkuman

- Tubuh manusia mempunyai beberapa sistem organ, misalnya sistem gerak, pencernaan, pernapasan, sistem peredaran darah, sistem ekskresi, dan sistem reproduksi.
- Sistem gerak terdiri dari rangka dan otot. Rangka merupakan alat gerak aktif sedangkan otot merupakan alat gerak pasif. Otot dapat berkontraksi dan relaksasi sehingga menggerakkan tulang. Gerakan pada tulang menghasilkan gerakan yang kompleks pada manusia.
- Rangka tersusun oleh berbagai jenis tulang. Antara tulang yang satu dengan tulang yang lain dihubungkan oleh persendian. Adanya persendian memungkinkan timbulnya berbagai gerak. Otot yang menggerakkan rangka disebut otot rangka. Selain otot rangka, terdapat pula jenis otot polos dan otot jantung. Sistem gerak dapat mengalami kelainan, misalnya osteoporosis, patah tulang, dan reumatik.
- Sistem pencernaan makanan berfungsi untuk mencerna makanan agar sari makanan dapat diserap oleh tubuh. Sistem pencernaan disusun oleh saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan. Saluran pencernaan meliputi mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, dan anus. Kelenjar pencernaan terdiri dari kelenjar ludah, lambung, hati, pankreas, dan usus halus. Kelainan pada sistem pencernaan misalnya diare, radang usus buntu, sembelit, dan batu empedu.
- Makanan yang sehat harus mengandung cukup zat gizi, yaitu mengandung karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral.
- Sistem pernapasan bertugas untuk melaksanakan pertukaran gas antara tubuh manusia dengan lingkungan. Alat pernapasan terdiri dari hidung, faring, laring, trakea, bronkus, dan paru-paru. Terdapat dua mekanisme pernapasan yaitu pernapasan dada dan pernapasan perut. Kelainan pada sistem pernapasan misalnya bronkitis, asma, salesma, influenza, dan TBC.
- Sistem peredaran darah dan sistem peredaran getah bening membentuk sistem transportasi pada manusia. Alat peredaran darah terdiri dari jantung, dan pembuluh darah. Sistem peredaran darah manusia termasuk sistem peredaran darah ganda dan tertutup. Darah terdiri dari bagian cair berupa plasma darah dan bagian padat berupa sel-sel darah. Gangguan pada sistem peredaran darah misalnya anemia, serangan jantung, varises, hipotensi, dan hipertensi.

## Refleksi

Kamu telah selesai belajar Berbagai Sistem Organ pada Manusia dalam Bab II ini. Sebelum melanjutkan pelajaran di bab III, lakukan evaluasi diri dengan menjawab pertanyaan di bawah ini. Jika semua pertanyaan kamu jawab dengan 'ya', berarti kamu telah menguasai materi bab ini dan dapat meneruskan pelajaran di bab berikutnya. Namun jika ada pertanyaan yang dijawab dengan 'tidak', kamu perlu mengulangi materi yang berkaitan dengan pertanyaan itu. Jika ada kesulitan atau ada hal yang sukar dimengerti, bertanyalah kepada Bapak/Ibu Guru.

1. Dapatkah kamu menjelaskan jenis-jenis rangka dan otot yang menyusun sistem gerak pada manusia?
2. Apakah kamu sudah memahami alat dan proses pencernaan makanan pada manusia serta zat gizi yang terdapat pada makanan?
3. Apakah kamu dapat menjelaskan alat pernapasan pada manusia dan proses pernapasan?

4. Dapatkah kamu menunjukkan proses peredaran darah dan peredaran getah bening pada manusia? Apa saja alat peredaran darah dan bagaimana komposisi darah manusia?
5. Apakah kamu dapat menjelaskan hubungan antara kondisi dan kinerja sistem organ dengan kesehatan? Penyakit atau kelainan apa yang dapat terjadi pada sistem gerak, sistem pencernaan, sistem pernapasan, dan sistem peredaran darah manusia?

## Latih Kemampuan

## 2

### I. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Berikut ini yang termasuk tulang rawan ialah ....
  - a. tulang pedang-pedangan
  - b. tulang selangka
  - c. ujung tulang rusuk
  - d. tulang paha
2. Persendian yang terdapat antara tulang ibu jari dan tulang telapak tangan termasuk sendi ....
  - a. engsel
  - b. peluru
  - c. pelana
  - d. putar
3. Persamaan antara otot polos dan otot jantung ialah ....
  - a. letak inti tersebar
  - b. bekerja secara tidak sadar
  - c. menempel pada otot rangka
  - d. letaknya ada pada alat gerak
4. Nasi yang dikunyah lama akan terasa manis, karena ....
  - a. ada gigi sehingga terasa manis
  - b. ludah mengandung amilase
  - c. air liur mengandung zat gula
  - d. di dalam mulut terdapat zat gula
5. Proses pencernaan secara mekanik yaitu mengubah bentuk makanan ....
  - a. kasar menjadi halus
  - b. halus menjadi kasar
  - c. kasar menjadi halus hingga tak berasa
  - d. kasar menjadi halus hingga manis
6. Ketika menghembuskan napas di dalam air kapur maka air kapur akan menjadi keruh, berarti zat sisa pernapasan adalah berupa ....
  - a. karbon dioksida
  - b. air kapur
  - c. oksigen
  - d. kotoran
7. Zat makanan yang menjadi sumber energi utama bagi tubuh kita adalah ....
  - a. karbohidrat
  - b. karbohidrat dan lemak
  - c. protein dan lemak
  - d. protein dan karbohidrat
8. Ketika menghembuskan napas di depan cermin muncul ....
  - a. kotoran yang berarti oksigen
  - b. kotoran yang berarti karbon dioksida
  - c. basah berarti zat yang dikeluarkan adalah uap air
  - d. basah berarti zat yang dikeluarkan adalah oksigen
9. Fungsi empedu adalah mengemulsikan ....
  - a. lemak
  - b. protein
  - c. karbohidrat
  - d. mineral
10. Kapasitas vital paru-paru adalah ....
  - a. volume udara maksimum yang dapat keluar atau masuk paru-paru sekuat-kuatnya
  - b. volume seluruh udara yang dapat mengisi atau masuk ke alat-alat pernapasan
  - c. volume udara yang terdapat dalam seluruh alat pernapasan
  - d. volume udara yang dikeluarkan oleh seluruh alat pernapasan
11. Berikut ini gangguan pada pernapasan, kecuali ....
  - a. TBC
  - b. influenza
  - c. pilek
  - d. muntaber

12. Sari makanan, oksigen, dan karbon dioksida diedarkan oleh ....
  - a. darah
  - b. udara
  - c. air
  - d. sel
13. Plasma darah merupakan bagian darah yang berupa ....
  - a. cairan kekuning-kuningan
  - b. cairan yang merah
  - c. padat kekuning-kuningan
  - d. padat yang merah
14. Peranan fibrinogen adalah ....
  - a. pencairan darah ketika mengalir
  - b. pembekuan darah ketika luka
  - c. pemberian darah tambahan
  - d. penambahan zat ketika luka
15. Yang memisahkan ruang kanan dan kiri pada jantung adalah ....
  - a. katup
  - b. bilik
  - c. serambi
  - d. sekat

### B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar!

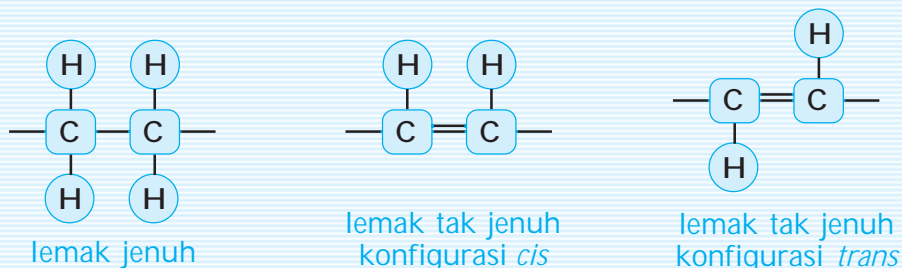
1. Mengapa rangka disebut alat gerak pasif?
2. Tuliskan rumus gigi orang dewasa.
3. Mengapa usus halus berjonjot?
4. Jelaskan dua macam mekanisme pernapasan pada manusia.
5. Jelaskan pengertian donor universal dan resipien universal.

## Wacana Sains

### Hati-Hati dengan Lemak *Trans Fat*

KFC (*Kentucky Fried Chicken*) mengumumkan bahwa mulai bulan Oktober 2006 akan mengganti minyak gorengnya dengan sejenis minyak kedelai. Minyak goreng yang selama ini mereka gunakan mengandung senyawa asam lemak *trans fat* yang dapat menyebabkan penyumbatan pembuluh arteri (arteriosklerosis). Masyarakat dan ilmuwan Amerika Serikat menghendaki agar berbagai restoran cepat saji tidak lagi menggunakan minyak goreng yang mengandung asam lemak *trans fat*. Tentu saja langkah yang diambil KFC dan berbagai restoran cepat saji lainnya menggembirakan masyarakat Amerika Serikat dan dunia. Inilah bentuk kepedulian dan perlindungan terhadap kesehatan konsumen dan masyarakat. Selama ini industri makanan enggan mencantumkan kandungan *trans fat*, apalagi menghindarinya karena asam lemak inilah yang membuat kentang goreng, ayam goreng, dan berbagai makanan terasa gurih dan renyah.

*Trans fat* atau *trans fatty acids* merupakan asam lemak tidak jenuh (*unsaturated fat*). Asam lemak tak jenuh dengan konfigurasi *trans* ini dihasilkan melalui rekayasa manusia. Asam lemak ini berbeda dengan asam lemak tak jenuh yang terdapat pada bahan-bahan alami, misalnya minyak zaitun dan minyak jagung (konfigurasinya disebut *cis*). Mungkin kamu sering mendengar iklan produk minyak goreng yang mengandung asam lemak tak jenuh. Jenis asam lemak yang lain adalah asam lemak jenuh, yang banyak terdapat lemak hewani. Asam lemak jenuh telah lama diketahui dapat membahayakan kesehatan. Tahukah kamu mengapa demikian? Perhatikan struktur asam lemak pada gambar berikut.





Sejak tahun 1988 asam lemak tak jenuh dengan konfigurasi *trans* mulai dicurigai sebagai salah satu sebab meningkatnya penyakit jantung koroner. Kemudian pada tahun 1994, **Prof Walter Willet**, Ketua Departemen Gizi HSPH (*Harvard School of Public Health*) bersama ahli epidemiologi HSPH, **Dr Alberto Ascherio** menggambarkan bagaimana *trans fat* dapat merusak kesehatan jantung dan bertanggung jawab terhadap paling sedikit 30.000 kematian prematur setiap tahun di Amerika Serikat. Pernyataan mereka dimuat dalam jurnal kesehatan *American Journal of Public Health*.

Namun menurut **Prof Dr. Walujo Soerjodibroto**, pakar gizi klinik Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, minyak yang mengandung asam lemak tak jenuh jika dipanaskan dalam suhu tinggi (misalnya lewat *deep frying* seperti yang dilakukan KFC) akan merubah struktur kimanya menjadi *trans fat*. Jadi tidak peduli apakah itu berasal dari minyak kacang, minyak bunga matahari, minyak jagung, maupun minyak zaitun jika dipakai untuk menggoreng akan menjadi *trans fat* yang berbahaya.

Lebih lanjut **Walujo** mengungkapkan bahwa yang lebih menentukan bagi kesehatan masyarakat adalah bukan jenuh atau tidak jenuhnya asam lemak dalam minyak goreng, tetapi panjang pendeknya rantai asam lemak. Lemak dan minyak tersusun dari asam lemak dan gliserol. Menurut panjang rantai karbonnya, asam lemak dapat dibedakan menjadi asam lemak rantai panjang, rantai sedang, dan rantai pendek. Yang banyak dipakai dalam minyak goreng adalah asam lemak rantai panjang dan sedang.

Asam lemak rantai panjang untuk bisa diserap darah harus dilarutkan oleh lipoprotein dan membutuhkan sekresi empedu. Jadi harus dicerna dan dipendekkan rantainya agar dapat masuk ke dalam kelenjar limfe dan diangkut ke pembuluh vena di bawah ketiak. Sedangkan asam lemak rantai sedang dapat dicerna tanpa bantuan empedu. Contoh minyak dengan asam lemak berantai sedang adalah minyak kelapa dan minyak *kernel* (lembaga) kelapa sawit. Namun parahnya minyak kelapa banyak digantikan dengan minyak kelapa sawit yang mengandung asam lemak berantai panjang, sedangkan minyak *kernel* kelapa sawit justru diekspor ke luar negeri.

Jadi minyak yang baik bagi kesehatan adalah minyak yang mengandung asam lemak tak jenuh berantai sedang, misalnya minyak zaitun, minyak kacang, minyak bunga matahari, dan minyak jagung. Namun penggunaannya adalah sebagai minyak sayur (misalnya untuk menumis), bukan untuk menggoreng dengan suhu tinggi. Dan kalau ingin menggoreng dengan suhu tinggi, yang terbaik adalah menggunakan minyak kelapa atau minyak *kernel* kelapa sawit.

*Trans fat* secara alami juga dapat ditemukan dalam jumlah sedikit pada daging dan susu hewan ruminansia. Namun sebagian besar *trans fat* yang dikonsumsi masyarakat dihasilkan dari industri dengan melakukan hidrogenasi (penambahan atom hidrogen) minyak nabati, yang dikenal sejak tahun 1990-an. Sejak tahun 1960-an di Amerika Serikat dan negara-negara Barat mengganti mentega/minyak hewani maupun minyak nabati yang berlemak jenuh dengan minyak *trans fat* dengan alasan kesehatan. Ternyata keputusan ini pun belum sepenuhnya benar.

Sumber: *Kompas*, 20 Desember 2006