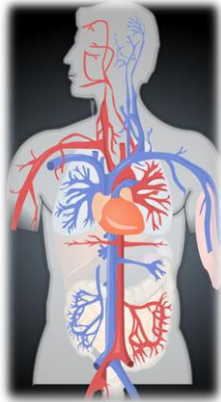


# 4 Organisasi Tubuh Hewan

*Pada hewan, perkembangan menghasilkan tubuh dengan sel-sel yang sangat beragam. Perbedaan karakteristik sel beserta matriks ekstraseluler membentuk suatu jaringan. Secara khusus, jaringan tubuh hewan terorganisasi membentuk organ. Sebuah organ merupakan suatu unit struktural dengan dua atau lebih jaringan yang saling terorganisasi untuk menjalankan fungsi*



*tertentu. Pada suatu sistem organ, dua atau lebih organ saling berinteraksi secara fisik dan kimia untuk menjalankan fungsi yang lebih luas. Beberapa sistem organ membentuk tubuh organisme atau makhluk hidup. Pada bab ini, kita akan membahas secara khusus organisasi tubuh hewan vertebrata, mencakup empat jaringan dasar, yaitu jaringan epitel, jaringan ikat, jaringan otot, dan jaringan saraf. Setelah membahas jaringan, kita akan mendiskusikan tiga contoh sistem organ pada tubuh manusia, yaitu sistem pencernaan, sistem pernapasan, dan sistem peredaran darah.*

## **Tujuan Pembelajaran**

*Setelah kegiatan perkuliahan, mahasiswa diharapkan dapat :*

1. Menjelaskan struktur hewan uniseluler.
2. Menjelaskan dengan contoh hewan tipe diploblastik dengan tipe triploblastik.
3. Menjelaskan jaringan dasar embrional pada vertebrata.
4. Mengidentifikasi karakteristik jaringan epitel, jaringan ikat, jaringan otot, dan jaringan saraf.
5. Membedakan ciri struktural dan fungsi jaringan epitel, jaringan ikat, jaringan otot, dan jaringan saraf.
6. Mendeskripsikan 10 sistem organ yang menyusun tubuh manusia.
7. Menjeaskan saling keterkaitan antara organ-organ penyusun sistem pencernaan pada manusia.
8. Menjelaskan contoh-contoh penyakit/ gangguan yang berkaitan dengan makanan/ pencernaan.
9. Menjeaskan saling keterkaitan antara organ-organ penyusun sistem peredaran darah pada manusia.
10. Menunjukkan bagian-bagian jantung pada manusia.
11. Menuliskan arah peredaran darah pada manusia.
12. Menjelaskan contoh penyakit/gangguan yang berkaitan dengan peredaran
13. Membedakan pertukaran gas antara hewan air dengan hewan darat
14. Menjelaskan saling keterkaitan antara organ-organ penyusun sistem pernapasan pada manusia.
15. Mendeskripsikan organ-organ pernapasan pada manusia secara berurutan.
16. Menjelaskan fungsi organ-organ pernapasan pada manusia.
17. Menjelaskan contoh-contoh penyakit/ gangguan yang berkaitan dengan pernapasan.

## Jaringan Dasar Vertebrata

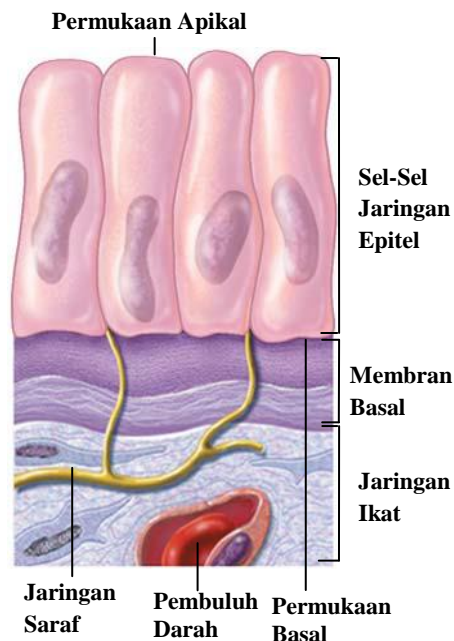
Jaringan merupakan sekelompok sel yang secara umum memiliki asal perkembangan embrionik yang sama dan secara bersama-sama menjalankan fungsi tertentu. Struktur dan ciri jaringan, dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain; sifat dasar komponen ekstraseluler yang mengelilingi sel-sel pada suatu jaringan dan saling keterhubungan antara sel-sel yang menyusun jaringan tersebut. Organ-organ tubuh dibentuk dari dua atau lebih jaringan yang berbeda yang bekerja bersama dalam menjalankan fungsi tertentu. Berdasarkan struktur dan fungsinya, terdapat empat jaringan dasar pada hewan vertebrata, yaitu jaringan epitel (*epithelial tissue*), jaringan ikat (*connective tissue*), jaringan otot (*muscle tissue*), dan jaringan saraf (*nervous tissue*).

### Jaringan Epitel

Jaringan epitel sebahagian besar tersusun atas sel-sel yang sangat rapat dengan sedikit matriks ekstraseluler yang terdapat diantara sel-selnya. Jaringan epitel bersifat avaskuler dan menerima nutrisi dari pembuluh darah yang berada pada jaringan ikat yang terletak dibawahnya. Membran basal memisahkan jaringan epitel dengan jaringan ikat. Jaringan epitel terdiri atas epitel penutup dan epitel kelenjar. Jaringan epitel penutup menutupi permukaan tubuh (lapisan epidermis pada kulit), membatasi permukaan rongga organ-organ tubuh, serta permukaan dinding saluran pada bagian-bagian tubuh tertentu (misalnya permukaan dinding saluran pernapasan, saluran pencernaan, dan saluran reproduksi). *Tight junctions* diantara sel-sel yang berdekatan memungkinkan jenis epitel ini membentuk rintangan atau *barrier*

yang melindungi dan mengendalikan transportasi substansi antara jaringan yang berdekatan. Jaringan epitel kelenjar membentuk kelenjar (*glands*) yang menghasilkan sekret yang dibutuhkan oleh tubuh.

Permukaan sel-sel epitel yang berbatasan dengan rongga disebut permukaan apikal, sedangkan sel-sel epitel yang berbatasan dengan membrane basal disebut permukaan basal. Ketika dilihat dari permukaan apikal, kita dapat mengamati bagaimana sel-sel epitel sangat rapat membentuk *barrier* (gambar 4.1) Ketika dilihat dari sisi lateral, kita dapat mengamati perbedaan struktur pada permukaan apikal dan permukaan basal. Perbedaan struktur tersebut terkait dengan perbedaan fungsi.



**Gambar 4.1.** Permukaan Sel-Sel Epitel dan Struktur serta Letak Membran Basal (Tortora & Derrickson, 2009; h. 112).

Jaringan epitel diklasifikasikan berdasarkan bentuk sel pada permukaan apikal dan jumlah lapisan sel-sel epitel.

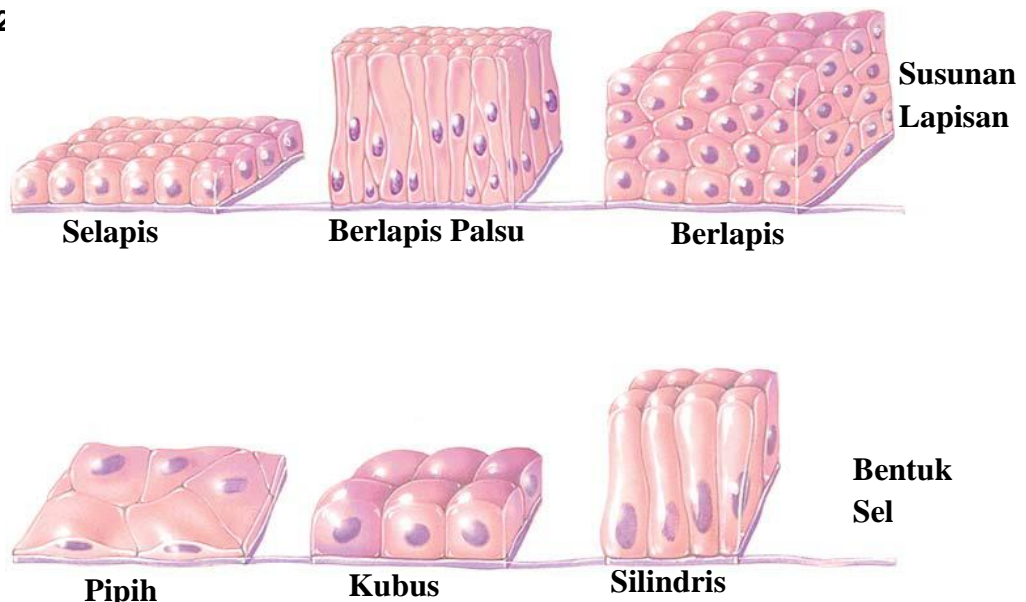
Fungsi jaringan epitel ditentukan oleh jenis sel dan jumlah lapisan sel. Bentuk sel yang menyusun jaringan epitel dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu; (i) bentuk pipih (squamosa), (ii) bentuk kubus (kuboid), (iii) bentuk silindris, dan (iv) bentuk transisional. Jumlah lapisan sel pada jaringan epitel terdiri atas epitel selapis dan epitel berlapis. Bentuk sel dapat dilihat dengan jelas dari sisi lateral (**gambar 2**). Sel-sel epitel skuamosa sangat tipis dan memiliki inti yang memipih. Sel-sel epitel kuboid berbentuk seperti kubus dengan inti membulat pada bagian tengah sel. Sel-sel epitel silindris berbentuk memanjang dengan inti oval dekat dengan permukaan basal sel. Sel-sel epitel transisional mengalami perubahan bentuk, sel-sel pada permukaan apical berbentuk kubus ketika jaringan dalam keadaan relaksasi/ kosong dan berbentuk pipih dalam keadaan terisi/ tertekan. Jaringan epitel yang hanya tersusun atas satu lapis sel disebut epitel sederhana atau epitel selapis (*simple epithelium*), dan jaringan epitel yang tersusun atas dua atau lebih lapisan sel disebut epitel berlapis (*stratified epithelium*) (**gambar 4.2**

Kombinasi anatar jumlah lapisan sel dan bentuk sel pada permukaan bebasnya, jenis jaringan epitel penutup atau epitel pembungkus diklasifikasikan sebagai berikut;

- a. Epitel Selapis;
  - 1. Epitel selapis pipih
  - 2. Epitel selapis kubus
  - 3. Epitel selapis silindris (bersilia dan tanpa silia)
- b. Epitel Berlapis palsu silindris (bersilia dan tanpa silia)
- c. Epitel Berlapis;
  - 1. Epitel selapis pipih (mengalami keratinisasi dan tanpa keratinisasi)
  - 2. Epitel selapis kubus
  - 3. Epitel selapis silindris
  - 4. Epitel transisional

### Jaringan Epitel Selapis

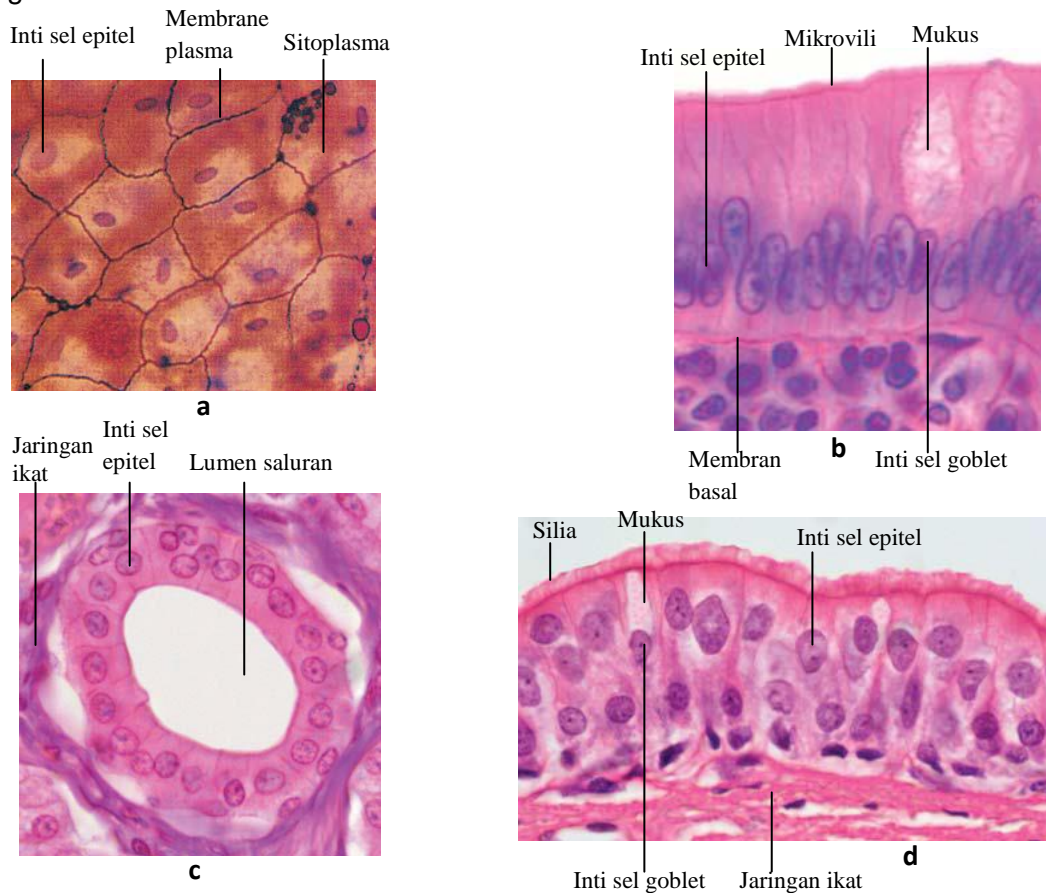
Epitel selapis berperan sebagai rintangan selektif yang memungkinkan proses difusi, filtrasi, sekresi, atau absorpsi substansi tertentu. Jaringan epitel selapis terdiri dari epitel selapis pipih, selapis



**Gambar 4.2.** Bentuk Sel dan Susunan dari Lapisan Sel-Sel Epitel (Tortora & Derrickson, 2009; h. 113).

kubus, dan selapis silindris. Epitel selapis pipih terdiri atas satu lapisan sel-sel yang berbentuk pipih dengan inti sel yang terletak dibagian tengah. Epitel selapis pipih dapat ditemukan pada bagian tubuh yang melangsungkan fungsi filtrasi (filtrasi darah pada nefron ginjal) atau difusi (difusi oksigen pada alveolus paru-paru). Epitel selapis pipih yang membatasi dinding bagian dalam jantung, pembuluh darah, dan pembuluh limfa disebut endothelium, lapisan jaringan epitel selapis pipih pada membrane serosa seperti pericardium, pleura, atau peritoneum disebut mesotelium. Epitel selapis kubus memiliki sel-sel yang berbentuk kubus dengan inti di bagian tengah sel.

Epitel selapis kubus dapat ditemukan pada bagian tubuh seperti kelenjar tiroid dan ginjal, yang melangsungkan fungsi sekresi dan absorpsi. Jaringan epitel selapis silindris, apabila dilihat dari sisi lateral sel-selnya tampak seperti tabung dengan inti berbentuk oval dekat dengan bagian dasar sel. Terdapat dua jenis epitel selapis silindris, yaitu bersilia dan tanpa silia. Epitel selapis silindris tanpa silia memiliki mikrovili dan sel goblet pada permukaan apikalnya. Mikrovili berperan meningkatkan laju absorpsi dan sel goblet berperan mensekresikan mukus.



**Gambar 4.3.** (a) epitel selapis pipih/mesotelium yang membatasi peritoneum, (b) epitel selapis silindris tanpa silia pada jejunum usus halus, (c) epitel selapis kubus pada saluran intralobular pancreas, dan (d) epitel silindris berlapis palsu dengan silia. (Tortora & Derrickson, 2009; h. 115, 116, 117).

Sekresi mukus melapisi permukaan dalam dari saluran pencernaan, saluran pernapasan, saluran reproduksi, dan saluran urin. Jaringan epitel silindris bersilia tersusun atas sel-sel berbentuk silindris dengan silia pada permukaan apikalnya. Silia berperan menggerakkan partikel-partikel asing yang terjebak oleh mukus menuju saluran pernapasan bagian atas. Silia juga berperan menggerakkan oosit dari tuba fallopi menuju uterus. Beberapa contoh gambar jenis jaringan epitel selapis dapat dilihat pada **gambar 4.3 a, b, c**.

#### ***Jaringan Epitel Berlapis Palsu***

Epitel berlapis palsu silindris tampak tersusun atas beberapa lapis sel yang berbeda, tetapi hanya tersusun atas satu lapis sel yang tebal. Seluruh sel-selnya menempel pada membran basal, meskipun tidak semua sel-sel mencapai permukaan apikal. Sehingga terdapat sel-sel dengan bentuk dan tinggi yang berbeda, serta letak inti sel pada ketinggian yang berbeda. Epitel berlapis palsu silindris bersilia memiliki sel goblet yang mensekresikan mukus. Sekresi mucus berperan menjebak partikel-partikel asing dan silia berperan menggerakkan mucus beserta partikel asing yang telah terjebak untuk dikeluarkan dari tubuh. Epitel berlapis palsu silindris tanpa silia tidak memiliki silia dan juga sel goblet. contoh gambar jenis jaringan epitel berlapis palsu dapat dilihat pada **gambar 4.3.d**.

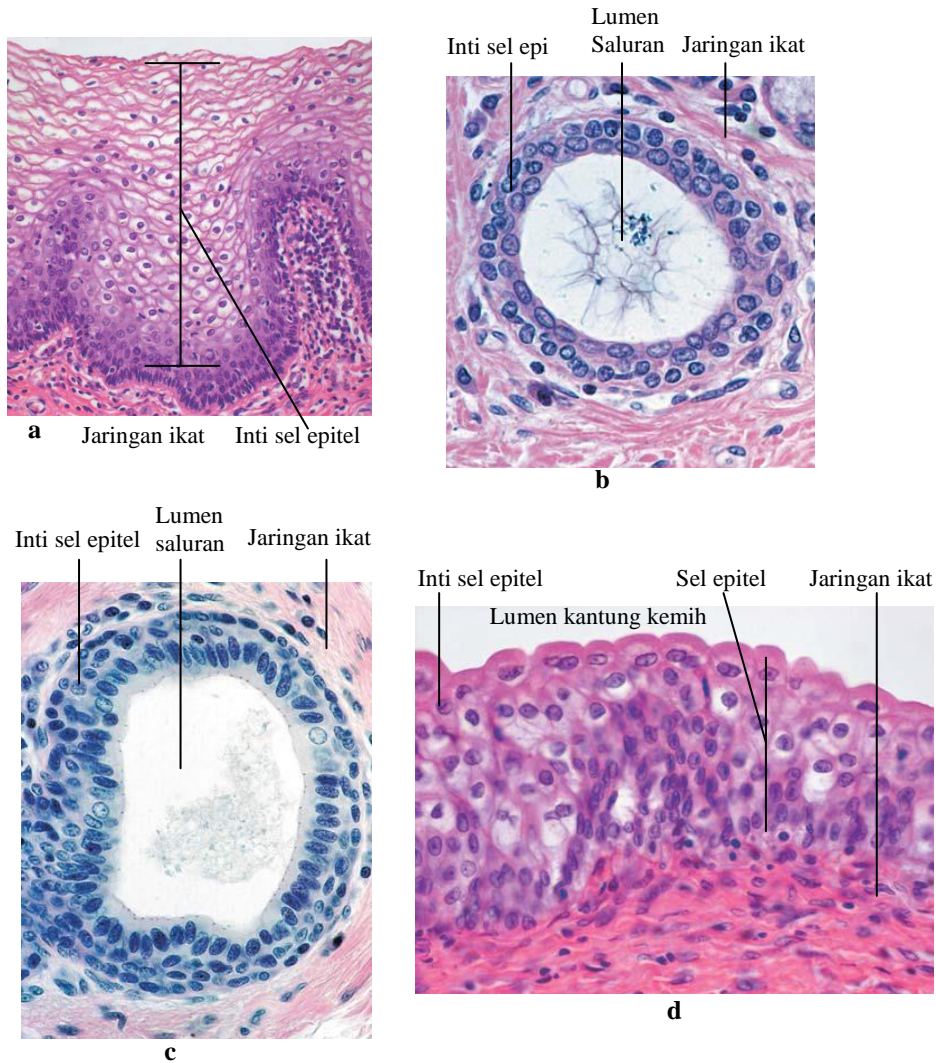
#### ***Jaringan Epitel Berlapis***

Jaringan epitel berlapis lebih tebal, lapisan sel-sel membuat jaringan ini lebih tahan terhadap kerusakan, sehingga mencegah patogen dan substansi asing memasuki jaringan yang terdapat dibawahnya. Terdapat empat jenis jaringan

epitel berlapis, yaitu epitel berlapis pipih, berlapis kubus, berlapis silindris, dan epitel transisional.

Epitel berlapis pipih memiliki sel-sel yang berbentuk pipih pada permukaan apikalnya, sedangkan sel-sel pada lapisan dalam memiliki variasi bentuk dari bentuk kubus sampai silindris. Lapisan sel-sel basal secara aktif mengalami pembelahan dan akan bergerak menuju ke permukaan apikal. Semakin menjauhi permukaan basal, sel-sel semakin jauh dari suplai darah, sehingga pada saat mencapai permukaan apical, sel-sel menjadi mati akibat tidak mendapat suplai nutrisi. Epitel berlapis pipih yang mengalami keratinisasi, sel-selnya mengandung protein keratin yang berperan melindungi kulit dan jaringan bawah kulit dari panas, infeksi mikroba, serta gangguan mekanis dan kimiawi. Epitel berlapis pipih tanpa keratinisasi, sel-selnya tidak mengandung protein keratin, dan dapat ditemukan pada rongga mulut serta esophagus.

Epitel berlapis kubus memiliki sel-sel yang berbentuk kubus pada permukaan apikalnya. Epitel berlapis kubus melakukan fungsi proteksi, dan fungsi sekresi serta absorpsi yang sangat terbatas. e Epitel berlapis silindris memiliki sel-sel yang berbentuk pipih pada permukaan apikalnya, pada lapisan basal sel-selnya berbentuk irregular dan memendek. Epitel berlapis silindris menjalankan fungsi proteksi dan sekresi. Epitel transisional adalah jenis jaringan epitel yang hanya ditemukan pada sistem urinaria. kantung kemih. Pada kondisi tanpa tekanan, epitel trasional tampak seperti epitel berlapis kubus, kecuali sel-sel pada permukaan apikal berukuran besar dan berbentuk membulat. Pada kondisi terkenan oleh urin, sel-selnya menjadi pipih, dan tampak seperti epitel berlapis pipih.



**Gambar 4.4.** (a) epitel berlapis pipih pada vagina, b) epitel berlapis kubus pada saluran kelenjar esofagus, (c) epitel berlapis silindris pada saluran kelenjar esofagus, dan (d) epitel transisional pada kantung kemih pada kondisi tanpa tekanan urin. (Tortora & Derrickson, 2009; h. 118, 119).

## Jaringan Ikat

Jaringan ikat terdiri atas dua komponen utama, yaitu matriks ekstraseluler dan sel. Matriks ekstraseluler mengisi ruang-ruang diantara sel. Matriks ekstraseluler tersusun atas serabut dan substansi dasar, yang disekresikan oleh komponen sel jaringan ikat. Jaringan ikat merupakan jaringan yang paling melimpah pada tubuh dengan fungsi yang sangat beragam. Beberapa fungsi jaringan ikat yaitu;

- melindungi dan menyokong tubuh dan organ-organ tubuh,
- menghubungkan organ-organ tubuh,
- penyimpanan cadangan energi dalam bentuk lemak,
- membantu memberikan imunitas bagi tubuh,
- menghubungkan jaringan epitel dengan jaringan yang lain serta membentuk tendon,

- f. tulang merupakan jaringan ikat yang paling keras, berperan melindungi organ-organ tubuh dan membentuk rangka tubuh tempat menempelnya otot,
  - g. jaringan adipose berperan sebagai tempat penyimpanan lipid,
  - h. Darah merupakan substansi cair yang salah satu fungsinya sebagai media transport substansi tertentu pada tubuh.
- Terdapat beberapa klasifikasi jaringan ikat, dikarenakan keragaman jenis sel dan komponen matriks ekstraseluler, berikut ini salah satu contoh klasifikasi jaringan ikat;

- a. Jaringan Ikat Embrionik
  - 1. Mesenkim
  - 2. Jaringan Ikat Mukosa
- b. Jaringan Ikat Dewasa
  - 1. Jaringan Ikat Longgar
    - a) Jaringan Ikat Areolar
    - b) Jaringan Adiposa
    - c) Jaringan Ikat Retikular
  - 2. Jaringan Ikat Padat
    - a) Jaringan Ikat Padat Teratur
    - b) Jaringan Ikat Padat Tidak Teratur
    - c) Jaringan Ikat Elastin
  - 3. Kartilago
    - a. Kartilago Hialin
    - b. Fibrokartilago
    - c. Kartilago Elastin
  - 4. Jaringan Tulang
  - 5. Jaringan Ikat Cair
    - a. Darah
    - b. Limfa

Pada bagian ini, akan diuraikan lebih jauh mengenai jaringan ikat dewasa.

### **Komponen Seluler Jaringan Ikat**

Setiap jenis jaringan ikat mengandung kelompok sel-sel muda (immature) yang berakhiran -blas, seperti *fibroblasts* pada jaringan ikat longgar dan jaringan ikat padat, *chondroblasts* pada jaringan rawan, dan *osteoblasts* pada

jaringan tulang. Sel-sel yang masih muda memiliki kemampuan membelah dan mensekresikan matriks ekstraseluler. Pada jaringan rawan dan tulang, ketika matriks ekstraseluler dihasilkan, sel-sel yang muda berdiferensiasi menjadi sel-sel dewasa dengan nama yang berakhiran-Sit, sebagai contoh kondrosit dan osteosit. Sel-sel dewasa telah kehilangan kemampuan membelah dan membentuk matriks ekstraseluler. Jenis sel-sel jaringan ikat bervariasi berdasarkan jenis jaringan ikat, antara lain;

- a. Fibroblas, berukuran besar, berbentuk pipih dengan juluran sitoplasma, dapat ditemukan pada beberapa jenis jaringan ikat. Fibroblas bermigrasi melalui jaringan ikat berperan mensekresikan serabut dan substansi tertentu pada matriks ekstraseluler.
- b. Adipose, sering juga disebut sel-sel adipose yang menyimpan trigliserid, terletak pada jaringan bawah kulit dan disekitar organ seperti jantung dan ginjal.
- c. Sel mast, terletak disekitar pembuluh darah, berperan menghasilkan histamine yang dapat menyebabkan pelebaran pembuluh darah sebagai bentuk respon inflamasi.
- d. Sel-sel darah putih, bermigrasi dari darah menuju jaringan ikat, sebagai contoh neutrophil dapat ditemukan pada daerah yang mengalami infeksi dan eosinophil bermigrasi menuju daerah yang mengalami infeksi bakteri dan respon alergi.
- e. Makrofag, berkembang dari monosit, merupakan jenis sel darah putih. Makrofag memiliki bentuk yang tidak beraturan dengan juluran-juluran sitoplasma pendek, dapat mencerna

bakteri dan partikel asing melalui proses fagositosis.

- f. Sel plasma, berukuran kecil, berkembang dari jenis sel darah putih yaitu limfosit B. Sel plasma berperan mensekresikan antibody, komponen penting pada respon imun.

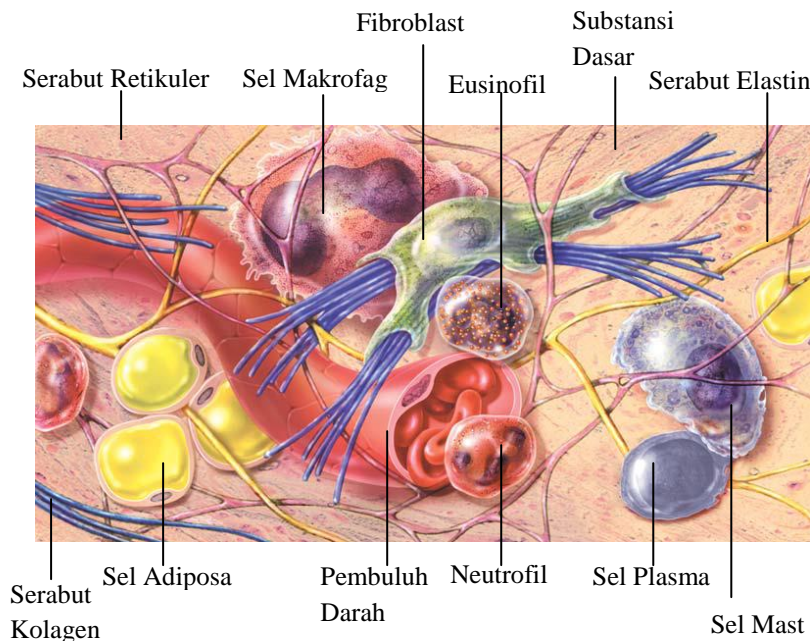
### **Komponen Matriks Jaringan Ikat**

Setiap jaringan ikat memiliki ciri khusus, berdasarkan komponen penyusun matriks ekstraseluler yang mengisi ruang-ruang diantara sel. Matriks ekstraseluler, tersusun atas dua komponen utama, yaitu substansi dasar dan serabut. Substansi dasar dapat bersifat cair, semicair, gelatin, dan mengalami kalsifikasi. Substansi dasar mengandung air dan sejumlah molekul organik, dan berperan mendukung komponen seluler, menghubungkan antara satu sel dengan sel yang lain, penyimpanan air, dan sebagai media pertukaran substansi antara darah dengan sel-sel jaringan ikat.

Tiga jenis serabut pada jaringan ikat, yaitu serabut kolagen berperan memberikan kekuatan, serabut elastin berperan memberikan kekuatan dan elastisitas, dan serabut retikuler berukuran sangat tipis dan bercabang-cabang membentuk struktur menyerupai jaring-jaring. Jumlah dan jenis serabut berperan pada kekuatan, elastisitas, dan struktur dari matriks ekstraseluler.

### **Jaringan Ikat Longgar**

Jaringan ikat longgar (*loose connective tissue*) terdiri dari jaringan ikat areolar, retikular, dan jaringan adipose. Pada jaringan ikat longgar, serabut pada matriks ekstraseluler tersusun renggang, serabut pada jenis jaringan ini berperan memberikan kekuatan, elastisitas, dan dukungan. Substansi dasar bersifat semi cair (*viscous*). Sel-sel pada jaringan ini juga berperan pada mekanisme imunitas tubuh, seperti makrofag, sel mass, dan sel-sel darah putih yang berpindah dari darah menuju matriks jaringan ikat. Struktur salah satu jenis jaringan ikat longgar dapat dilihat pada gambar 4.6.



**Gambar 4.5.** Diagram skematis struktur jaringan ikat, menunjukkan komponen seluler dan komponen matriks ekstraseluler, (Tortora & Derrickson, 2009; h. 124).





**Gambar 4.6.** Jaringan Ikat areolar pada lapisan sub kutaneus, (Tortora & Derrickson, 2009; h. 128)

### Jaringan Ikat Padat

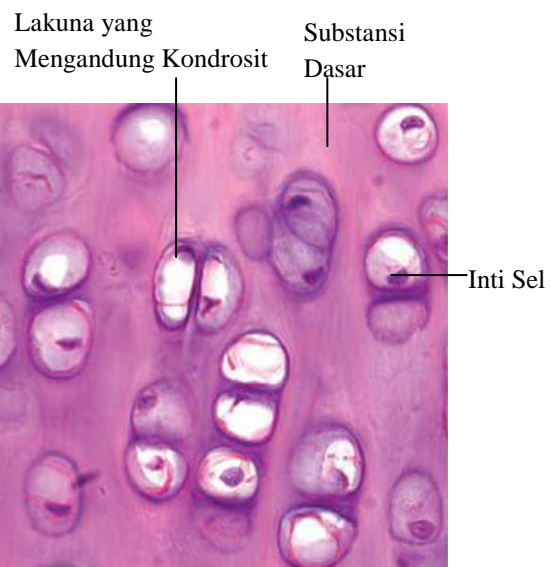
Pada jaringan ikat padat teratur (*dense regular connective tissue*), matriks ekstraselnya mengandung serabut kolagen yang tersusun paralel dengan substansi dasar yang sangat sedikit. Jaringan ikat padat tidak teratur (*dense irregular connective tissue*) memiliki kesamaan dengan jaringan ikat padat teratur, namun serabut kolagen tidak tersusun dalam pola yang teratur. Struktur salah satu jenis jaringan ikat padat teratur, yaitu tendon dapat dilihat pada gambar 4.7.



**Gambar 4.7.** Penampang melintang tendon (Tortora & Derrickson, 2009; h. 129)

### Jaringan Rawan

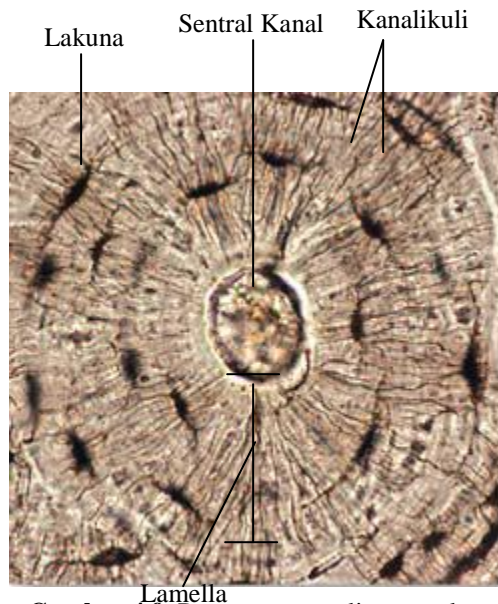
Jaringan rawan tersusun atas jalinan padat serabut kolagen dan elastin yang kaku dan tertanam pada chondroitin sulfat. Sel-sel dewasa pada jaringan rawan disebut kondrosit, terletak sendiri atau berkelompok yang terletak dalam lacuna. Jaringan rawan dibungkus oleh jaringan ikat padat tidak teratur yang disebut perikondrium. Jaringan rawan (*cartilage*) terdiri dari rawan hialin, rawan elastin, dan fibrokartilago. Rawan hialin merupakan jenis rawan yang paling berlimpah pada tubuh, terletak pada daerah persendian dan pada cakram epifisi. Rawan hialin memberikan fleksibilitas, mengurangi friksi, dan menyerap tekanan. Rawan hialin adalah jenis rawan yang paling lemah dari tiga jenis jaringan rawan. Rawan elastin memberikan kekuatan, elastisitas, dan menjaga bentuk struktur tertentu pada tubuh, seperti pada daun telinga. Fibrokartilago adalah jaringan rawan paling kuat, terletak pada diskus intervertebral. Struktur salah satu jenis jaringan rawan, yaitu rawan hialin dapat dilihat pada gambar 4.8.



**Gambar 4.8.** Penampang melintang rawan hialin (Tortora & Derrickson, 2009; h. 131)

### Jaringan Tulang

Tulang merupakan jaringan ikat yang sangat keras, matriks ekstraseluler jaringan tulang tersusun dalam lapisan yang disebut lamella dan tersusun atas serabut kolagen, substansi dasar, dan garam-garam anorganik. Secara struktural, jaringan tulang dikelompokkan atas jaringan tulang padat dan jaringan tulang bunga karang. Unit dasar dari tulang padat disebut osteon atau sistem havers, yang terdiri atas lamella, lakuna, kanalikuli, dan sentral kanal. Tulang bunga karang mengandung sedikit osteon, dan terutama tersusun atas struktur yang disebut trabekula, yang mengandung lamella, osteosit, lacuna, dan kanalikuli. Ruang diantara trabekula berisi sum-sum merah tulang. Struktur jaringan tulang padat dapat dilihat pada gambar 4.9.

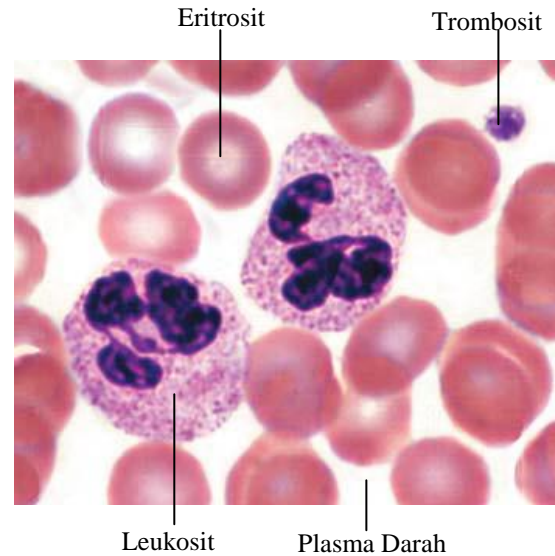


**Gambar 4.9.** Penampang melintang tulang padat (Tortora & Derrickson, 2009; h. 132)

### Jaringan Darah

Darah terdiri dari sel darah merah, sel darah putih, keping-keping darah, dan plasma darah. Komponen plasma darah yaitu air dan sejumlah zat terlarut yang terdiri atas substansi nutrisi seperti glukosa dan asam amino, produk sisa metabolisme,

enzim, protein, hormon, ion, dan gas-gas pernapasan. Struktur jaringan darah dapat dilihat pada gambar 4.10.



**Gambar 4.10.** Apusan darah (Tortora & Derrickson, 2009; h. 133)

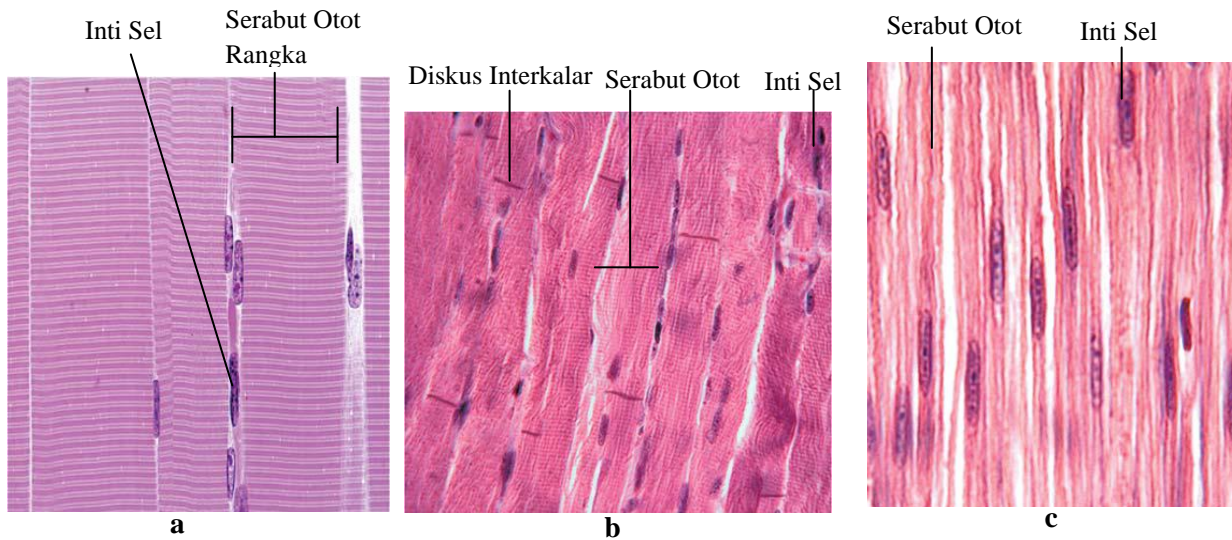
### Jaringan Otot

Jaringan otot bersifat sangat seluler yang sebahagian besar tersusun atas sel-sel otot. Seluruh jaringan otot mengandung pembuluh darah (bersifat vaskuler) dan serabut saraf. Jaringan otot dapat menghasilkan kekuatan fisik yang dibutuhkan untuk pergerakan struktur tubuh tertentu dan menghasilkan panas tubuh. Berdasarkan struktur dan fungsinya, jaringan otot dibedakan atas jaringan otot rangka (*skeletal muscle*), jaringan otot polos (*smooth muscle*), dan jaringan otot jantung (*cardiac muscle*). Sel-sel jaringan otot rangka memiliki banyak inti dan berbentuk silindris. Jaringan otot rangka terutama menyusun otot-otot yang menempel pada tulang.

Sel-sel jaringan otot jantung berukuran lebih kecil dibandingkan sel-sel jaringan otot rangka, memiliki percabangan

dengan satu atau dua inti yang terletak pada bagian tengah sel. Diskus interkalar pada jaringan otot jantung tampak menyerupai pita yang berwarna gelap yang menghubungkan ujung dari satu sel otot dengan ujung dari sel otot yang lain. Jaringan otot jantung merupakan lapisan paling tebal pada dinding jantung (miokardium). Otot rangka dan otot jantung tampak berlurik (memiliki pita yang tampak terang dan gelap). Sel-sel jaringan otot polos berukuran kecil dan meruncing pada kedua ujung selnya, memiliki satu inti dan tidak tampak berlurik (*nonstriated*). Jaringan otot polos dapat ditemukan pada dinding saluran pernapasan, dinding saluran pencernaan, dinding saluran urogenitalia, dan dinding pembuluh darah. Struktur jaringan otot rangka, otot jantung, dan otot polos dapat dilihat pada gambar 11.

dengan menghasilkan impuls saraf yang akan mengaktifasi jaringan otot ataupun sekresi kelenjar. Dua komponen seluler dari jaringan saraf, yaitu sel saraf (neuron) dan sel-sel glia (neuroglia). Neuron berperan menerima dan mengirim informasi dalam bentuk impuls saraf, sedangkan neuroglia berperan mendukung neuron dan membantu menjalankan fungsinya. Neuron memiliki satu atau lebih juluran atau prosesus (pemanjangan seluler) yang menerima dan mengirimkan informasi dalam bentuk impuls saraf. Dendrit adalah juluran pada neuron yang menerima informasi dari reseptor sensoria tau dari neuron yang lain. Akson adalah juluran pada neuron yang mengirimkan informasi menuju neuron yang lain, otot, atau kelenjar. Bagian utama dari neuron adalah badan sel tempat dari inti sel (nukleus) berada.



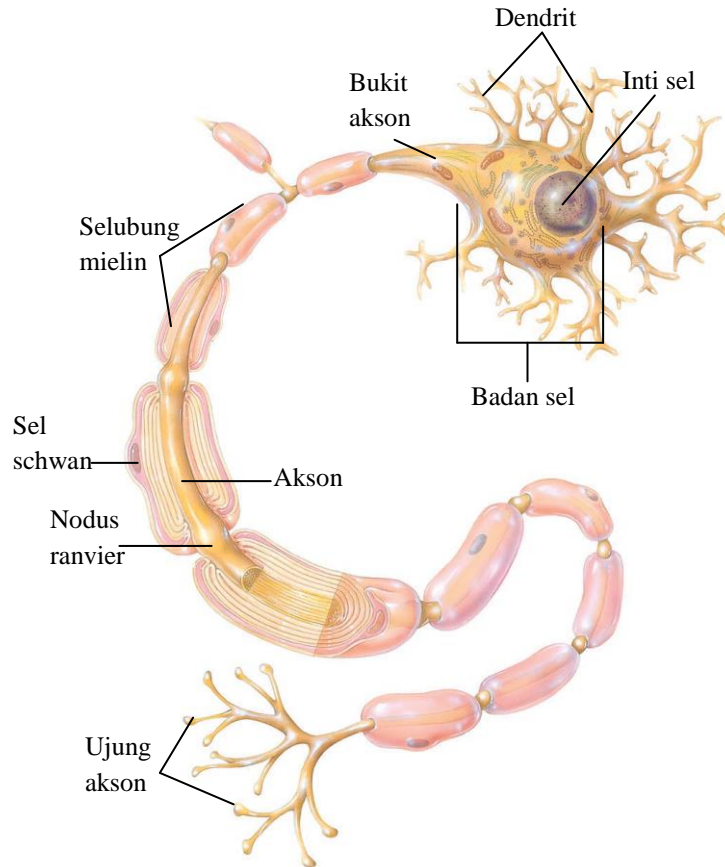
**Gambar 4.11.** (a) penampang membujur jaringan otot rangka, (b) penampang membujur jaringan otot jantung, (c) penampang mlintang jaringan otot polos (Tortora & Derrickson, 2009; h. 137, 138, 139)

### Jaringan Saraf

Jaringan saraf merupakan penyusun utama dari otak, sumsum tulang belakang, dan serabut saraf, bersifat sangat seluler. Jaringan saraf akan memberikan respon

Berdasarkan strukturnya, neuron dibedakan atas neuron unipolar, neuron bipolar, dan neuron multipolar, sedangkan berdasarkan fungsinya, neuron dibedakan atas neuron sensori, neuron motorik, dan

neuron konektor. Struktur neuron dapat dilihat pada gambar 4.12.



**Gambar 4.12.** Diagram skematis struktur neuron multipolar (Tortora & Derrickson, 2009; h. 418)

## Sistem Tubuh Vertebrata

Tubuh hewan vertebrata tersusun atas beberapa sistem organ yang menjalankan fungsi-fungsi tertentu dan saling berhubungan dalam membangun kesatuan kerja, untuk menjaga kelangsungan hidup suatu individu. Gangguan pada suatu sistem akan mempengaruhi kerja sistem tubuh yang lain. Secara umum sistem tubuh vertebrata terdiri atas (i) sistem integumen, (ii) sistem otot, (iii) sistem rangka, (iv) sistem pencernaan, (v) sistem pernapasan, (vi) sistem peredaran darah, (vii) sistem urogenitalia, (viii) sistem endokrin, (ix) sistem saraf, dan (x) sistem imun. Dari sepuluh sistem tersebut, pada bagian ini

hanya akan dibahas secara umum tiga sistem organ, yaitu sistem pencernaan, sistem pernapasan, dan sistem peredaran darah.

### Sistem Pencernaan

Sistem pencernaan berperan penting dalam menghancurkan makanan menjadi ukuran yang sangat sederhana sehingga dapat diserap dan digunakan oleh sel-sel tubuh. Makanan yang kita konsumsi mengandung berbagai jenis nutrient, yang dibutuhkan oleh tubuh untuk membangun jaringan yang baru dan memperbaiki jaringan yang rusak.

Makanan juga merupakan sumber energi bagi aktivitas sel-sel tubuh. Sistem pencernaan makanan dibangun oleh dua kelompok organ, kelompok yang pertama adalah organ-organ yang menyusun saluran gastrointestinal, yang terdiri dari rongga mulut, faring, esofagus, lambung, usus halus, dan usus besar. Kelompok yang kedua adalah organ-organ tambahan yang terdiri dari gigi, lidah, kelenjar saliva, hati, kantung empedu, dan pankreas.

Secara umum, sistem pencernaan menjalankan enam proses utama, yaitu;

- a. Makan, yaitu proses memasukkan makanan ke dalam rongga mulut,
- b. Sekresi, sel-sel sepanjang saluran pencernaan dan kelenjar-kelenjar pencernaan mensekresikan air, cairan asam, cairan basa, dan enzim-enzim pencernaan menuju rongga saluran gastrointestinal,
- c. Pencampuran dan pergerakan, kontraksi dan relaksasi otot polos pada dinding saluran pencernaan, mencampur makanan dengan getah sekresi dan menggerakannya sepanjang saluran gastrointestinal,
- d. Pencernaan, proses mekanik dan kimia yang menghancurkan makanan menjadi molekul-molekul sederhana. Pencernaan mekanik dilakukan oleh gigi pada rongga mulut dan jaringan otot polos pada dinding lambung dan usus halus. Pencernaan kimia mengubah ukuran molekul karbohidrat, lipid, protein, dan asam nukleat, (polimer) menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana (monomer). Enzim-enzim pencernaan yang dihasilkan oleh kelenjar saliva, lambung, pancreas, dan usus halus mengkatalisis reaksi katabolisme molekul-molekul tersebut. Beberapa molekul makanan dapat langsung diserap tanpa melalui proses

pencernaan, antara lain vitamin, ion, kolesterol, dan air.

- e. Absorpsi, molekul-molekul makanan yang telah dicerna akan masuk ke dalam sel-sel epitel yang membatasi rongga saluran gastrointestinal, dan selanjutnya berpindah ke dalam darah dan limfa untuk disirkulasikan ke seluruh sel-sel tubuh.
- f. Defekasi, sisa-sisa makanan yang tidak tercerna dan tidak diserap oleh tubuh akan dibusukkan oleh bakteri membentuk feses yang dikeluarkan dari tubuh melalui anus.

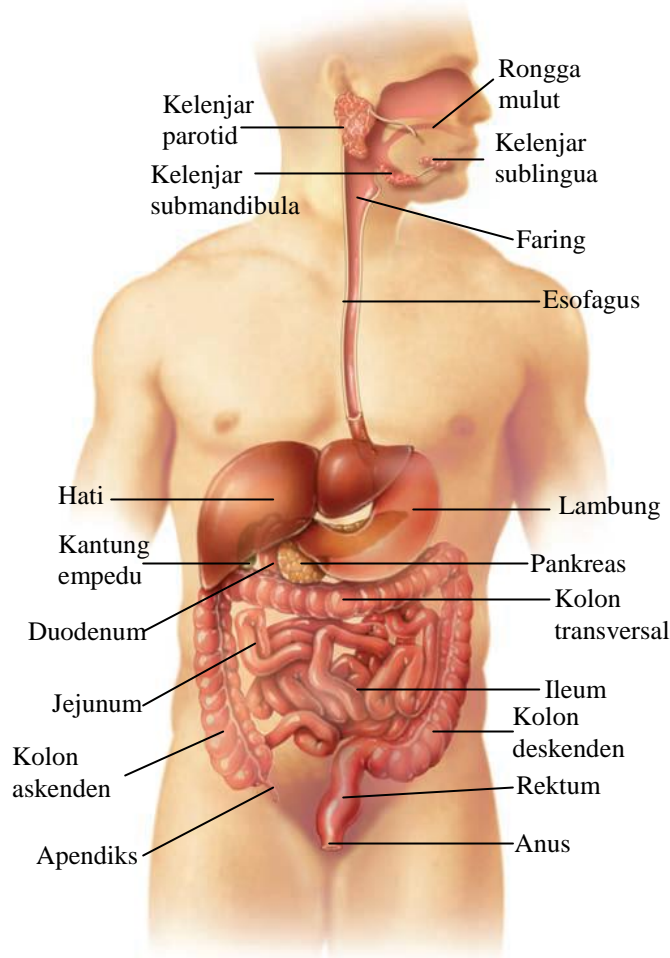
### **Rongga Mulut**

Didalam rongga mulut terdapat kelenjar saliva, gigi, dan lidah yang membantu proses pencernaan makanan secara mekanik dan kimia. Makanan yang memasuki rongga mulut akan meningkatkan sekresi kelenjar saliva. Secara kimiawi cairan saliva mengandung 99,5% air dan 0,5% zat terlarut. Jenis-jenis zat terlarut antara lain ion-ion, gas-gas terlarut, beberapa molekul organik seperti urea dan asam urat, mukus, imunoglobulin, enzim bakteriolitik yaitu lisozim, dan enzim amylase. Cairan saliva berperan membasahi makanan dan mengawali pencernaan kimiawi makanan.

Terdapat tiga pasang kelenjar saliva, yaitu kelenjar sub mandibula, sub lingua, dan kelenjar parotid. Ion klorida pada cairan saliva mengaktifasi enzim amilase untuk memulai pencernaan karbohidrat. Sebagian besar karbohidrat yang kita konsumsi dalam bentuk amilum atau karbohidrat kompleks, sehingga harus dicerna terlebih dahulu menjadi molekul monosakarida, agar dapat diserap oleh tubuh. Mukus yang terkandung pada cairan saliva berperan melumasi makanan agar

mudah ditelan. Selama proses menelan, enzim amilase yang telah bercampur dengan makanan, tetap bekerja mencerna amilum. Setelah makanan sampai dilambung, ezim amylase berhenti bekerja karena pengaruh kondisi asam pada lambung.

laringofaring berperan pada proses pernapasan juga pencernaan. Organ berikutnya yang dilalui oleh makanan adalah esophagus, merupakan saluran pencernaan yang berbentuk tabung, dengan panjang kurang lebih 25 cm, dan pada dindingnya terdapat jaringan otot

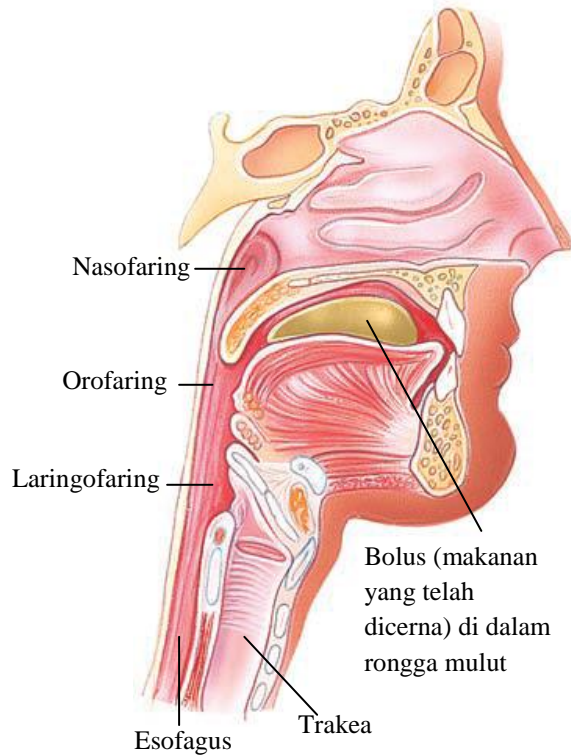


**Gambar 4.13.** Diagram skematis struktur organ-organ penyusun sistem pencernaan (Tortora & Derrickson, 2009; h. 922)

### **Faring dan Esofagus**

Makanan dari rongga mulut akan bergerak menuju faring. Faring tersusun atas jaringan otot rangka dan permukaannya dibatasi oleh membran mukosa, faring terbagi atas tiga bagian, yaitu nasofaring hanya berperan pada proses pernapasan, orofaring dan

polos. Terdapat tiga fase menelan, yaitu (i) tahap volunteer, bolus bergerak dari rongga mulut menuju orofaring, (ii) tahap faringeal, bersifat involunter, bolus bergerak dari faring menuju esofagus, (iii) tahap esophageal, bersifat involunter, bolus bergerak dari esofagus menuju lambung.



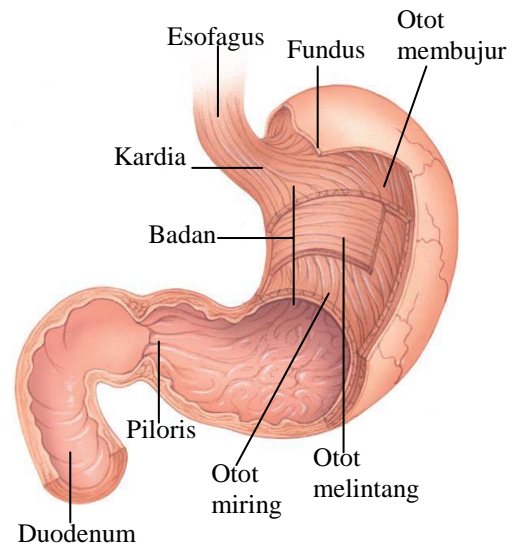
**Gambar 4.14.** Letak bolus sebelum proses menelan (Tortora & Derrickson, 2009; h. 935)

### Lambung

Lambung memiliki empat bagian utama, yaitu kardia, fundus, badan, dan pylorus. Pada bagian kardia, terdapat sebuah lubang yang tersusun dari otot sfingter kardia dengan bentuk melingkar. Peran otot ini seperti klep yang akan membuka bila ada makanan memasuki lambung dan segera menutup setelahnya. Kelenjar-kelenjar pada lapisan mukosa lambung, terdiri atas tiga jenis, yaitu sel-sel mukosa yang mensekresikan mukus, sel-sel chief yang mensekresikan pepsinogen dan lipase lambung, serta sel-sel parietal yang mensekresikan HCl. Di dalam lambung, makanan dicerna secara kimiawi dan mekanik. Secara kimiawi, ditunjukkan dengan adanya getah lambung hasil sekresi kelenjar lambung.

Kelenjar lambung berada pada dinding lambung. Hasil sekresinya dapat

berupa asam klorida (HCL), pepsin, musin dan renin. Asam klorida memiliki derajat keasaman yang tinggi. Ini berguna agar bakteri yang masuk bersama makanan mati. Kemudian, asam klorida juga berperan dalam proses pengaktifan pepsinogen menjadi pepsin. Pepsin berfungsi mengubah protein menjadi peptida/pepton. Musin berfungsi dalam pelincinan makanan. Sementara, renin merupakan protein yang berperan saat penggumpalan susu sehingga bisa dicerna dalam lambung. Struktur lambung dapat dilihat pada gambar 4.15.



**Gambar 4.15.** Diagram skematis struktur lambung (Tortora & Derrickson, 2009; h. 922)

Selain secara kimiawi, makanan juga dicerna secara mekanik oleh dinding lambung. Ini terjadi karena dinding lambung tersusun dari otot-otot yang selalu mengalami fase kontraksi dan istirahat. Otot-otot tersebut meliputi 3 otot yang tersusun secara memanjang pada bagian luar, melingkar pada bagian tengah, dan miring pada bagian dalam. Kontraksi ketiga otot tersebut menimbulkan gerak peristaltik. Akibat gerak ini, makanan teraduk dan tercampur dengan getah

lambung sehingga menjadi bubur yang disebut kim. Selanjutnya, makanan menuju sfingter pilorus. HCL memengaruhi sfingter pilorus membuka dan selanjutnya makanan masuk menuju duodenum, bagian dari usus halus.

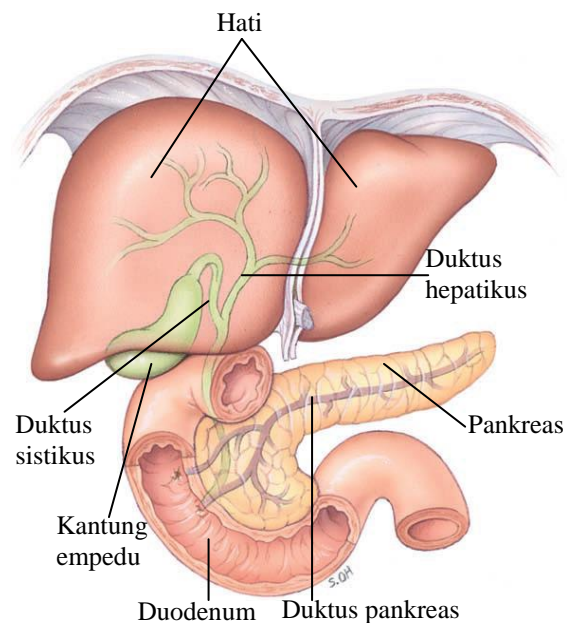
### **Usus Halus, Pankreas, Hati, dan Kantung Empedu**

Usus halus, terbagi menjadi 3 bagian, meliputi usus dua belas jari (*duodenum*), usus kosong (*jejenum*), dan usus penyerapan (*ileum*). Usus dua belas jari adalah bagian usus halus yang bersambung secara langsung dengan lambung. Panjangnya sekitar 25 cm. Pada dindingnya bermuara dua saluran yang berasal dari kantung empedu dan pankreas. Kantung empedu menyimpan cairan empedu, yakni zat hasil ekskresi organ hati, yang mengandung beberapa zat seperti garam mineral, pigmen (bilirubin dan biliverdin), kolesterol, fosfolipid, dan air. Garam mineral akan mempermudah dalam proses pengemulsian lemak.

Pankreas menghasilkan getah pankreas yang mengandung zat-zat semacam enzim amilase, lipase, dan tripsinogen yang belum aktif. Amilase berperan mengubah zat tepung menjadi gula. Lipase berfungsi mengubah lemak menjadi asam lemak. Sedangkan tripsinogen diaktifkan terlebih dahulu oleh enzim enterokinase yang berasal dari sekresi usus halus. Tripsinogen aktif menjadi tripsin dan tripsin segera mengubah protein menjadi peptida dan asam amino. Dari usus dua belas jari, bubur makanan akan menuju ke usus kosong (*jejenum*). Panjangnya sekitar 1,5 m hingga 1,75 m. Pada usus kosong, kim yang belum dicerna dengan sempurna akan dicerna kembali. Berbagai zat yang dicerna yakni karbohidrat, lemak, dan

protein. Hasil pencernaannya ialah sari-sari makanan yang berupa asam amino, glukosa, asam lemak, dan gliserol.

Selanjutnya, sari-sari makanan diserap oleh usus penyerapan (*ileum*). Panjang usus penyerapan sekitar 0,75 hingga 3,5 m. Proses penyerapannya dilakukan oleh jonjot-jonjot usus atau vili yang berada pada dinding usus halus. Adanya vili menjadikan permukaan penyerapan usus halus menjadi luas. Vili tersusun oleh pembuluh darah, pembuluh kil atau lakteal (limfa), dan sel epitelium.



**Gambar 4.16.** Diagram skematis letak hati, pankreas, kantung empedu, dan usus halus (Tortora Derrickson, 2009; h. 957)

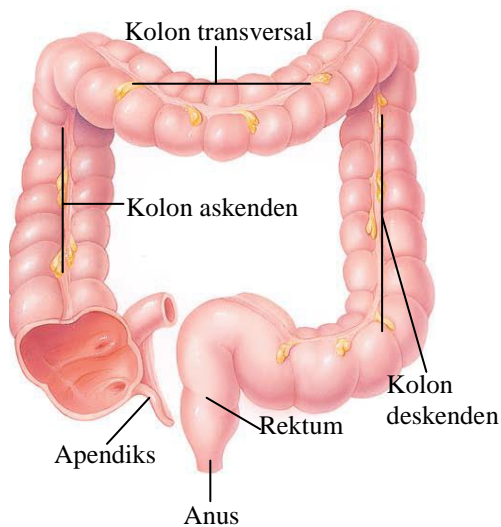
### **Usus Besar**

Sari-sari makanan dan zat yang berguna telah diserap oleh usus halus, sisanya akan diteruskan menuju usus besar. Usus besar (*large intestine*) atau kolon (*kolon*) merupakan persambungan usus halus yang panjangnya sekitar 1 m dan berdiameter 6,5 cm. Fungsi utama usus ini ialah mengontrol kadar air sisa



makanan. Air pada sisa makanan yang berlebihan akan diserap (reabsorpsi), sedangkan bila kurang akan ditambah. Selain itu, pada usus besar juga terjadi proses pembentukan feses yang selanjutnya dibuang melalui anus.

Usus besar terbagi atas beberapa bagian. Ada bagian usus besar yang naik (askenden), ada yang mendatar (transversum), dan ada pula bagiannya yang menurun (deskenden). Pada bagian perbatasan antara usus halus dan usus besar terdapat bagian yang dinamakan sekum atau usus buntu. Rektum merupakan bagian akhir dari usus besar. Proses pengeluaran feses lewat anus disebut proses defekasi. Pada anus terdapat otot sfingter anus yang berupa otot polos dan otot lurik. Masing-masing otot ini berturut-turut berada di dalam dan bagian luar lubang anus. Saat feses menyentuh dinding rektum, otot lurik terangsang melakukan proses defekasi. Struktur usus besar dapat dilihat pada gambar 4.16.



**Gambar 4.17.** Diagram skematis struktur usus besar (Tortora Derrickscon, 2009; h. 960)

## Sistem Pernapasan

Organ-organ yang menyusun sistem pernapasan berperan penting pada proses pergerakan udara dari atmosfer masuk ke paru-paru dan pada proses pertukaran antara oksigen dengan karbondiosida, baik yang berlangsung antara alveolus paru-paru dengan pembuluh darah kapiler alveolus ataupun antara pembuluh darah kapiler dengan sel-sel jaringan tubuh. Tubuh kita secara terus menerus membutuhkan oksigen ( $O_2$ ) untuk reaksi metabolisme yang menghasilkan energi. Pada saat yang sama, reaksi ini melepaskan karbondiosida ( $CO_2$ ). Dikarenakan  $CO_2$  bersifat racun bagi sel-sel jaringan tubuh, maka harus dikeluarkan dari tubuh. Sistem pernapasan dan sistem peredaran darah saling bekerjasama dalam menyuplai  $O_2$  dan mengeluarkan  $CO_2$ . Berikut ini kita akan membahas struktur organ-organ yang menyusun sistem pernapasan dan fungsi yang dijalankan.

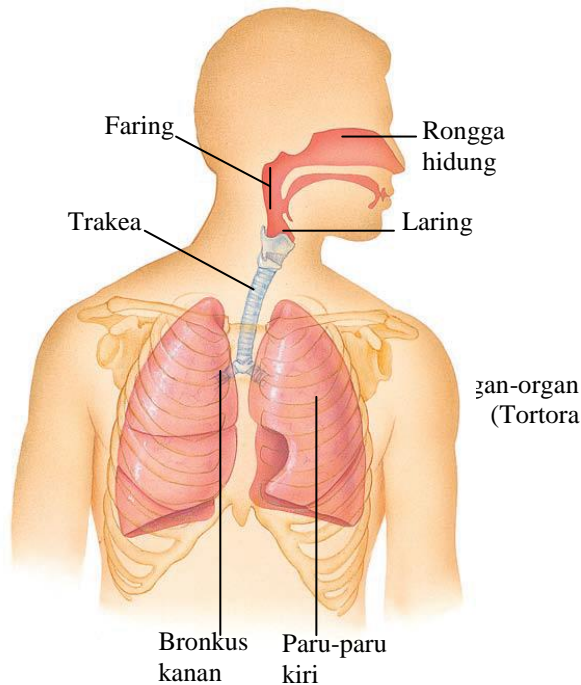
### Rongga Hidung

Hidung merupakan organ yang pertama kali dilalui udara dari luar tubuh. Udara masuk dari lingkungan luar ke organ-organ sistem pernapasan melalui rongga hidung, begitu juga sebaliknya, udara hasil pernapasan keluar dari paru-paru menuju lingkungan juga melewati rongga hidung. Di dalam rongga hidung terdapat rambut-rambut dan sel-sel yang mensekresikan mukus/lendir. Rambut hidung berguna menyaring udara kotor yang masuk melalui hidung. Sementara mukus/ lendir berfungsi menangkap partikel-partikel asing yang ikut bersama udara pernapasan. Selain itu, lapisan mukus berfungsi menghangatkan suhu udara yang masuk ke paru-paru dan mengatur kelembaban udara. Pada atap rongga hidung juga terdapat saraf

olfaktorius yang dapat mendeteksi stimulus berupa bau yang ikut bersama udara pernapasan. Organ-organ penyusun sistem pernapasan dapat dilihat pada gambar 4.17.

### Faring

Setelah melewati hidung, udara masuk menuju faring. Saat udara melewati faring, antara rongga hidung dengan tenggorokan, terdapat katup epiglottis yang berperan menutup laring saat kita sedang menelan makanan. Apabila makanan kita telan dan katup belum menutup, maka makanan masuk ke tenggorokan, akibatnya kita pun tersedak.



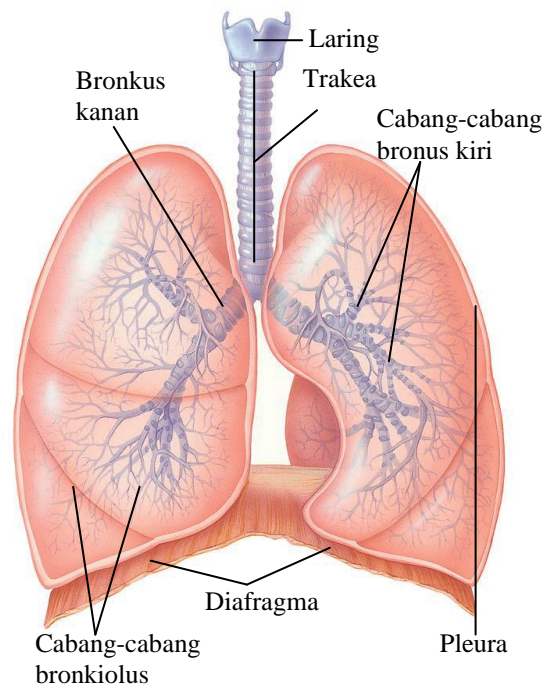
**Gambar 4.18.** Diagram skematis organ-organ penyusun sistem pernapasan (Tortora Derrickson, 2009; h. 876)

### Laring dan Trakea

Dari faring, udara pernapasan akan menuju pangkal tenggorokan atau disebut juga laring. Laring tersusun atas kepingan tulang rawan yang membentuk jakun. Pangkal tenggorokan dapat ditutup oleh

katup pangkal tenggorokan (*epiglottis*). Jika udara menuju tenggoroka, anak tekak melipat ke bawah, dan ketemu dengan katup pangkal tenggorokan sehingga membuka jalan udara ke tenggorokan. Saat menelan makanan, katup tersebut menutupi pangkal tenggorokan dan saat bernapas katup tersebut akan membuka. Pada pangkal tenggorokan terdapat pita suara yang bergetar bila ada udara melaluinya. Misalnya saja saat kita berbicara.

Batang tenggorokan terletak pada daerah leher, tepatnya di bagian depan kerongkongan (esofagus). Batang tenggorokan tersusun atas cincin-cincin tulang rawan berbentuk seperti huruf “C”, dengan panjang sekitar 10 cm. Dinding dalamnya terlapisi oleh selaput lendir dengan sel-selnya yang memiliki silia. Silia berfungsi menolak debu atau benda-benda asing.

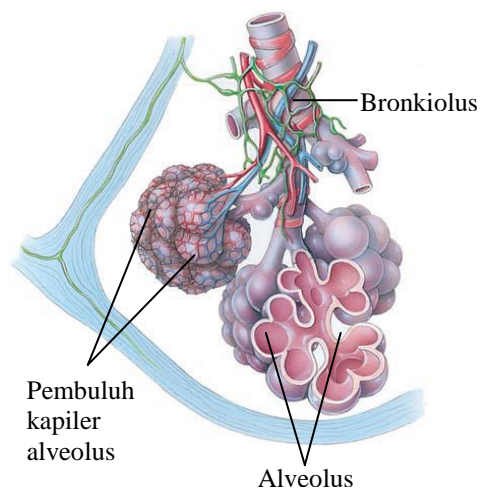


**Gambar 4.19.** Diagram skematis percabangan trakea dan bronkus (Tortora Derrickson, 2009; h. 885)

### **Bronkus, Bronkiolus, dan Alveolus**

Setelah melalui trakea, udara akan terus masuk menuju cabang batang tenggorokan atau dinamakan bronkus. Batang tenggorokan bercabang menjadi dua bronkus, yakni bronkus sebelah kiri dan sebelah kanan. Pada dinding bronkus terdapat jaringan otot polos, tulang rawan, dan dinding bagian dalam dilapisi oleh jaringan epitel. Bronkus akan membentuk percabangan-percabangan yang lebih kecil sampai mencapai bronkiolus, yang diameter lumennya sangat kecil dan dindingnya tidak lagi memiliki jaringan tulang rawan. Bagian akhir bronkiolus berhubungan dengan alveolus paru-paru. Percabangan-percabangan bronkus dapat dilihat pada gambar 19.

Dinding alveolus sangat tipis hanya tersusun atas satu lapis sel-sel epitel pipih dan permukaannya selalu lembab. Pada dinding alveolus berlangsung pertukaran gas oksigen dengan karbon dioksida. Oksigen akan berdifusi dari rongga alveolus menuju pembuluh darah kapiler disekitar alveolus, sebaliknya karbon dioksida akan berdifusi dari pembuluh darah kapiler menuju rongga alveolus untuk dikeluarkan dari tubuh. Struktur alveolus dapat dilihat pada gambar 4.20.



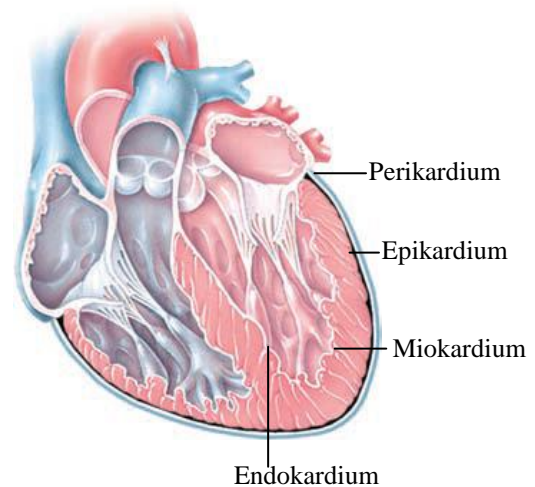
**Gambar 4.20.** Diagram skematis struktur alveolus (Tortora Derrickson, 2009; h. 887)

### **Sistem Peredaran Darah**

Sistem peredaran darah pada manusia terdiri atas dua organ, yaitu jantung dan pembuluh darah.

### **Jantung**

Jantung manusia berada di dalam rongga dada agak sedikit ke sebelah kiri. Rata-rata berat jantung sekitar 300 gram untuk laki-laki dan 250 gram untuk perempuan. Dinding jantung tersusun atas tiga lapisan, yaitu: epikardium, miokardium, dan endokardium. Epikardium merupakan lapisan paling luar, transparan, tersusun atas mesotelium dan jaringan ikat, memberi permukaan halus terhadap dinding luar jantung. Miokardium, tersusun atas jaringan otot jantung, merupakan lapisan paling tebal, menyusun kurang lebih 95% bagian dari dinding jantung, berperan penting untuk aktivitas pemompaan darah. Endokardium, merupakan lapisan paling dalam yang membatasi rongga jantung, tersusun atas lapisan tipis jaringan epitel (endothelium) dan jaringan ikat. Letak masing-masing lapisan dinding jantung dapat dilihat pada gambar 4.21.



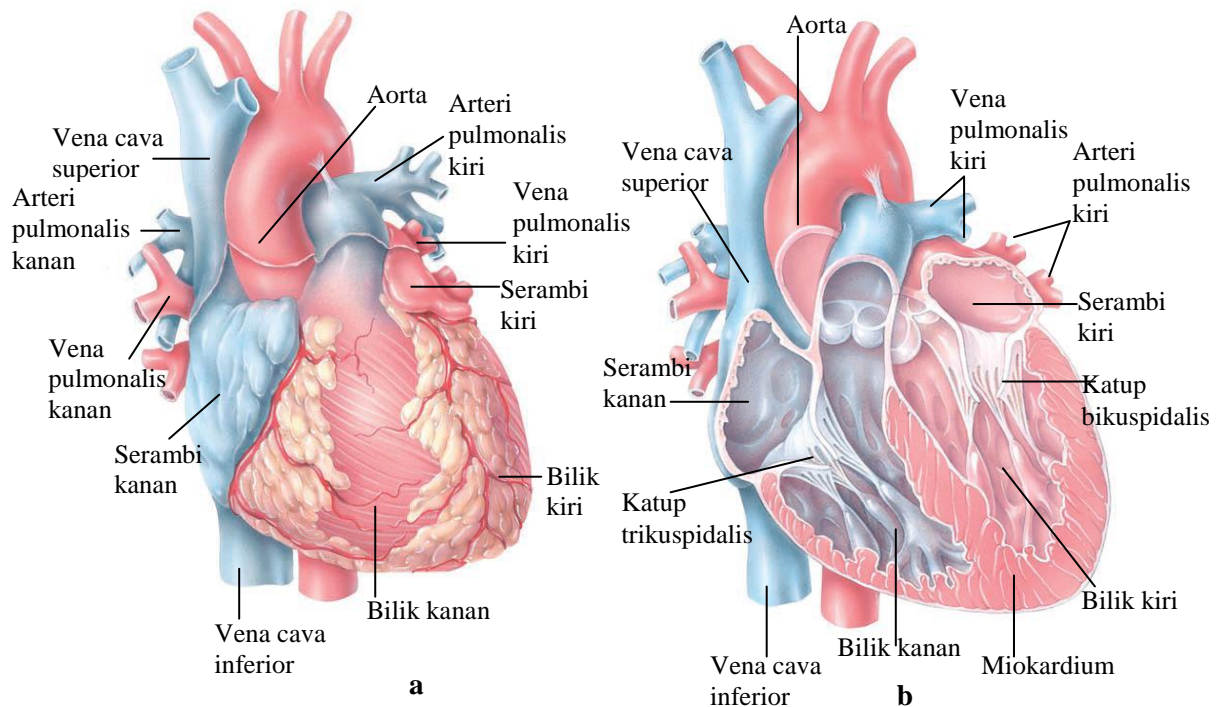
**Gambar 4.21.** Letak epikardium, miokardium, dan endokardium pada jantung (Tortora Derrickson, 2009; h.721)

Jantung manusia terdiri atas 4 ruang, 2 serambi (atrium) yaitu serambi kiri dan kanan dan 2 bilik (ventrikel) yaitu bilik kiri dan bilik kanan. Sekat yang memisahkan jantung menjadi bagian kiri dan kanan disebut *Septum Cordi* dan sekat yang memisahkan atrium dan ventrikel disebut *Septum atrio ventrikular*. Antara serambi kiri dan serambi kanan pada fetus masih terdapat lubang yang disebut *foramen ovale* dan akan tertutup dengan sendirinya kurang lebih 10 hari setelah kelahiran.

balik darah dari bilik menuju serambi. Pada pangkal aorta dan pangkal arteri pulmonalis (pembuluh nadi paru-paru) terdapat katup berbentuk bulan sabit (katup semilunaris) yang mencegah darah tidak kembali ke bilik jantung. Struktur luar dan struktur dalam jantung manusia dapat dilihat pada gambar 22.

### Pembuluh Darah

Pembuluh darah merupakan organ tubuh yang berperan penting untuk mengedarkan darah dari jantung ke seluruh bagian-bagian tubuh dan



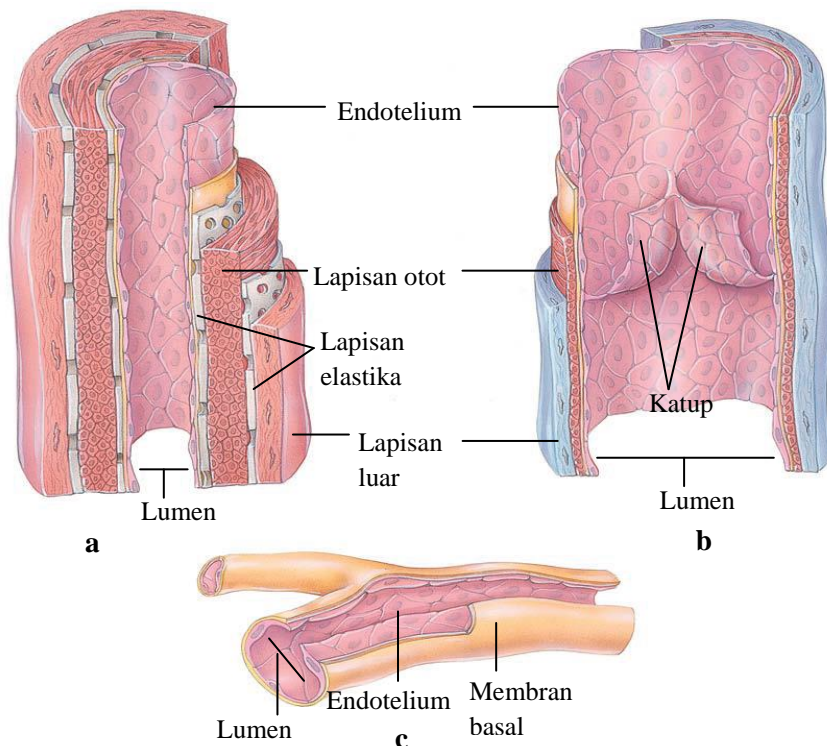
**Gambar 22.** a) struktur luar jantung, b) struktur dalam jantung (Tortora Derrickson, 2009; h.723)

Antara serambi kiri dan bilik kiri dihubungkan oleh katup berkelopak dua (katup bikuspidalis), antara serambi kanan dan bilik kanan dihubungkan oleh katup berkelopak tiga (katup trikuspidalis). Katup katup tersebut diperkuat oleh korda tendinae dan berperan mencegah aliran

Membawa darah dari sel-sel jaringan tubuh kembali ke jantung. Terdapat lima jenis pembuluh darah, yaitu arteri, arteriola, kapiler, venula, dan vena. Arteri berperan membawa darah dari jantung ke seluruh sel-sel jaringan tubuh. Pembuluh arteri

memiliki diameter yang berbeda-beda, pembuluh arteri dengan diameter yang paling besar yaitu aorta, berawal dari bilik kiri jantung. Aorta akan membentuk percabangan-percabangan dengan diameter yang lebih kecil untuk menyuplai darah ke organ-organ tubuh, sebagai contoh pembuluh arteri renalis membawa darah menuju ginjal dan arteri carotid membawa darah menuju ke daerah kepala. Arteri selanjutnya akan bercabang menjadi ukuran yang lebih kecil yang disebut arteriola. Pembuluh arteriola menuju ke jaringan-jaringan tubuh dan membentuk percabangan-percabangan yang sangat kecil yang disebut pembuluh kapiler. Dinding pembuluh kapiler yang sangat tipis, hanya tersusun atas satu lapis jaringan epitel memungkinkan pertukaran substansi antara darah dengan sel-sel jaringan tubuh.

Kelompok pembuluh kapiler pada suatu jaringan akan menyatu membentuk pembuluh venula. Beberapa venula akan membentuk pembuluh vena, dan beberapa pembuluh vena akan bermuara pada pembuluh vena yang sangat besar, yang disebut vena cava. Dinding arteri yang bersifat elastis (kenyal) dan mampu berkontraksi ini terdiri atas tiga macam jaringan, yaitu jaringan ikat di lapisan paling luar, jaringan otot yang tebal, dan jaringan endotel yang melapisi permukaan dalam arteri. Penimbunan senyawa-senyawa lemak pada dinding arteri menyebabkan penyempitan pembuluh dan hilangnya elastisitas dinding arteri. Seperti halnya arteri, dinding vena juga tersusun dari tiga macam jaringan, tetapi jaringan otot sangat tipis sehingga secara keseluruhan dinding vena lebih tipis dan kurang kenyal dibandingkan dengan dinding arteri.



**Gambar 4.22.** a) struktur arteri, b) struktur vena, c) struktur kapiler (Tortora Derrickson, 2009; h.762)

Pengaruh kontraksi jantung terhadap aliran darah vena sangat kecil sehingga aliran di dalam vena sebagian besar disebabkan oleh kontraksi otot-otot di sekitarnya yang dibantu oleh katup-katup pencegah arus balik di sepanjang pembuluh. Struktur pembuluh arteri, vena, dan kapiler dapat dilihat pada gambar 23.

### Mekanisme Peredaran Darah

Peredaran darah pada manusia merupakan peredaran darah tertutup karena darah mengalir dalam pembuluh darah. Darah mengalir melewati jantung dua kali sehingga disebut pembuluh darah ganda, yang terdiri atas peredaran darah besar atau peredaran darah sistemik dan sistem peredaran darah kecil atau peredaran darah paru. Pada peredaran darah kecil, darah mengalir dari jantung melalui ventrikel kanan ke paru-paru dan kembali menuju jantung melalui atrium kiri. Sebaliknya pada sistem peredaran darah besar, darah mengalir dari jantung melalui ventrikel kiri menuju ke seluruh tubuh kecuali paru-paru, kemudian darah kembali menuju ke jantung melalui atrium kanan. Kemampuan jantung untuk berdenyut dipicu oleh suatu jaringan tertentu pada jantung itu sendiri yang disebut *nodus sinoatrial* (nodus S-A) pada dinding atas serambi kanan. Impuls yang ditimbulkan nodus S-A disebarkan ke seluruh otot serambi sehingga otot-otot serambi berkontraksi yang menyebabkan darah dari serambi masuk ke bilik.

Sementara itu, impuls dari nodus S-A merambat mencapai *nodus atrioventrikular* (nodus A-V) yang terletak di bagian bawah sekat serambi kemudian diteruskan melalui *berkas His* yang bercabang dua, satu cabang menuju otot bilik kiri dan cabang yang lain menuju otot bilik kanan, tiap-tiap

cabang tersebut membentuk ranting-ranting ke seluruh otot bilik. Impuls tersebut menyebabkan otot-otot bilik berkontraksi, peristiwa ini disebut *sistol* sehingga tekanan di dalam bilik meningkat dan darah mendesak katup trikuspidalis dan katup bikuspidalis menutup, sedangkan desakan dari bilik kiri ke aorta dan bilik kanan ke arteri pulmonalis menyebabkan katup-katup semilunar terbuka. Ketika darah keluar dari bilik kiri melewati katup semilunar, di dalam aorta masih terdapat sebagian darah yang belum dialirkan sehingga tekanan darah di dalam aorta meningkat dan tekanan ini dinamakan *tekanan sistol* yang dalam keadaan normal besarnya kurang lebih 120 mm Hg. Setelah pengosongan bilik, otot-otot bilik mengalami relaksasi atau biasa pula disebut *diastol*, tekanan di dalam bilik saat itu lebih rendah daripada tekanan di dalam aorta sehingga darah dari aorta mendesak kembali ke jantung yang mengakibatkan katup semilunar menutup. Sementara itu, darah di dalam aorta sebagian dialirkan ke berbagai arteri, maka tekanannya menurun sampai 80 mmHg pada keadaan normal dan disebut sebagai *tekanan diastol*. Selama jantung mengalami diastol, darah dari vena pulmonalis masuk ke dalam serambi kiri dan darah dari vena kava memasuki serambi kanan selanjutnya otot-otot serambi akan berkontraksi lagi setelah memperoleh impuls dari nodus S-A.

### Rangkuman

Berdasarkan struktur dan fungsinya, terdapat empat jaringan dasar pada hewan vertebrata, yaitu jaringan epitel (epithelial tissue), jaringan ikat (connective tissue), jaringan otot (muscle tissue), dan jaringan saraf (nervous tissue). Organ-organ tubuh dibentuk dari dua atau

lebih jaringan yang berbeda yang bekerja bersama dalam menjalankan fungsi tertentu. Jaringan epitel terdiri atas epitel penutup dan epitel kelenjar. Jaringan epitel diklasifikasikan berdasarkan bentuk sel pada permukaan apikal dan jumlah lapisan sel-sel epitel. Jaringan ikat berperan melindungi dan menyokong tubuh dan organ-organ tubuh. Beberapa jenis jaringan ikat diantaranya, jaringan ikat areolar, jaringan adipose, jaringan ikat reticular, jaringan ikat padat teratur, jaringan ikat padat tidak teratur, jaringan ikat elastin, kartilago hialin, fibrokartilago, kartilago elastin, jaringan tulang, darah, dan limfa. Secara khusus, jaringan tubuh hewan terorganisasi membentuk organ. Sebuah organ merupakan suatu unit struktural dengan dua atau lebih jaringan yang saling

terorganisasi untuk menjalankan fungsi tertentu. Sebagai contoh, jantung dan pembuluh darah merupakan organ yang menyusun system peredaran darah. Pada system pencernaan terdapat organ-organ diantaranya, rongga mulut, faring, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, dan anus. Sistem pernapasan dibangun oleh organ-organ diantaranya rongga hidung, faring, laring, tenggorokan, bronkus, bronkus, dan alveolus paru-paru. Secara umum tubuh vertebrata terdiri atas 10 sistem organ, diantaranya (i) sistem integumen, (ii) sistem otot, (iii) sistem rangka, (iv) sistem pencernaan, (v) sistem pernapasan, (vi) sistem peredaran darah, (vii) sistem urogenitalia, (viii) sistem endokrin, (ix) sistem saraf, dan (x) sistem imun.

## Soal-Soal Latihan

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini.

1. Jelaskan tiga perbedaan struktural antara jaringan epitel dengan jaringan jaringan ikat!
2. Gambarkan struktur sel saraf dilengkapi dengan keterangan bagian-bagiannya!
3. Tuliskan tiga perbedaan antara jaringan otot rangka, otot polos, dan otot jantung!
4. Tuliskan tiga perbedaan antara pembuluh darah arteri, vena, dan kapiler!
5. Jelaskan tiga ciri struktural dan fungsi organ yang menyusun sistem pencernaan pada manusia!
6. Jelaskan tiga ciri struktural dan fungsi organ yang menyusun sistem pernapasan pada manusia!

