

10.2

KONSEP SISTEM PEREDARAN

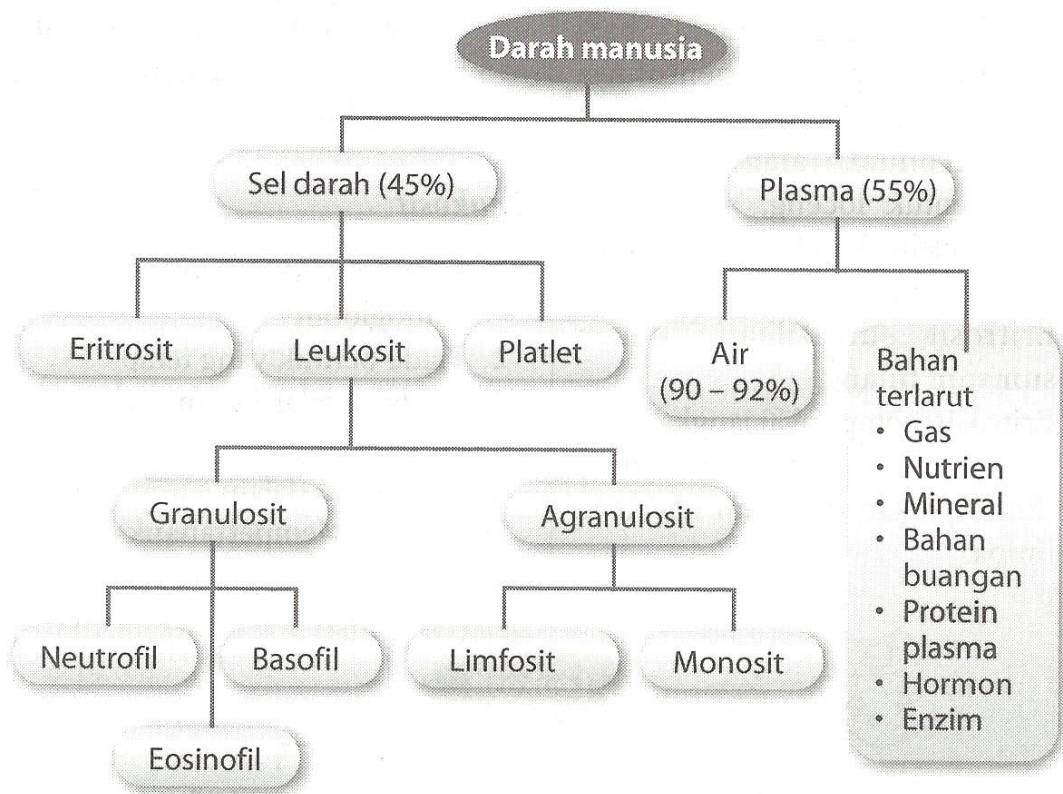
Sistem peredaran di dalam organisma multisel terdiri daripada **tiga** komponen utama:

- (a) **Medium pengangkutan** (darah, hemolimfa)
- (b) **Salur darah** (arteri, vena dan kapilari)
- (c) **Pam** (jantung)

Komposisi Darah Manusia

- 1 Darah adalah sejenis **tisu penghubung**. Mengandungi 45% **komponen sel** dan 55% bendalir yang dipanggil **plasma**.
- 2 Sel darah adalah:
 - (a) **eritrosit** (sel darah merah)
 - (b) **leukosit** (sel darah putih)
 - (c) **platlet** (cebisan sel besar di dalam sumsum tulang)

- 3 Plasma adalah bendalir kuning pucat yang mengandungi bahan terlarut dan gas.
- 4 Rajah 10.3 menunjukkan komposisi darah manusia.



Rajah 10.3 Komposisi darah manusia

Eritrosit

1 Ciri-ciri pengubahsuaian bagi pengangkutan oksigen:

- (a) **Bentuk cakera dwicembung** untuk menambahkan luas permukaan bagi resapan gas

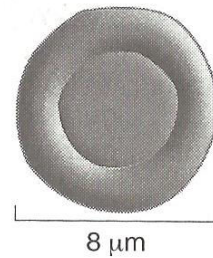
Saiz kecil → Nisbah TSA/V tinggi
↓
Kadar resapan oksigen merentasi membran eritrosit adalah tinggi

menampung lebih banyak hemoglobin untuk mengangkut oksigen.

- (c) Eritrosit mempunyai **membran yang kenyal** bagi membolehkan bentuknya berubah, sama ada menjadi berpintal atau menjadi bentuk loceng, agar dapat melalui kapilari darah yang sempit.

2 Eritrosit dihasilkan dalam **sumsum tulang**.

3 Eritrosit mempunyai jangka hayat 120 hari dan kemudian dimusnahkan di dalam hati atau limpa.



Rajah 10.4 Eritrosit

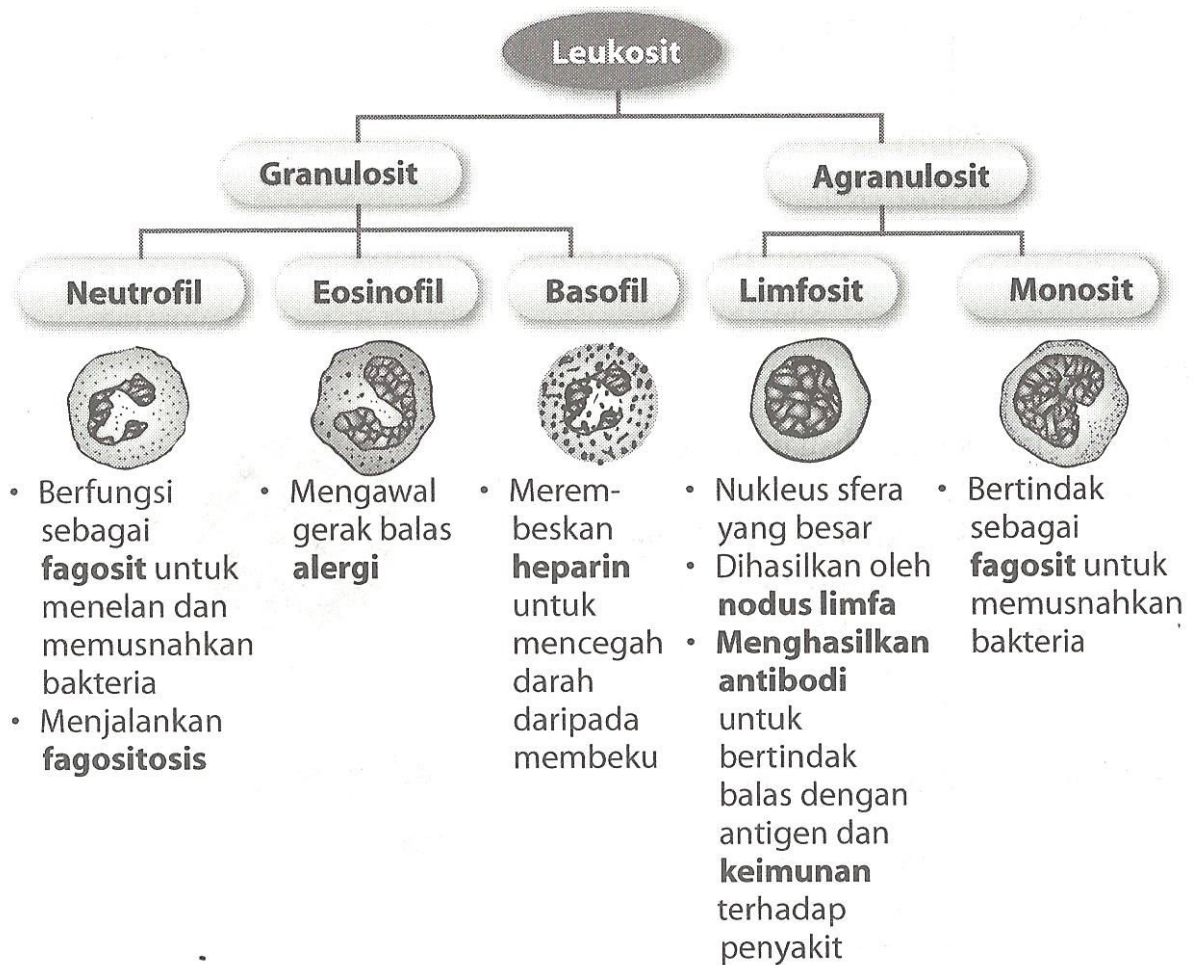
- (b) Pada manusia, eritrosit **tidak mempunyai nukleus** bagi

4 Fungsi:

- (a) **Mengangkut oksigen** dalam bentuk **oksihemoglobin**
(b) **Mengangkut jumlah karbon dioksida yang kecil** dalam bentuk **karbaminohemoglobin**

Leukosit

- 1 Mempunyai nukleus tetapi tiada hemoglobin
- 2 Tiada bentuk yang tetap
- 3 Jumlah adalah kurang berbanding eritrosit
- 4 Dihasilkan dalam sumsum tulang
- 5 Fungsi: Mempertahankan badan daripada penyakit



Rajah 10.5 Jenis leukosit dan fungsinya

6 Terdapat dua jenis leukosit (Raja 10.5):

- (a) **granulosit** (mempunyai granul dalam sitoplasma dan nukleus yang berlobus)
- (b) **agranulosit** (tiada granul di dalam sitoplasma)

Platlet

- 1 Platlet adalah cebisan sel besar di dalam **sumsum tulang**.
- 2 Platlet penting dalam proses **pembekuan darah**.

Plasma

- 1 Bendalir kuning pucat yang diperbuat daripada 90–92% air dan kira-kira 8% bahan terlarut seperti:
 - (a) Nutrien (glukosa, asid amino, asid lemak, gliserol dan vitamin)
 - (b) Bahan buangan (urea, asid urik, kreatinin)
 - (c) Gas terlarut (oksigen, karbon dioksida)

- (d) Ion mineral (ion kalsium, ion natrium, ion klorin, ion bikarbonat)
 - (e) Protein plasma seperti fibrinogen, globulin dan albumin
 - (f) Hormon dan enzim
- 2 Plasma tanpa fibrinogen dipanggil serum.

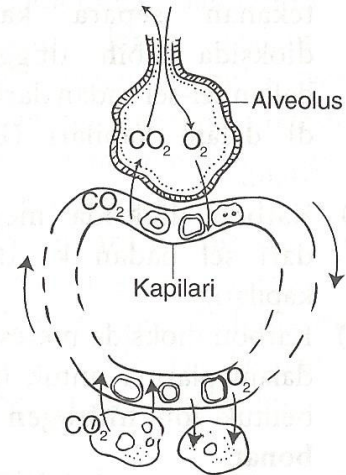
Fungsi Darah dalam Pengangkutan

1 Pengangkutan oksigen

- (a) Darah mengangkut oksigen dalam bentuk **oksihemoglobin**.

(b) Di dalam **alveolus**, tekanan separa oksigen adalah lebih tinggi daripada tekanan separa oksigen di dalam kapilari persekitaran.

(c) Oksigen meresap dari alveolus ke dalam kapilari (Rajah 10.6).



Rajah 10.6 Pengangkutan oksigen dari alveolus ke sel badan dan pengangkutan karbon dioksida dari sel badan ke alveolus

- (d) Di dalam kapilari, oksigen meresap ke dalam eritrosit dan bergabung dengan hemoglobin untuk membentuk oksihemoglobin.
- (e) Oksigen diangkut ke **sel badan** yang kekurangan oksigen dalam bentuk oksihemoglobin.
- (f) Oksihemoglobin terurai untuk membebaskan oksigen yang kemudian meresap ke dalam sel badan dan digunakan untuk respirasi sel.

2 Pengangkutan karbon dioksida

- (a) Karbon dioksida diangkut oleh darah dalam bentuk **ion hidrogen karbonat** di dalam **plasma** dan **karbamino-hemoglobin** di dalam **eritrosit**.
- (b) Respirasi sel menghasilkan karbon dioksida. Maka tekanan separa karbon dioksida lebih tinggi di dalam sel-sel badan daripada di dalam kapilari (Rajah 10.6).
- (c) Karbon dioksida meresap dari sel badan ke dalam kapilari.
- (d) Karbon dioksida meresap di dalam plasma untuk membentuk ion **hidrogen karbonat**.
- (e) Sesetengah karbon dioksida bergabung dengan hemoglobin di dalam eritrosit untuk membentuk **karbaminohemoglobin**.
- (f) Karbon dioksida diangkut dalam bentuk ion hidrogen karbonat di dalam plasma dan karbaminohemoglobin di dalam eritrosit ke paru.
- (g) Di paru, karbon dioksida dibebaskan. Tekanan separa karbon dioksida yang lebih tinggi di dalam kapilari di sekeliling alveolus menyebabkan karbon dioksida meresap dari kapilari ke alveolus. Karbon dioksida

kemudian disingkirkan semasa hembusan nafas.

3 Pengangkutan bahan makanan tercerna, vitamin dan mineral

- (a) **Bahan makanan tercerna** seperti gula ringkas, asid amino, asid lemak, gliserol, vitamin dan mineral diangkut oleh **plasma**.
- (b) Makanan tercerna yang boleh larut seperti **gula ringkas** dan **asid amino, vitamin larut air (vitamin B dan C)** dan **garam mineral** diserap ke dalam **kapilari vilus** di dalam usus kecil (ileum). Bahan ini kemudian diangkut keluar dari ileum ke **hati** oleh **vena portal hepar** dan kemudian ke jantung yang mengepam bahan terlarut ke seluruh bahagian badan.
- (c) **Asid lemak, gliserol, vitamin A, D, E dan K** diserap ke dalam **lakteal vilus** di dalam ileum. Bahan ini diangkut keluar dari ileum di dalam **sistem limfa** oleh duktus limfa (duktus toraks). Bahan di dalam sistem limfa ini kemudian **dikembalikan** ke sistem peredaran melalui **vena subklavikel kiri**.

4 Pengangkutan bahan kumuh

Bahan kumuh bernitrogen seperti **urea** (hasil **pendeaminan** asid amino yang berlebihan dalam **hati**), asid urik, kreatinin dan ion

ammonia diangkut oleh plasma darah ke **ginjal** untuk dikumuhkan.

5 Pengangkutan hormon

- (a) Hormon dirembeskan oleh kelenjar endokrin secara langsung ke dalam aliran darah dan diangkut oleh plasma darah ke organ sasaran.
- (b) Contohnya **insulin** dan **glukagon** yang dihasilkan oleh pankreas dan diangkut di dalam plasma darah ke **hati** di mana kedua-duanya bertindak.

6 Pengangkutan haba

- (a) Haba dihasilkan daripada **aktiviti metabolisme** seperti respirasi sel terutamanya di otot rangka dan hati.
- (b) Haba disebarkan dengan seragam ke seluruh badan oleh peredaran darah.
- (c) Haba yang berlebihan diangkut oleh darah ke kulit dan peparu untuk disingkirkan
- (d) Dengan cara ini, suhu badan dikawal atur pada 37 °C.

7 Pengangkutan air

- (a) Air bertindak sebagai **pelarut** dan **medium** bagi **tindak balas biokimia** di dalam sel.
- (b) Darah mengangkut air, yang membentuk 70% daripada protoplasma sel, ke seluruh bahagian badan untuk **mengawal atur keseimbangan air dan tekanan osmosis** di dalam badan.

Fungsi Hemolimfa dalam Pengangkutan

- 1 **Medium pengangkutan** bagi invertebrata seperti serangga adalah hemolimfa.
- 2 **Hemolimfa** adalah darah dalam serangga yang bercampur dengan bendalir tisu sekitar sel badan.
- 3 Hemolimfa tidak tertutup dalam salur darah. Dalam sistem peredaran terbuka serangga, jantung mengepam darah keluar ke dalam ruang berisi bendalir di sekeliling sel.
- 4 **Pertukaran nutrien** berlaku secara resapan antara hemolimfa dengan sel. **Bahan buangan** meresap keluar daripada sel ke hemolimfa di sekeliling.

Salur Darah

- 1 Terdapat **tiga** jenis salur darah (Rajah 10.7):

(a) Arteri

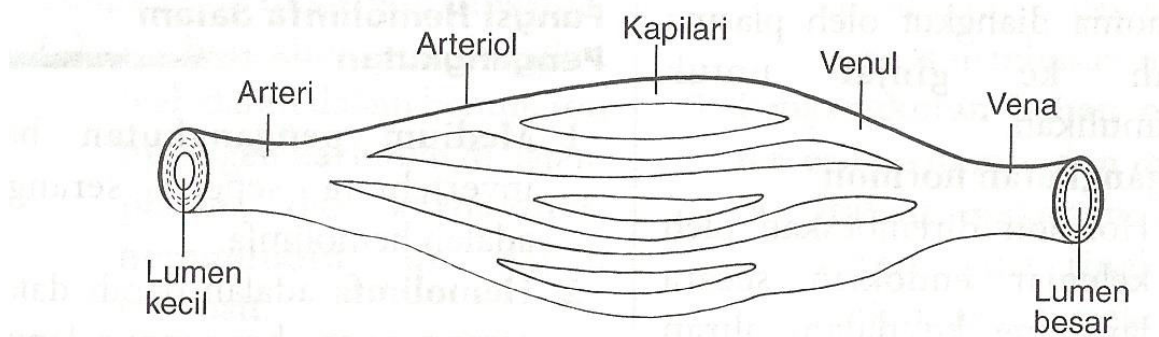
- (i) Mengangkut darah **keluar dari jantung**
- (ii) Bercabang untuk membentuk arteriol

(b) Vena

- (i) Mengangkut **darah kembali ke jantung**
- (ii) Bercabang untuk membentuk venul

(c) Kapilari

- (i) Salur darah yang halus antara arteriol dengan venul
- (ii) Tempat pertukaran gas, nutrien dan bahan buangan



Rajah 10.7 Jenis salur darah

2 Jadual 10.1 menunjukkan perbandingan antara tiga jenis salur darah.

Jadual 10.1 Ciri-ciri salur darah

Arteri	Kapilari	Vena
Mengangkut darah keluar dari jantung	Menghubungkan arteriol kepada venul	Mengangkut darah ke jantung
Mengangkut darah beroksigen kecuali arteri pulmonari	Tempat pertukaran bahan dengan sel	Mengangkut darah terdeoksigen kecuali vena pulmonari
Mempunyai dinding berotot yang tebal	Mempunyai dinding yang sangat nipis, setebal satu sel	Mempunyai dinding nipis, kurang berotot
Tiada injap kecuali di arteri pulmonari dan aorta	Tiada injap	Mempunyai injap untuk menghalang aliran balik darah kecuali vena pulmonari
Aliran darah laju dengan tekanan tinggi	Aliran darah dan tekanan berkurang dari hujung arteriol	Aliran darah perlahan dengan tekanan rendah
Terletak jauh dari permukaan badan	Terletak di sekeliling sel	Terletak berdekatan dengan permukaan badan (kulit)

Jantung Manusia

Struktur jantung manusia

1 Jantung manusia mempunyai empat ruang:

(a) dua **atrium** yang berdinding nipis di atas

(b) dua **ventrikel** yang berdinding tebal di bawah

2 **Septum** memisahkan ruang kanan dengan kiri.

3 **Injap** mencegah pengaliran balik darah dan memastikan darah mengalir hanya pada satu arah.

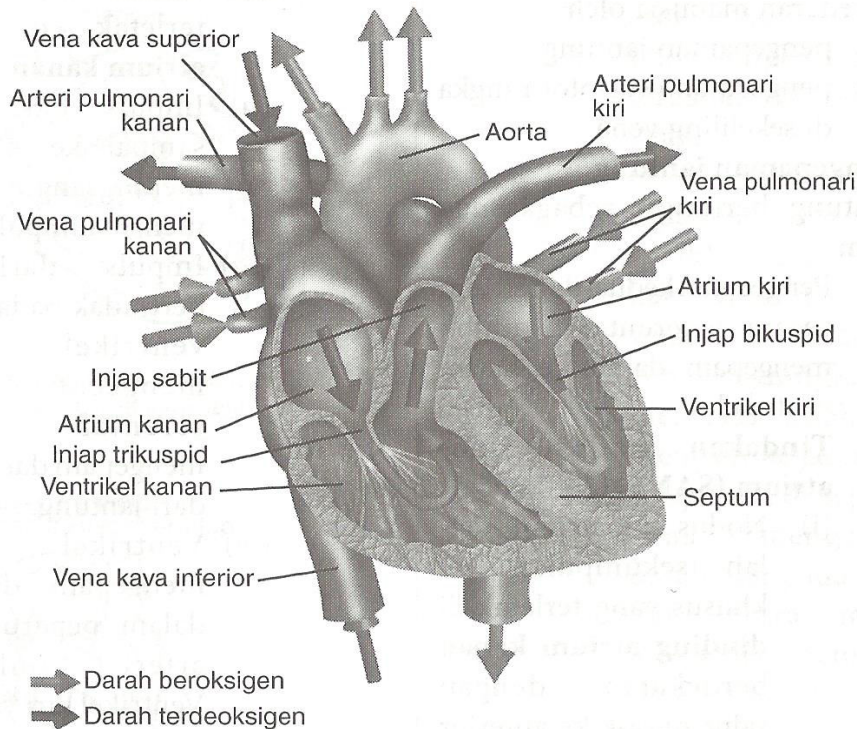
(a) Di dasar aorta dan arteri pulmonari adalah **injap sabit**.

(b) Di antara atrium kanan dan ventrikel kanan adalah **injap trikuspid**.

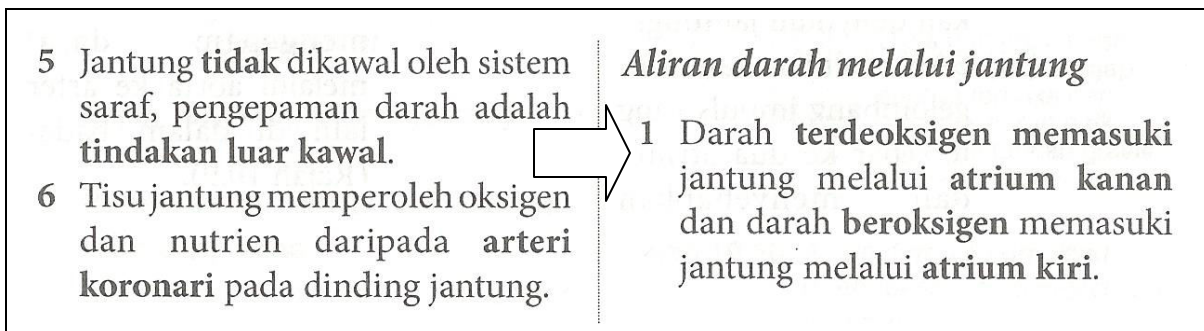
(c) Di antara atrium kiri dan ventrikel kiri adalah **injap**

bikuspid (Rajah 10.86).

4 Dinding jantung dibuat daripada **otot jantung miogenik**, yang **mengecut dan mengendur secara automatik** sepanjang hayat kita bagi menghasilkan tekanan untuk **pengepaman darah** ke salur darah.



Rajah 10.8 Jantung manusia



2 Darah mengalir masing-masing ke ventrikel kanan melalui injap trikuspid dan ventrikel kiri melalui injap bikuspid.

3 Darah terdeoksigen dipam keluar dari jantung dari ventrikel kanan. Darah beroksigen dipam keluar dari ventrikel kiri.

Peredaran darah pada manusia

1 Darah digerakkan melalui sistem peredaran manusia oleh:

- (a) pengepaman jantung
- (b) pengecutan otot-otot rangka di sekeliling vena

2 Pengepaman jantung

Jantung berfungsi sebagai dua pam:

- (a) Pengecutan kedua-dua atrium secara serentak untuk mengepam darah ke dalam ventrikel

Tindakan nodus sinoatrium (SAN)

- (i) Nodus sino atrium adalah sekumpulan sel khusus yang terletak di dinding atrium kanan berdekatan dengan salur masuk ke anterior vena kava.

- (ii) SAN bertindak sebagai perentak yang memulakan denyutan jantung.

- (iii) SAN menjanakan satu gelombang impuls yang tersebar ke dua atrium dan menyebabkan atrium mengecut secara serentak.

- (iv) Darah dipaksa keluar dari atrium ke ventrikel.

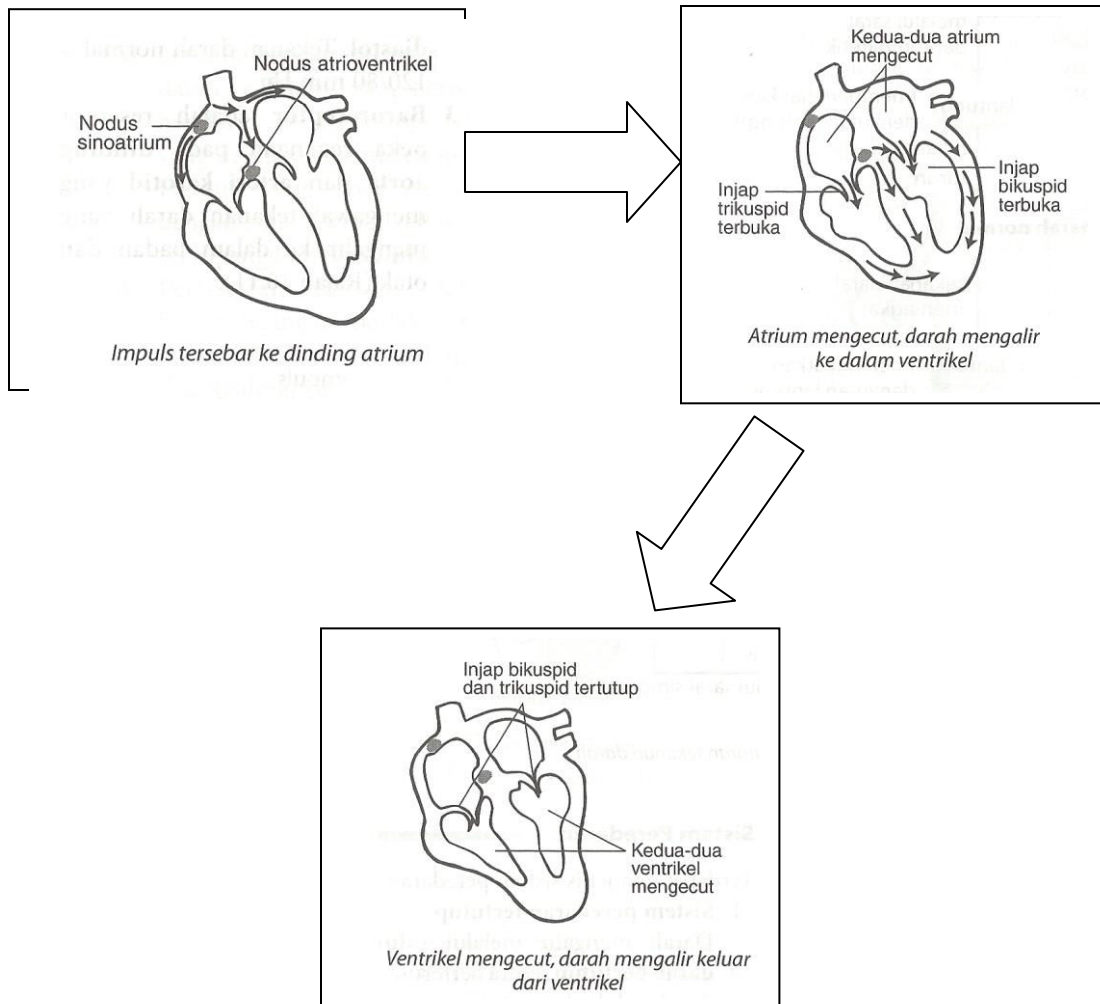
- (b) Pengecutan kedua-dua ventrikel secara serentak untuk mengepam darah keluar dari jantung Tindakan nodus atrioventrikel (AVN)

- (i) Nodus atrioventrikel terletak di bawah atrium kanan.

- (ii) Impuls dari atrium sampai ke AVN dan merangsangnya untuk menjanakan impuls.

- (iii) Impuls dari AVN bertindak pada dinding ventrikel, yang mengecut secara serentak untuk mengepam darah keluar dari jantung.

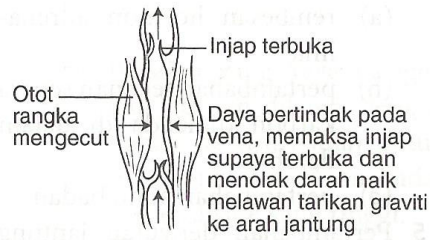
(iv) Ventrikel kanan mengepam darah ke dalam paru melalui arteri pulmonari. Ventrikel kiri yang lebih tebal dan berotot daripada ventrikel kanan, menjana tekanan yang lebih kuat untuk mengepam darah melalui aorta ke arteri lain di dalam badan (Rajah 10.9).



Rajah 10.9 Pengepaman jantung

3 Pengecutan otot rangka di sekeliling vena

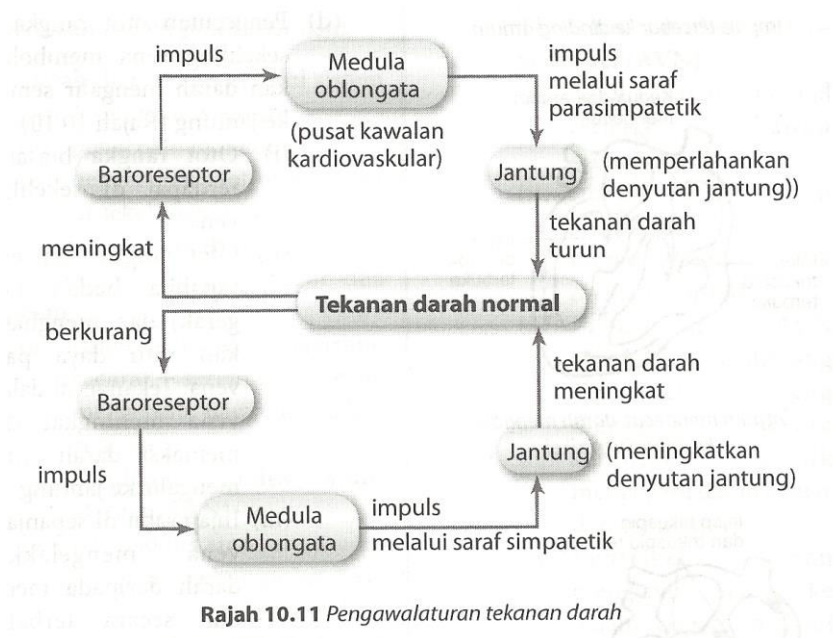
- Semasa darah mengalir melalui arteri, arteriol dan kapilari, tekanan berkurang.
- Di vena, tekanan tidak mencukupi untuk mengepam darah kembali ke jantung.
- Darah di dalam vena juga mengalir melawan tarikan graviti.
- Pengecutan otot rangka di sekeliling vena membolehkan darah mengalir semula ke jantung (Rajah 10.10).
 - Otot rangka biasanya terdapat di sekeliling vena.
 - Otot rangka mengecut (apabila badan bergerak) dan menghasilkan satu daya pada vena. Tekanan di dalam vena meningkat dan memaksa darah untuk mengalir ke jantung.
 - Injap sabit di sepanjang vena mengelakkan darah daripada mengalir secara terbalik. Maka injap memastikan darah mengalir dalam satu arah.



Rajah 10.10 Aliran darah dalam vena disebabkan oleh pengecutan otot rangka

Mekanisme pengawalaturan tekanan darah

- 1 Tekanan darah adalah daya yang dikenakan pada dinding arteri.
- 2 Tekanan darah adalah paling tinggi semasa sistol ventrikel dan paling rendah semasa diastol. Tekanan darah normal = 120/80 mm Hg.
- 3 Baroreseptor adalah reseptor peka regangan pada dinding aorta dan arteri karotid yang mengawal tekanan darah yang mengalir ke dalam badan dan otak (Rajah 10.11).



Rajah 10.11 Pengawalaturan tekanan darah

4 Denyutan jantung boleh bertambah disebabkan oleh:

- (a) rembesan hormon adrenalina
- (b) pertambahan tekanan separa karbon dioksida di dalam darah
- (c) pertambahan suhu badan

5 Pertambahan denyutan jantung menambahkan tekanan darah.

Sistem Peredaran

Terdapat dua jenis sistem peredaran:

1 Sistem peredaran tertutup

- Darah mengalir melalui salur darah bertutup secara berterusan di seluruh badan.

2 Sistem peredaran terbuka

(a) Darah tidak mengalir di dalam salur darah, contohnya dalam serangga.

(b) Jantung bertiub mengepam darah ke dalam ruang berisi bendalir di sekeliling sel yang dipanggil hemoselom.

(c) Darah yang bercampur dengan bendalir di sekeliling sel dipanggil hemolimfa.

(d) Pertukaran nutrien dan bahan buangan berlaku di antara sel dengan hemolimfa di sekelilingnya.

(e) Apabila jantung mengendur, hemolimfa ditolak kembali ke jantung melalui lubang-lubang kecil di jantung.

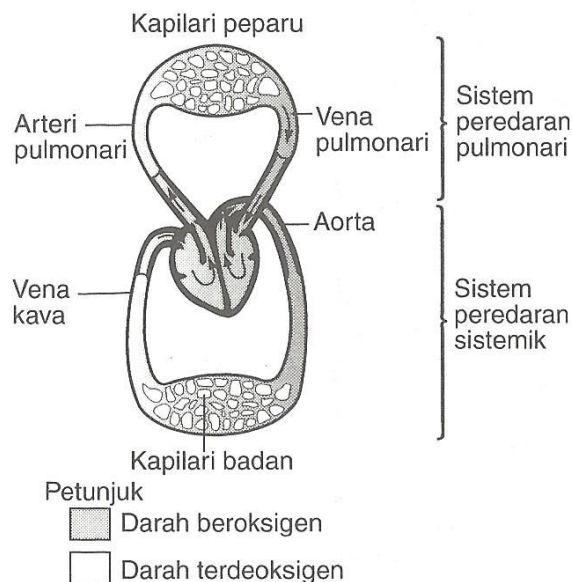
Sistem peredaran pada manusia (SPM 2004 K2 BGN A SOALAN 3)

1 Manusia mempunyai sistem peredaran ganda dua tertutup dan lengkap yang terdiri daripada:

(a) sistem peredaran pulmonari

(b) sistem peredaran sistemik

2 Darah mengalir melalui jantung sebanyak dua kali dalam satu kitar lengkap (Rajah 10.12).



Darah terdeoksigen mengalir dari **jantung** (ventrikel kanan) ke **peparu**, menjadi darah beroksigen dan mengalir ke dalam jantung (atrium kanan).

- Menukar darah terdeoksigen kepada darah beroksigen

Darah mengalir dari **jantung** (ventrikel kiri) ke **semua bahagian badan** dan kembali ke jantung (atrium kanan).

- Membekal oksigen dan nutrien kepada sel badan

Rajah 10.12 Sistem peredaran pada manusia

3 Jantung manusia mempunyai empat ruang, dua atrium dan dua ventrikel

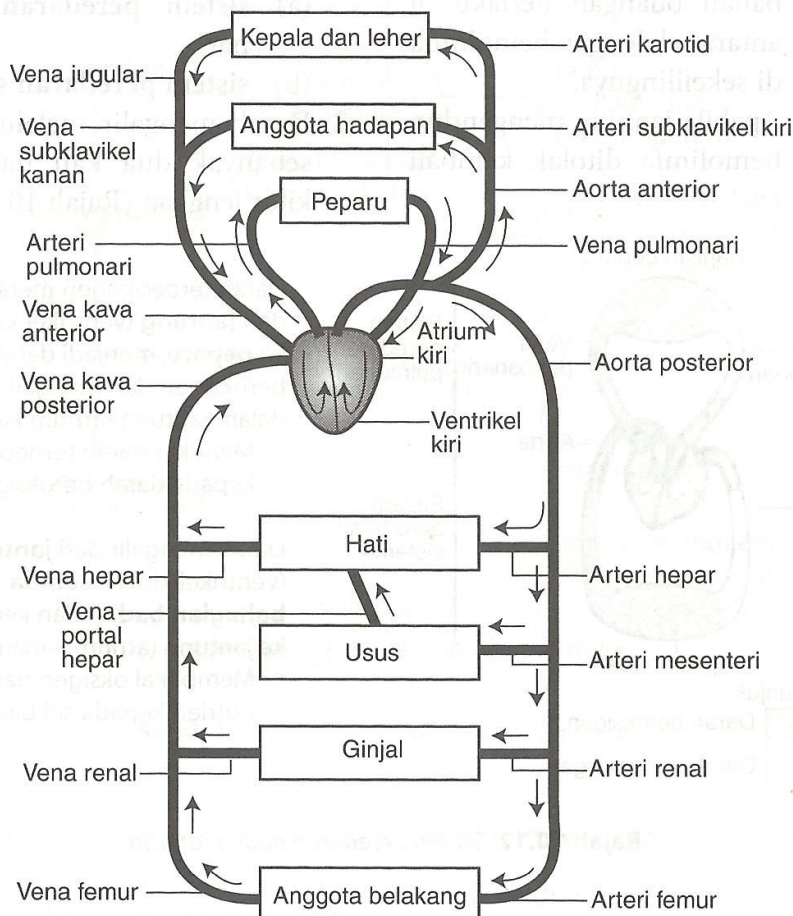
(a) Septum di antara bahagian kanan dan kiri jantung menghalang percampuran darah beroksigen dan darah terdeoksigen.

b) Bekalan yang kaya oksigen dan nutrien dibawa dengan pantas ke tisu badan untuk memenuhi keperluan kadar metabolisme yang tinggi.

(c) Ventrikel kiri mempunyai dinding berotot yang tebal bagi menyediakan tekanan yang lebih tinggi untuk mengepam darah ke seluruh bahagian badan.

(d) Ventrikel kanan mempunyai dinding yang lebih nipis dan kurang berotot bagi menyediakan tekanan yang mencukupi untuk mengepam darah ke paru yang berdekatan.

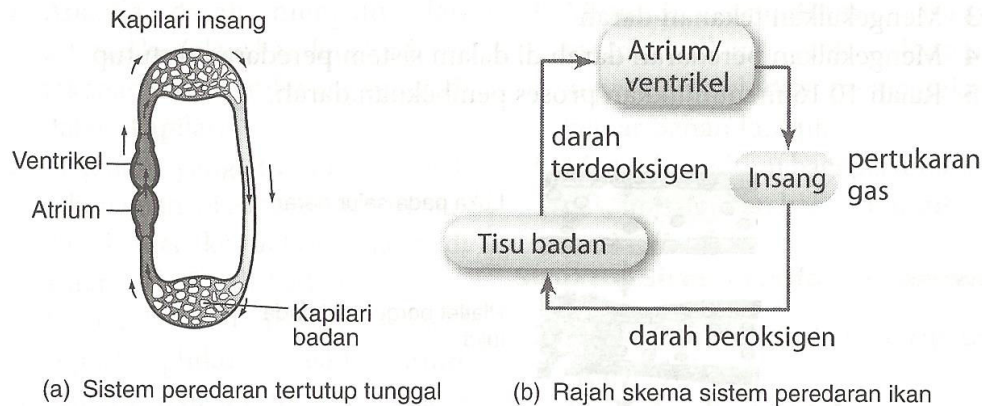
4 Rajah 10.13 menunjukkan gambaran sistem peredaran manusia.



Rajah 10.13 Gambaran sistem peredaran manusia

Sistem peredaran ikan

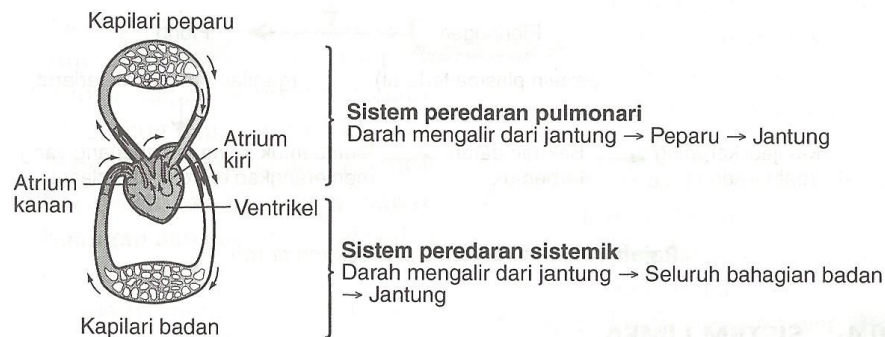
- 1 Ikan mempunyai sistem peredaran tertutup tunggal.
- 2 Darah mengalir melalui jantung sekali dalam satu kitar yang lengkap.
- 3 Jantung mempunyai dua ruang, satu atrium dan satu ventrikel.
- 4 Rajah 10.14 menunjukkan aliran darah dalam sistem peredaran ikan.



Rajah 10.14 Aliran darah dalam sistem peredaran ikan

Sistem peredaran pada amfibia

- 1 Amfibia seperti katak mempunyai sistem peredaran ganda dua tertutup yang tidak lengkap (Rajah 10.15).



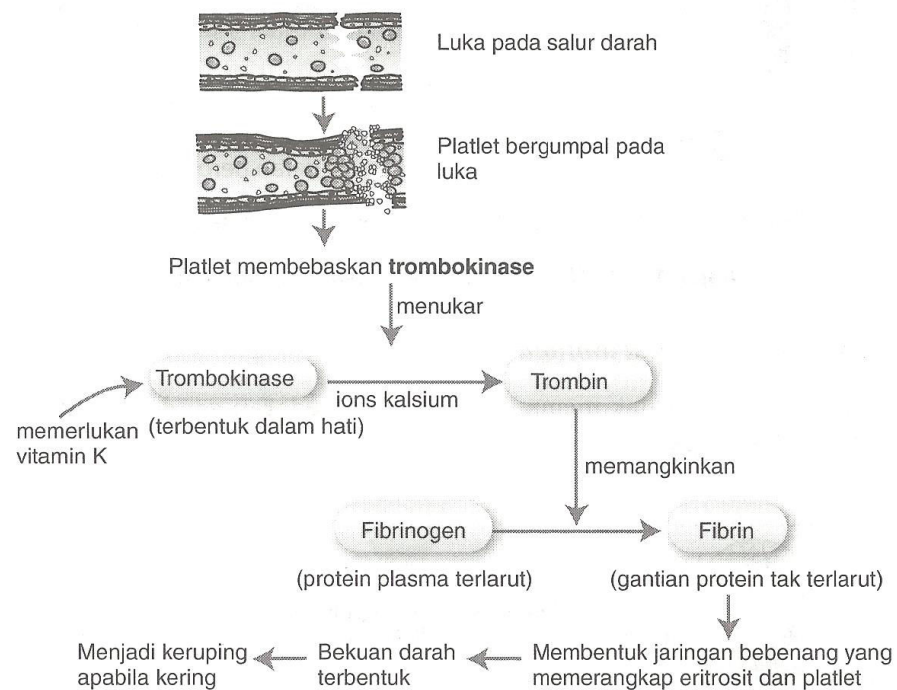
Rajah 10.15 Sistem peredaran ganda dua tertutup dan tidak lengkap pada amfibia

- 2 Jantung mempunyai tiga ruang, dua atrium dan satu ventrikel.
- 3 Darah beroksigen bercampur dengan darah terdeoksigen di dalam ventrikel.
- 4 Darah mengandungi kurang oksigen dan tidak mencukupi untuk memenuhi keperluan sel amfibia. Maka, amfibia adalah tidak aktif.

MEKANISME PEMBEKUAN DARAH

Keperluan Pembekuan Darah pada Salur Darah yang Rosak

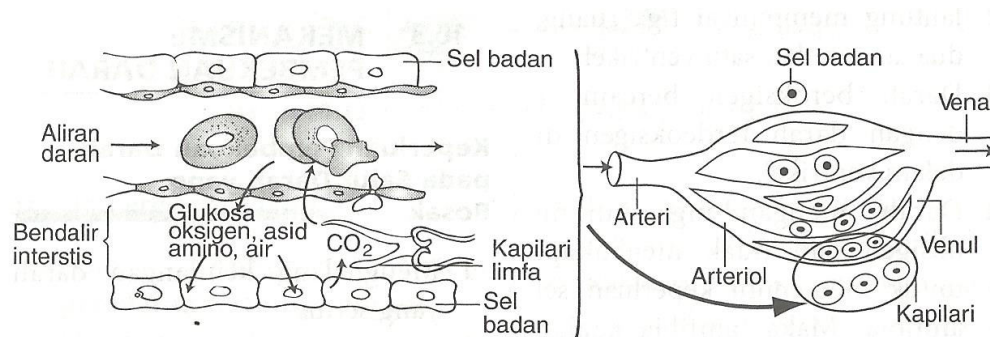
1. Menghalang kehilangan darah yang serius
- 2 Menghalang kemasukan mikroorganisma dan partikel asing
- 3 Mengekalkan tekanan darah
- 4 Mengekalkan peredaran darah di dalam sistem peredaran tertutup
- 5 Rajah 10.16 menunjukkan proses pembekuan darah.



Rajah 10.16 Mekanisme pembekuan darah

SISTEM LIMFA

Pembentukan Bendalir Interstis



Rajah 10.17

- 1 Apabila darah mengalir dari arteriol ke dalam kapilari, terdapat tekanan hidrostatik yang tinggi di dalam kapilari.
- 2 Tekanan yang tinggi menolak sebahagian plasma untuk mengalir keluar ke dalam ruang di antara sel (Rajah 10.17).
- 3 Molekul kecil bahan terlarut seperti glukosa, asid amino, mineral dan air meresap keluar dari kapilari ke dalam ruang di antara sel.
- 4 Bendalir yang mengisi ruang di antara sel disebut bendalir interstis atau bendalir tisu.
- 5 Molekul yang lebih besar seperti eritrosit, platlet dan protein plasma tidak dapat melepasi dinding kapilari. Leukosit seperti fagosit dapat menyelit melalui liang-liang pada dinding kapilari.
- 6 Bendalir interstis adalah medium bagi pertukaran nutrien, bahan buangan dan gas antara sel badan dengan kapilari.
- 7 Bendalir interstis dikembalikan ke sistem peredaran melalui dua cara:
 - (a) 90% daripadanya meresap kembali ke dalam kapilari darah
 - (b) 10% meresap ke dalam kapilari limfa dalam sistem limfa. Bendalir interstis kemudian dipanggil limfa.

Kepentingan Bendalir Interstis

- 1 Membentuk persekitaran dalaman badan.
- 2 Menjadi medium yang membekalkan sel dengan keperluan sel dan mengangkut keluar bahan kumuh.
- 3 Menjadi medium bagi pertukaran gas, nutrien dan bahan kumuh.

Struktur Sistem Limfa

1. Sistem limfa terdiri daripada (Rajah 10.18):
 - (a) salur limfa (duktus toraks, duktus limfa kanan)
 - (b) nodus limfa (di leher, ketiak dan kelangkang)
 - (i) menghasilkan limfosit yang memberikan keimunan
 - (ii) mengandungi fagosit yang menapis keluar bakteria dan partikel asing lain secara fagositosis
 - (e) kapilari limfa dengan hujung buntu

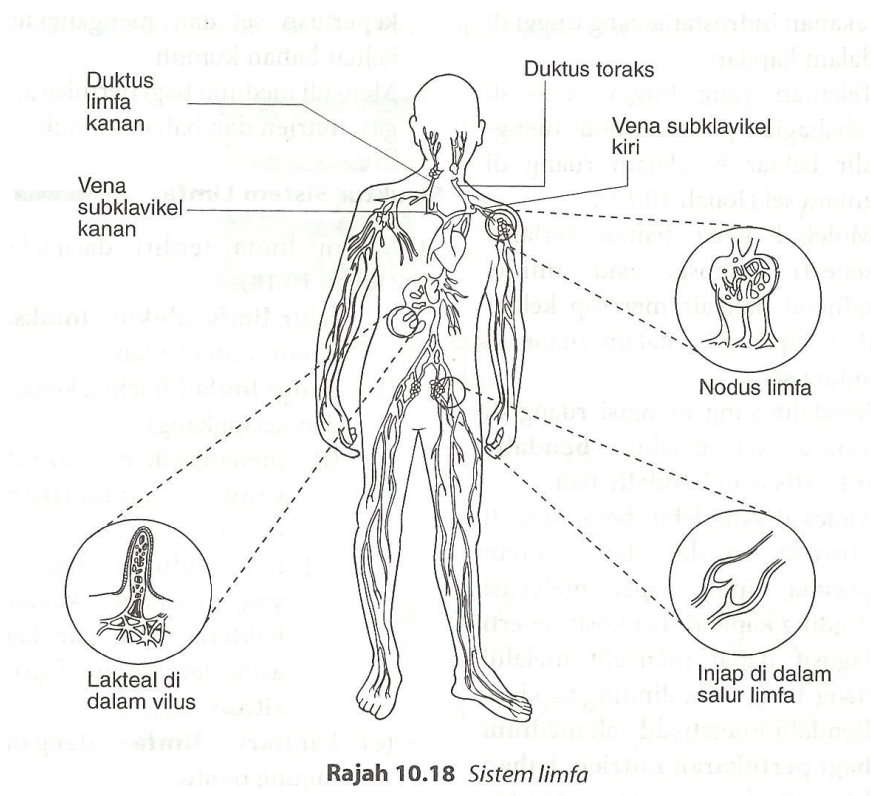
(d) organ lain seperti kelenjar timus, limpa

2 Salur limfa mempunyai injap untuk mencegah pengaliran balik limfa dan untuk memastikan limfa mengalir dalam satu arah sahaja.

3 Aliran limfa di dalam salur limfa dibantu oleh pengecutan otot rangka di sekelilingnya.

4 Duktus toraks mengumpul limfa daripada bahagian kiri badan, usus kecil dan keseluruhan bahagian bawah badan. Limfa dibawa oleh duktus toraks ke vena subklavikel kiri untuk memasuki sistem peredaran.

5 Duktus limfa kanan mengangkut limfa dari bahagian kanan kepala, tangan dan toraks ke vena subklavikel kanan.



Peranan Sistem Limfa dalam Pengangkutan

1 Mengumpulkan bendalir interstis dan mengembalikannya ke sistem peredaran melalui vena subklavikel

2 Mengangkut lipid, gliserol dan vitamin A, D, E dan K dari lakteal (kapilari limfa) vilus ke dalam duktus toraks dan kemudian kembali ke sistem peredaran melalui vena subklavikel kiri

3 Mengangkut nutrien dan bahan buangan dalam bendalir interstis kembali ke sistem peredaran

Kegagalan Bendalir Interstis Kembali ke Sistem Peredaran

1 Kadang kala bendalir interstis gagal kembali ke sistem peredaran disebabkan halangan dalam aliran limfa kerana jangkitan pada nodus limfa atau sekatan di dalam salur limfa.

2 Ini menyebabkan bendalir interstis terkumpul dalam ruang di antara sel dan menyebabkan pembengkakan di bahagian terse but. Keadaan ini dipanggil edema. Perkara ini biasa berlaku kepada orang tua, wan ita hamil dan orang yang berdiri terlalu lama.

3 Untut disebabkan oleh cacing bulat yang menyekat aliran limfa di dalam salur limfa.

Masalah Berkaitan Pembekuan Darah

1 Hemofilia

- (a) Disebabkan oleh kekurangan faktor pembekuan darah (Faktor VIII)
- (b) Darah tidak boleh membeku dengan sempurna dan menyebabkan pendarahan yang berterusan
- (c) Boleh dirawat dengan menyuntik Faktor VIII
- (d) Merupakan penyakit keturunan

2 Trombosis

- (a) Trombosis adalah sekatan arteri yang disebabkan oleh pembentukan darah beku pada dinding dalam arteri.
- (b) Darah beku ini dipanggil trombus.
- (c) Apabila trombus terurai, darah beku yang bergerak di dalam salur darah dipanggil embolus.
- (d) Apabila embolus terperangkap di dalam salur darah yang lebih kecil dan menyebabkan penyumbatan, keadaan ini dipanggil embolisme.
- (e) Trombosis koronari berlaku apabila darah membeku di dalam arteri koronari, lalu menyebabkan serangan jantung.
- (f) Sekatan darah ke otak menyebabkan strok.

PERANAN SISTEM PENGANGKUTAN DALAM PERTAHANAN BADAN

Mekanisme pertahanan badan melindungi badan daripada penyakit berjangkit melalui:

- (a) pencegahan kemasukan patogen ke dalam badan
- (b) tindak balas dengan patogen yang memasuki badan

2 Badan kita mempunyai tiga barisan pertahanan terhadap patogen.

- (a) Barisan pertahanan pertama: kulit dan membran mukus
- (b) Barisan pertahanan kedua: fagositosis oleh fagosit
- (c) Barisan pertahanan ketiga: penghasilan antibodi oleh limfosit

Barisan Pertahanan Pertama

1 Kemasukan mikroorganisma ke dalam badan dihalang melalui:

(a) Kulit

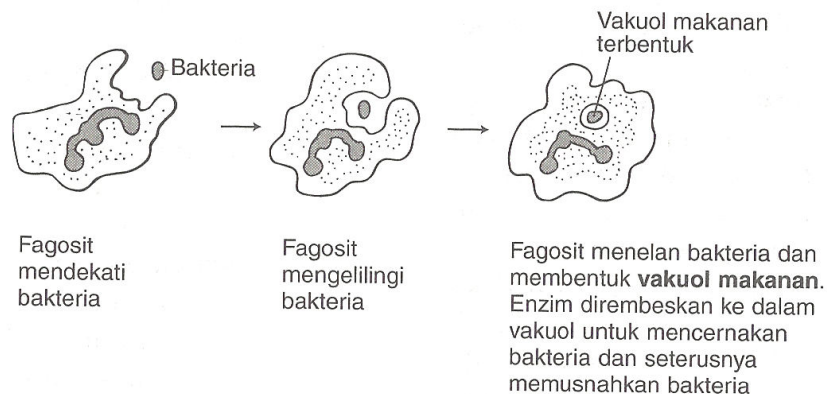
- i) Kulit membentuk halangan fizikal yang kuat terhadap kemasukan mikroorganisma ke dalam badan.
- ii) Kelenjar sebum merembeskan sebum yang membentuk lapisan perlindungan pada kulit. Sebum adalah berasid dan mengandungi lisozim (antiseptik) untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisma.
- (iii) Kelenjar peluh merembeskan peluh yang mengandungi bahan kimia untuk memusnahkan mikroorganisma pada kulit.

(b) Membran mukus

- (i) Ia adalah lapisan epitelium pada salur alimentari, salur respirasi, salur perkumuhan dan salur pembiakan.
- (ii) Ia merembeskan mukus untuk melindungi, melembapkan dan memerangkap mikroorganisma yang masuk melalui salur alimentari dan salur respirasi.
- (iii) Membran mukus dalam salur respirasi mempunyai silium untuk memerangkap mikroorganisma dan menapis udara.
- (iv) Mukus di dalam air liur mengandungi lisozim yang memusnahkan bakteria di dalam mulut.
- (v) Asid yang dirembeskan oleh dinding perut memusnahkan mikroorganisma yang masuk ke dalam perut.
- (vi) Kelenjar air mata di dalam mata merembeskan air mata yang mengandungi lisozim untuk memusnahkan bakteria.

Barisan Pertahanan Kedua

- 1 Memusnahkan sebarang mikroorganisma atau patogen yang memasuki badan.
- 2 Melibatkan fagosit (neutrofil dan monosit) untuk memusnahkan patogen secara fagositosis (Rajah 10.19).



Rajah 10.19 Proses fagositosis

Barisan Pertahanan Ketiga

- 1 Merupakan mekanisme pertahanan khusus yang melibatkan penghasilan antihodi oleh limfosit untuk bertindak balas dengan antigen.
- 2 Antigen adalah hahan asing, biasanya protein, yang ditemui pada membran mikroorganisma, patogen atau toksin yang dihasilkan oleh bakteria.
- 3 Kehadiran antigen dalam badan merangsang limfosit untuk menghasilkan antibodi yang spesifik untuk bertindak balas dengan antigen.
- 4 Tindakan antibodi adalah spesifik. Satu jenis antibodi hanya boleh bertindak balas dengan antigen yang spesifik. Contohnya:
 - (a) Antitoksin meneutralkan toksin yang dihasilkan oleh antigen
 - (b) Aglutinin (antibodi) menyebabkan antigen bergumpal
 - (c) Lisin melarutkan antigen untuk membentuk mendakan
- 5 Antigen merangsang penghasilan antibodi yang memberikan keimunan terhadap penyakit.

Keimunan dan Pengimunan

- 1 Keimunan adalah keupayaan badan untuk melawan jangkitan patogen dengan menghasilkan antibodi yang spesifik.
- 2 Pengimunan adalah proses memperoleh keimunan terhadap penyakit secara buatan. Ia dijalankan melalui suntikan vaksin atau serum yang mengandungi antihodi.
 - (a) Vaksin adalah ampaian bakteria atau virus yang telah mati atau dilemahkan. Apabila vaksin disuntik ke dalam aliran darah, limfosit dirangsang untuk menghasilkan antibodi yang spesifik untuk bertindak balas dengan antigen tertentu.
 - (b) Apabila serum yang mengandungi antibodi disuntik ke dalam badan, antibodi serta merta bertindak balas dengan antigen untuk memusnahkan patogen.

Jenis keimunan

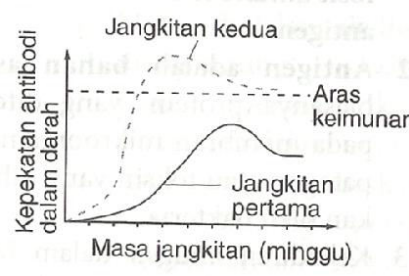
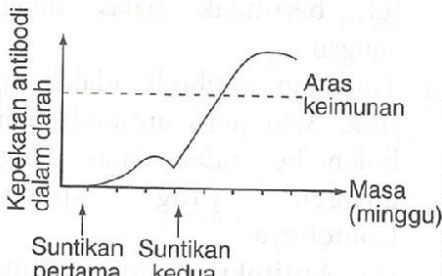
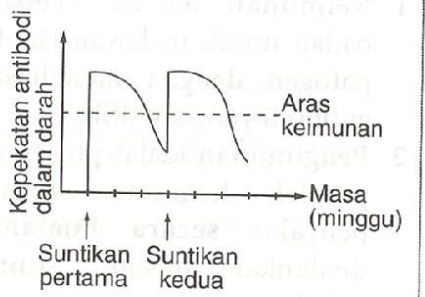
1 Keimunan aktif

- (a) Melibatkan limfosit yang menghasilkan antihodi.
- (b) Boleh diperoleh melalui dua cara.
 - (i) Cara semula jadi, iaitu apabila antibodi dihasilkan secara semula jadi
 - (ii) Cara buatan, iaitu apabila antibodi dihasilkan melalui suntikan vaksin

2 Keimunan pasif

- (a) Melibatkan penerimaan antibodi. Limfosit tidak terlihat.
- (b) Boleh diperoleh melalui dua cara.
 - (i) Cara semula jadi, iaitu apabila antibodi diperoleh secara semula jadi
 - (ii) Cara buatan, apabila antibodi diperoleh melalui suntikan serum yang mengandungi antihodi

Jadual 10.2 Jenis keimunan dan ciri-cirinya

Keimunan	Ciri-ciri
K E I M U N A K T I F	Semula jadi Diperoleh selepas pulih daripada penyakit - Sebaik pulih daripada penyakit, terdapat antibodi yang berlebihan di dalam badan. - Jika patogen yang sama memasuki badan, limfosit akan serta merta menghasilkan lebih banyak antibodi untuk bertindak balas dengan patogen tersebut. - Memberikan keimunan yang berpanjangan. - Contoh: Cacar dan demam campak 
	Buatan Diperoleh melalui suntikan vaksin - Kehadiran antigen merangsang limfosit untuk menghasilkan antibodi melawan antigen tertentu. - Pada suntikan pertama, antibodi dihasilkan secara perlahan, tidak mencukupi untuk mencapai aras keimunan. - Pada suntikan kedua, antibodi dihasilkan dengan lebih banyak dan cepat supaya aras antibodi melebihi aras keimunan. - Memberikan keimunan yang berpanjangan. - Dos penggalak diperlukan untuk meningkatkan aras antibodi. 
K E I M U N A N P A S I F	Semula jadi Diperoleh apabila badan menerima antibodi melalui plasenta atau susu ibu - Fetus menerima antibodi daripada ibunya melalui plasenta. - Bayi menerima antibodi melalui susu ibu. - Memberikan keimunan selama beberapa bulan. - Keimunan adalah singkat kerana limfosit tidak dirangsang untuk menghasilkan antibodi.
	Buatan Diperoleh melalui suntikan serum yang mengandungi antibodi yang spesifik - Serum diperoleh daripada darah kuda atau ular. Antibodi disuntik secara terus ke dalam badan dan bertindak balas serta merta dengan antigen yang spesifik. - Memberikan perlindungan serta merta terhadap penyakit. - Digunakan untuk merawat penyakit yang serius seperti tetanus, difteria, rabies dan gigitan ular. - Memberikan keimunan yang singkat (sementara) kerana aras antibodi menurun dengan cepat. 

HIV dan mekanisme pertahanan badan

- 1 AIDS (Sindrom Kurang Daya Tahan Penyakit) adalah disebabkan oleh HIV.
- 2 HIV menyerang dan memusnahkan limfosit. Maka, bilangan limfosit dalam mekanisme pertahanan badan berkurang dengan banyak.
- 3 Sistem keimunan menjadi lemah dan risiko mendapat jangkitan meningkat.
- 4 Pesakit mudah dijangkiti penyakit dan meninggal disebabkan jangkitan sekunder lain.
- 5 HIV boleh tersebar melalui:

- (a) darah, air mani dan cecair vagina
- (b) hubungan seks kerana virus ini boleh dipindahkan daripada orang yang dijangkiti kepada pasangannya
- (c) perkongsian picagari dan jarum suntikan yang tercemar di kalangan penagih dadah yang HIV positif. Juga boleh berjangkit melalui objek tajam seperti pengetip kuku, pencukur dan berus gigi yang telah tercemar dengan darah HIV
- (d) plasenta daripada ibu yang HIV positif kepada fetusnya
- (e) darah tercemar tidak disaring yang digunakan dalam pemindahan darah

6 AIDS boleh diegah melalui cara berikut:

- (a) Elakkan berbilang pasangan seks dan aktiviti homoseks
- (b) Elakkan berkongsi jarum suntikan dan objek tajam yang boleh dicemari dengan HIV
- (e) Saringan darah yang ketat sebelum pemindahan darah (d) Kempen kesedaran untuk mendidik orang ramai

SISTEM KARDIOVASKULAR YANG SIHAT

Sekatan dalam sistem kardiovaskular boleh menyebabkan penyakit kardiovaskular seperti aterosklerosis, tekanan darah tinggi, trombosis, embolisme, angina dan serangan jantung.

Faktor yang Mempengaruhi Sistem Kardiovaskular

Nutrisi

- 1 Pengambilan karbohidrat dan lemak yang berlebihan boleh membawa kepada kegendutan. Kegendutan meningkatkan risiko tekanan darah tinggi, strok, serangan jantung dan diabetes melitus.
- 2 Diet yang tidak seimbang boleh menyebabkan penyakit kardiovaskular. Terlalu banyak makanan yang kaya dengan lemak tepu dan kolesterol boleh menyebabkan serangan jantung, aterosklerosis, trombosis arteri dan trombosis koronari. Terlalu banyak garam boleh membawa kepada tekanan darah tinggi.

Gaya hidup

- 1 Aktiviti sosial seperti merokok dan pengambilan minuman beralkohol boleh menyebabkan penyakit jantung koronari dan tekanan darah tinggi.

(a) Merokok menyebabkan penyakit jantung koronari seperti aterosklerosis dan trombosis koronari.

(i) Karbon monoksida di dalam asap rokok merusakkan lapisan dalam salur darah dan meningkatkan kadar penempatan kolesterol pada dinding salur darah. Arteri menjadi semakin sempit, memperlahankan aliran darah, lalu menyebabkan aterosklerosis.

(ii) Nikotin menambahkan denyutan jantung dan tekanan darah, mengecutkan arteri dan menggalakkan pembekuan platlet di dalam salur darah, maka meningkatkan risiko pembekuan darah di dalam arteri. Ini menghasilkan trombosis di dalam arteri dan tekanan darah tinggi.

(b) Alkohol mempercepat degupan jantung dan pengaliran darah yang membawa kepada tekanan darah tinggi.

2 Kurang bersenam mengurangkan keberkesanan fungsi jantung dan memperlahankan peredaran darah. Ini meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular.

3 Gaya hidup yang penuh tekanan boleh menyebabkan trombosis. Tekanan menggalakkan penukaran fibrinogen kepada fibrin dan menyebabkan pembekuan darah di dalam arteri.

Cara Mengekalkan Sistem Kardiovaskular yang sihat

Nutrisi

1 Mengurangkan pengambilan makanan yang kaya dengan kolesterol dan lemak tepu untuk mencegah aterosklerosis dan menurunkan aras lipoprotein berketumpatan rendah (LDL).

2 Meningkatkan pengambilan bahan antioksidan (vitamin A, C dan E) untuk mengurangkan radikal bebas di dalam badan yang memusnahkan lipoprotein berketumpatan tinggi (HDL kolesterol bagus) dan memusnahkan sel dan tisu.

3 Elakkan pengambilan garam secara berlebihan.

Gaya hidup

1 Jangan merokok.

2 Selalu bersenam untuk mengurangkan berat badan, merendahkan aras kolesterol, mengurangkan kelikatan darah dan kandungan fibrinogen.

3 Mengurangkan tekanan dengan mendapatkan rehat dan tidur secukupnya.

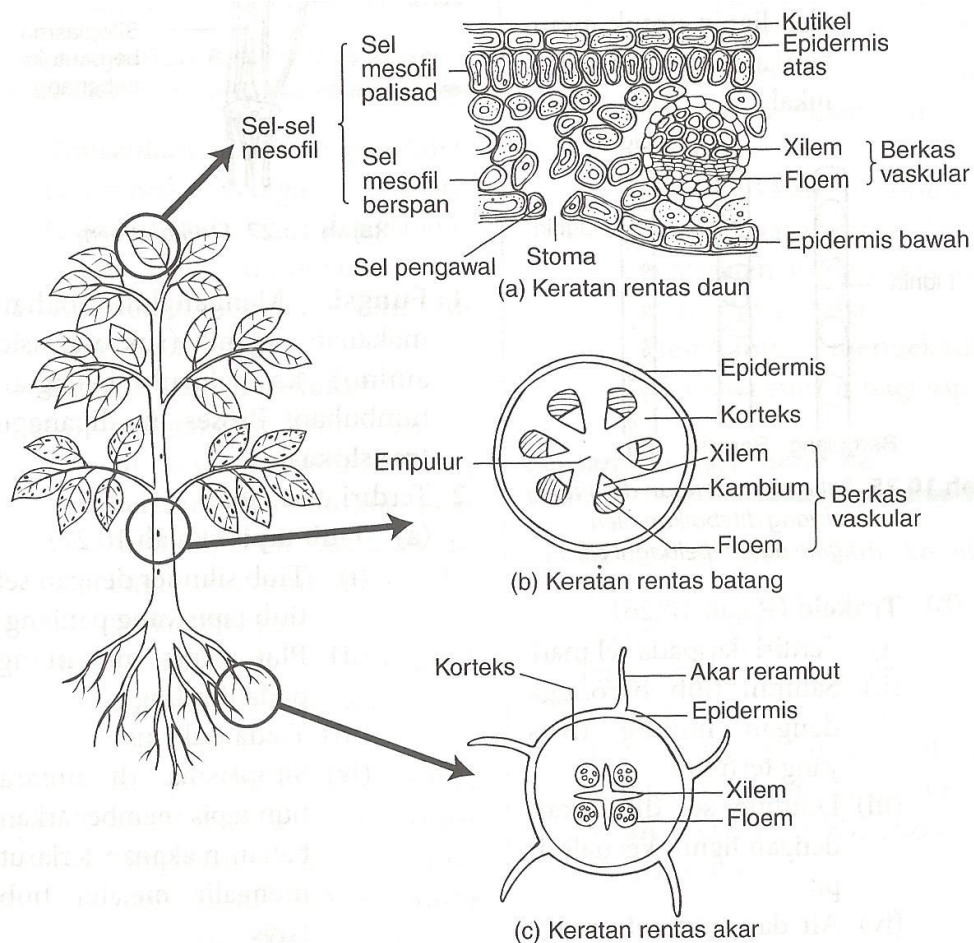
PENGANGKUTAN BAHAN PADA TUMBUHAN

1 Sistem pengangkutan di dalam tumbuhan dikenal sebagai sistem vaskular.

2 Terdapat dua jenis tisu vaskular:

(a) Tisu xilem: Mengangkut air dan mineral dari akar ke daun

(b) Tisu floem: Mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bahagian tumbuhan



Rajah 10.24 Tisu vaskular pada daun, batang dan akar tumbuhan dikotiledon

TISU XILEM

1 Fungsi:

(a) Mengangkut air dan mineral terlarut dari akar ke daun

(b) Memberikan sokongan mekanikal kepada tumbuhan

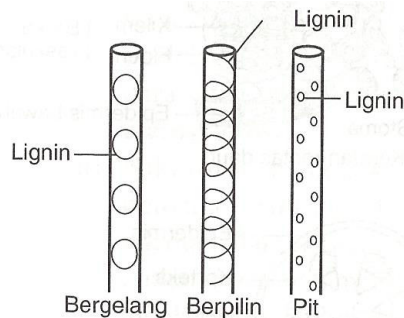
2 Tisu xilem terdiri daripada:

(a) Salur xilem (Rajah 10.25)

(i) Terdiri daripada sel mati

(ii) Salur tiub halus, panjang, berongga yang berterusan untuk mengangkut air dan mineral (seperti tiub kapilari)

(iii) Dinding sel ditebalkan oleh lignin untuk memberikan sokongan mekanikal



Rajah 10.25 Salur xilem dengan dinding sel yang ditebalkan oleh lignin dalam pelbagai cara

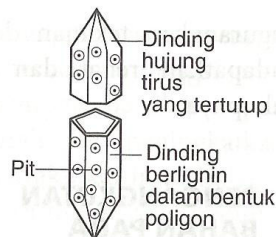
(b) Trakeid (Rajah 10.26)

(i) Terdiri daripada sel mati

(ii) Saluran tiub berongga dengan hujung tirus yang tertutup

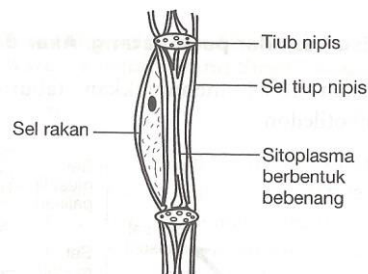
(iii) Dinding sel dikuatkan dengan lignin kecuali di pit

(iv) Air dan mineral mengalir dari satu trakeid ke trakeid lain melalui pit



Rajah 10.19 Struktur trakeid

TISU FLOEM



Rajah 10.27 Struktur floem

1 Fungsi: Mengangkut bahan makanan organik (sukrosa, asid amino) ke seluruh bahagian tumbuhan. Proses ini dipanggil translokasi.

2 Terdiri daripada:

(a) Tiub tapis (Rajah 10.27)

(i) Tiub silinder dengan sel tiub tapis yang panjang

(ii) Plat tapis melintang pada dinding

(iii) Tiada nukleus

(iv) Sitoplasma di antara tiub tapis membenarkan bahan makanan terlarut mengalir melalui tiub tapis

(b) Sel rakan

(i) Terdiri daripada nukleus, sitoplasma dan banyak mitokondrion

(ii) Ditemui bersebelahan dengan tiub tapis

(iii) Membantu mengangkut makanan yang dihasilkan dengan membekalkan tenaga kepada tiub tapis

PENGANGKUTAN BAHAN ORGANIK DAN AIR PADA TUMBUHAN

Pengangkutan Bahan Makanan Organik

1 Translokasi adalah pengangkutan bahan makanan organik yang larut (gula dan asid amino) dari daun ke seluruh bahagian tumbuhan.

2 Translokasi berlaku dalam tiub tapis tisu floem.

3 Kepentingan translokasi:

(a) Mengangkut bahan makanan kepada kawasan yang bertumbuh (hujung akar, hujung pucuk, buah, bunga) bagi pertumbuhan dan perkembangan

(b) Mengangkut bahan organik terlarut ke sel-sel untuk metabolisme

(c) Mengangkut bahan makanan yang berlebihan ke organ simpanan (rizom, tuber, umbi, bewang) untuk disimpan sebagai kanji

Pengangkutan Air pada Tumbuhan

1 Air dan mineral diangkut oleh tisu xilem dari tanah ke daun.

2 Transpirasi adalah kehilangan air dalam bentuk wap air dari daun ke atmosfera melalui stomata.

3 Kepentingan transpirasi:

(a) Menghasilkan daya tarikan yang dipanggil tarikan transpirasi yang menarik turus air dan mineral dalam tisu xilem dari akar ke daun

(b) Membolehkan proses penyerapan dan pengangkutan air dan mineral di dalam tisu xilem berlaku

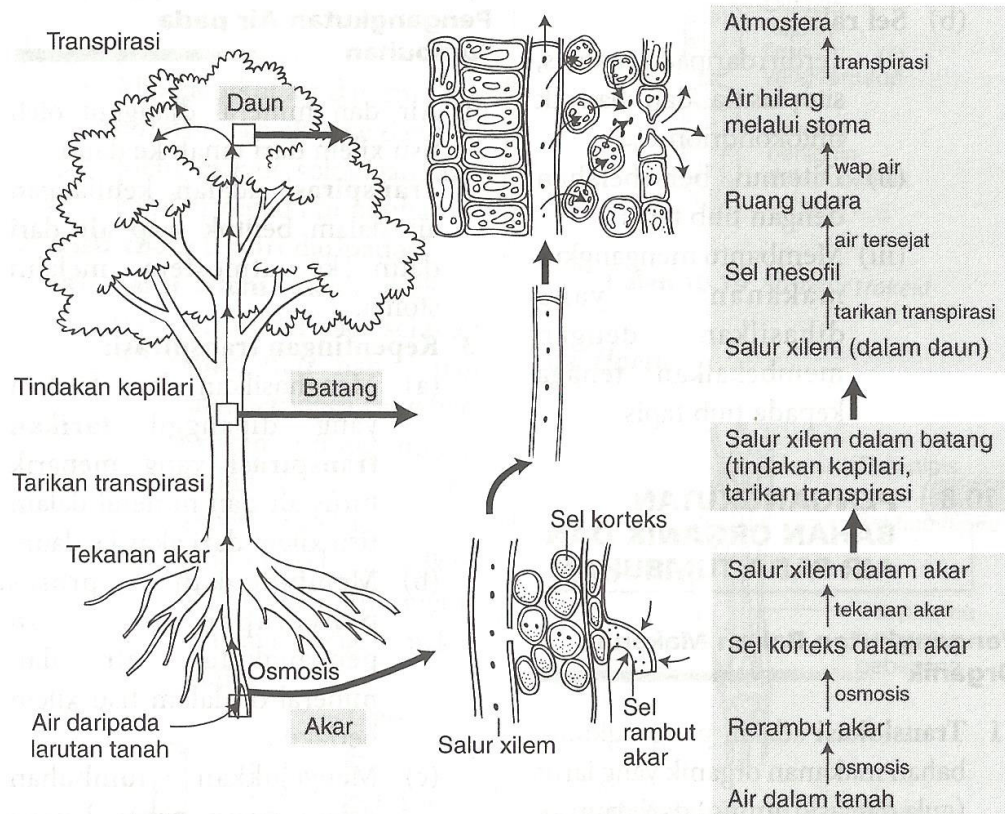
(c) Menyejukkan tumbuhan dalam cuaca panas kerana penyejatan air daripada daun memerlukan haba

(d) Membantu mengekalkan tekanan osmosis bagi sap sel

Laluan Air dari Tanah Ke Daun

1 Laluan air dari tanah ke akar, batang dan daun diringkaskan dalam Rajah 10.28.

2 Pada malam yang panas dan lembap, air berlebihan yang diserap dari tanah disingkirkan melalui hidatod dalam bentuk cecair (Rajah 10.29). Proses ini disebut gutasi.



Akar

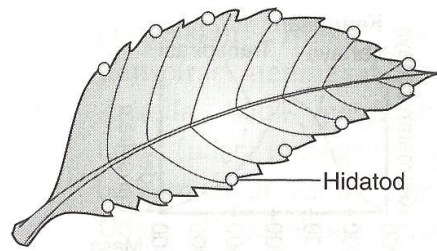
Air dalam tanah adalah hipotonik kepada sap sel di dalam sel rambut akar. Air meresap ke dalam akar secara osmosis, dan merentasi sel korteks secara osmosis. Ini menghasilkan daya tolakan (tekanan akar) yang menolak air ke dalam salur xilem dan ke atas di dalam akar ke batang. Ion mineral dipam secara aktif dari sel akar ke salur xilem.

Batang

Tindakan kapilari dan tarikan transpirasi menyebabkan air di dalam salur xilem batang diangkut ke atas daun. Tindakan kapilari disebabkan oleh lekitan dan lekatan air di dalam salur xilem menyebabkan turus air yang berterusan bergerak naik ke salur xilem yang sempit.

Daun

Air hilang secara transpirasi menghasilkan daya sedutan yang dipanggil (tarikan transpirasi) untuk menarik turus air yang berterusan dari akar naik ke salur xilem ke daun-daun.



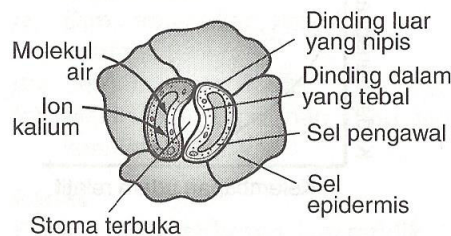
Rajah 10.29 Gutasi melalui hidatod

Pembukaan dan Penutupan Stoma

- 1 Jumlah kehilangan air dari daun bergantung kepada saiz stoma.
- 2 Saiz stoma dikawal oleh sel pengawal melalui pembukaan dan penutupan stoma.

Pembukaan Stoma

- 1 Pada waktu siang, keamatan cahaya adalah tinggi dan stoma terbuka

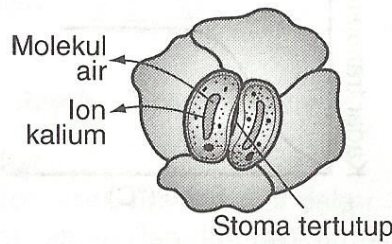


Rajah 10.30 Pembukaan stoma

- 2 Fotosintesis berlaku dalam sel pengawal dan menghasilkan glukosa. Ini meningkatkan tekanan osmosis di dalam sel pengawal.
- 3 Ion kalium dipam ke dalam sel pengawal dari sel epidermis yang berdekatan. Ini juga meningkatkan tekanan osmosis di dalam sel pengawal.
- 4 Tekanan osmosis di dalam sel pengawal adalah tinggi daripada sap sel di-sekeliling sel epidermis.
- 5 Air meresap secara osmosis dari sel epidermis ke dalam sel pengawal.
- 6 Sel pengawal menjadi segah dan melengkung keluar menyebabkan stoma terbuka (Rajah 10.30).

Penutupan stoma

- 1 Pada waktu malam, keamatan cahaya adalah rendah dan stoma tertutup.



Rajah 10.31 Penutupan stoma

2 Tiada fotosintesis berlaku di dalam sel-sel pengawal. Terdapat kurang glukosa di dalam sel pengawal. Tekanan osmosis di dalam sel-sel pengawal berkurang.

3 Ion kalium bergerak keluar dari sel pengawal ke sel epidermis di sekitar. Ini mengurangkan tekanan osmosis di dalam sel pengawal.

4 Tekanan osmosis di dalam sel pengawal adalah lebih rendah daripada sap sel sel epidermis di sekelilingnya.

5 Air meresap secara osmosis dari sel pengawal ke dalam sel epidermis.

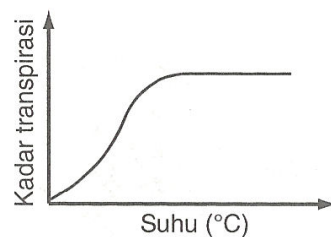
6 Sel pengawal menjadi **flasid**, menyebabkan stoma tertutup (Rajah 10.31).

Faktor yang Mempengaruhi Kadar **Transpirasi**

1 Suhu

(a) Pada suhu tinggi, kadar penyejatan meningkat. Hasilnya kadar transpirasi meningkat.

(b) Pada suhu rendah, kadar penyejatan berkurang. Maka kadar transpirasi menurun (Rajah 10.32)



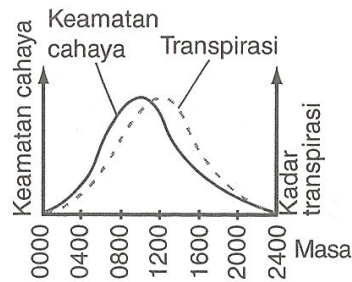
Rajah 10.32 Kesan suhu terhadap kadar transpirasi

2 Keamatan cahaya

(a) Pada keamatan cahaya tinggi, suhu bertambah. Ini meningkatkan kadar transpirasi.

(b) Pada keamatan cahaya yang tinggi, stoma terbuka dan kadar transpirasi meningkat.

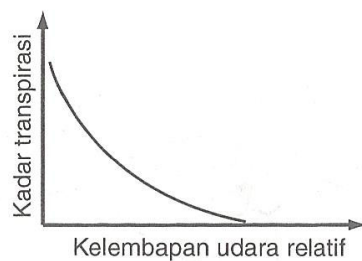
(c) Pada keamatan cahaya rendah (gelap) stoma tertutup dan kadar transpirasi memirun (Rajah 10.33).



Rajah 10.33 Kesan keamatan cahaya terhadap kadar transpirasi

3 Kelembapan relatif

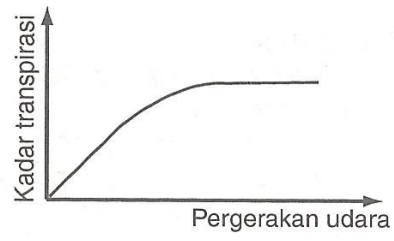
- (a) Semasa kelembapan relatif tinggi, udara menjadi tepu dengan wap air. Kadar penyejatan berkurang. Maka kadar transpirasi menurun.
- (b) Pada kelembapan relatif yang rendah, udara adalah kering. Kadar penyejatan meningkat dan kadar transpirasi meningkat (Rajah 10.34).



Rajah 10.34 Kesan kelembapan relatif terhadap kadar transpirasi

4 Pergerakan udara

- (a) Dalam udara yang bergerak (keadaan berangin), wap air di sekitar stoma dibawa dengan pantas oleh angin. Ini meningkatkan kadar penyejatan. Maka kadar transpirasi meningkat.
- (b) Apabila tiada pergerakan udara (udara tenang) wap air berkumpul di sekitar stoma. Udara di sekeliling stoma menjadi tepu dengan wap air. Ini menyebabkan kadar transpirasi menurun (Rajah 10.35).



Rajah 10.35 *Kesan pergerakan udara terhadap kadar transpirasi*

