

KURIKULUM STANDARD SEKOLAH MENENGAH

BIOLOGI TINGKATAN **4**

PENULIS

Gan Wan Yeat
Nor Azlina binti Abd. Aziz
Yusmin binti Mohd. Yusuf
Noor Haniyatie binti Ibrahim

EDITOR

Stella Melkion

PEREKA BENTUK

Siti Aishah binti Mohd

ILUSTRATOR

Hazli bin Hashim
Sara Fateha binti Muhd Kamil
Nigel Teoh
Tsen Wee Ling
Chan Khong Wei
Lin Pu Kuan

mustread
SDN BHD

2019





KEMENTERIAN PENDIDIKAN MALAYSIA

No. Siri Buku: 0114

KPM2019 ISBN 978-967-2250-72-2

Cetakan Pertama 2019

© Kementerian Pendidikan Malaysia

Hak Cipta Terpelihara. Mana-mana bahan dalam buku ini tidak dibenarkan diterbitkan semula, disimpan dalam cara yang boleh dipergunakan lagi, ataupun dipindahkan dalam sebarang bentuk atau cara, baik dengan elektronik, mekanik, penggambaran semula mahupun dengan cara perakaman tanpa kebenaran terlebih dahulu daripada Ketua Pengarah Pelajaran Malaysia, Kementerian Pendidikan Malaysia. Perundingan tertakluk kepada perkiraan royalti atau honorarium.

Diterbitkan untuk Kementerian Pendidikan Malaysia oleh:
Must Read Sdn. Bhd.,
No 33 Jalan SBC 6
Taman Sri Batu Caves
68100 Batu Caves
Selangor Darul Ehsan
No. Tel: 03 – 6187 1611
Fax: 03 – 6187 1613

Reka letak dan atur huruf:
Angevil Design & Marketing

Muka taip teks : Minion Pro
Saiz taip teks : 11 pt.

Dicetak oleh :
Aslita Sdn. Bhd.,
No 10 & 12, Jalan 2/10B,
Spring Crest Industrial Park,
68100 Batu Caves, Kuala Lumpur.

Penghargaan

Pihak penerbit ingin merakamkan penghargaan kepada pihak yang terlibat dalam penerbitan buku teks ini, iaitu:

- Pegawai-pegawai Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jawatankuasa Penambahbaikan Pruf Muka Surat, Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jawatankuasa Penyemakan Pembetulan Pruf Muka Surat, Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jawatankuasa Penyemakan Naskah Sedia Kamera, Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Noor Haniyatie binti Ibrahim
- SMK Dato Onn, Batu Pahat, Johor
- SMK Seksyen 3 Bandar Kinrara, Selangor
- Pelajar Pusat Asasi Sains Universiti Malaya

Ucapan ikhlas juga ditujukan kepada individu-individu yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam menyempurnakan penerbitan buku teks Biologi Tingkatan 4.

Pendahuluan

Buku teks ini ditulis berdasarkan Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Biologi Tingkatan 4 terbitan Kementerian Pendidikan Malaysia, berpanduan konsep Kemahiran Saintifik, Kemahiran Proses Sains, Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT), Kemahiran Abad ke-21 dan pendekatan Pengajaran dan Pembelajaran STEM. Buku teks ini bertujuan melahirkan murid yang seimbang dan harmonis serta melengkapkan mereka dengan kemahiran yang diperlukan dalam abad ke-21.

Ciri-ciri istimewa buku teks ini ialah:

Lensa Biologi



Maklumat tambahan yang berkaitan dengan konsep atau teori

Dunia Biologi Kita



Menunjukkan aplikasi konsep atau teori yang dipelajari dalam kehidupan harian

Fikirkan!



Mencabar murid untuk berfikir secara kritis dan kreatif

Inovasi Malaysia



Kejayaan ahli sains atau perkembangan sains dan teknologi di Malaysia yang berkaitan

Kerjaya Milenia



Memerihalkan kerjaya yang berkaitan dengan konsep atau topik

Buletin STEM



Sorotan perkembangan semasa dalam bidang sains dan teknologi yang berkaitan

Merentas Bidang



Menunjukkan perkaitan biologi dengan bidang lain

Zon Aktiviti



Cadangan aktiviti yang boleh dilakukan oleh murid



Soalan pemikiran tahap tinggi yang merangkumi soalan mengaplikasi, menganalisis, menilai dan mencipta



Perhatian!

Nota peringatan semasa murid menjalankan aktiviti atau eksperimen

Praktis Formatif

Soalan untuk menguji kefahaman murid pada akhir setiap subtopik



Praktis Sumatif

Soalan yang menguji kefahaman murid pada akhir setiap bab



Rumusan

Ringkasan konsep-konsep utama



Refleksi Kendiri

Senarai semak penguasaan konsep untuk rujukan murid

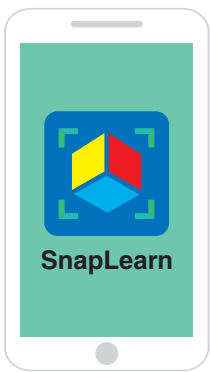
4.2.3

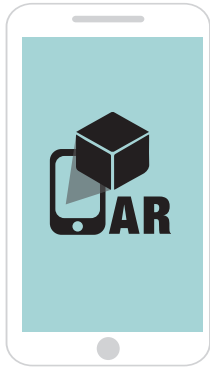
Standard Pembelajaran mengikut Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Biologi Tingkatan 4

Pengalaman Pembelajaran yang lebih Menyenangkan

Buku ini menggunakan sumber-sumber pembelajaran digital dalam talian dalam bentuk kod AR (*augmented reality*) dan kod QR. Kandungan digital ini boleh diakses pada muka surat yang mengandungi kod AR atau kod QR dengan mengimbas imej menggunakan peranti elektronik seperti telefon pintar atau tablet elektronik.

Panduan mengakses sumber AR

- 


iOS 7.0 or Android 4.0 and above
Muat turun aplikasi **SnapLearn** ke dalam telefon pintar anda.
- 
Tekan butang  dan imbas kod QR di atas.
- 
Imbas halaman yang mempunyai ikon ini untuk mengakses sumber AR.

Panduan mengakses sumber QR

Pelbagai kandungan pelengkap yang lain seperti video, cadangan aktiviti, kuiz atau maklumat lanjut boleh diakses dengan mengimbas kod QR. Aplikasi pengimbas kod QR perlu dimuat turun terlebih dahulu.



Kuiz: Uji pemahaman anda mengenai lipid



Video: Respirasi aerob



Aktiviti: Mengkaji kesan perubahan nisbah jumlah luas permukaan kepada isi padu (JLP/I) terhadap kadar resapan.

Kandungan

Halaman Judul i

Halaman Hak Cipta dan Penghargaan ii

Pendahuluan iii

1 ASAS BIOLOGI 1

1 Pengenalan kepada Biologi dan Peraturan Makmal 2

- 1.1 Bidang Biologi dan Kerjaya 4
- 1.2 Keselamatan dan Peraturan dalam Makmal Biologi 6
- 1.3 Berkomunikasi dalam Biologi 11
- 1.4 Penyiasatan Saintifik dalam Biologi 15

2 Biologi Sel dan Organisasi Sel 20

- 2.1 Struktur dan Fungsi Sel 22
- 2.2 Proses Hidup Organisma Unisel 28
- 2.3 Proses Hidup Organisma Multisel 30
- 2.4 Aras Organisasi 37

3 Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma 44

- 3.1 Struktur Membran Plasma 46
- 3.2 Konsep Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma 49
- 3.3 Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma dalam Organisma Hidup 57
- 3.4 Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma dalam Kehidupan Harian 65

4 Komposisi Kimia dalam Sel 70

- 4.1 Air 72
- 4.2 Karbohidrat 73
- 4.3 Protein 76
- 4.4 Lipid 77
- 4.5 Asid Nukleik 79

5 Metabolisme dan Enzim 84

- 5.1 Metabolisme 86
- 5.2 Enzim 86
- 5.3 Aplikasi Enzim dalam Kehidupan Harian 95

6 Pembahagian Sel 98

- 6.1 Pembahagian Sel 100
- 6.2 Kitar Sel dan Mitosis 101
- 6.3 Meiosis 105
- 6.4 Isu Pembahagian Sel terhadap Kesihatan Manusia 108

7 Respirasi Sel 112

- 7.1 Penghasilan Tenaga melalui Respirasi Sel 114
- 7.2 Respirasi Aerob 115
- 7.3 Fermentasi 117

2 FISIOLOGI MANUSIA DAN HAIWAN 125

8 Sistem Respirasi dalam Manusia dan Haiwan 126

- 8.1 Jenis Sistem Respirasi 128
- 8.2 Mekanisme Pernafasan 132
- 8.3 Pertukaran Gas dalam Manusia 136
- 8.4 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Respirasi Manusia 138

9 Nutrisi dan Sistem Pencernaan Manusia 142

- 9.1 Sistem Pencernaan 144
- 9.2 Pencernaan 144
- 9.3 Penyerapan 151
- 9.4 Asimilasi 153
- 9.5 Penyahlinjaan 155
- 9.6 Gizi Seimbang 156
- 9.7 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Pencernaan dan Tabiat Pemakanan 161

10 Pengangkutan dalam Manusia dan Haiwan 166

10.1	Jenis Sistem Peredaran	168
10.2	Sistem Peredaran Manusia	173
10.3	Mekanisme Denyutan Jantung	180
10.4	Mekanisme Pembekuan Darah	183
10.5	Kumpulan Darah Manusia	185
10.6	Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Peredaran Manusia	187
10.7	Sistem Limfa Manusia	189
10.8	Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Limfa Manusia	193

11 Keimunan Manusia 198

11.1	Pertahanan Badan	200
11.2	Tindakan Antibodi	204
11.3	Jenis Keimunan	205
11.4	Isu Kesihatan Berkaitan Keimunan Manusia	209

12 Koordinasi dan Gerak Balas dalam Manusia 214

12.1	Koordinasi dan Gerak Balas	216
12.2	Sistem Saraf	220
12.3	Neuron dan Sinaps	223
12.4	Tindakan Terkawal dan Tindakan Luar Kawal	226
12.5	Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Saraf Manusia	230
12.6	Sistem Endokrin	233
12.7	Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Endokrin Manusia	238

13 Homeostasis dan Sistem Urinari Manusia 244

13.1	Homeostasis	246
13.2	Sistem Urinari	252
13.3	Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Urinari	259

14 Sokongan dan Pergerakan dalam Manusia dan Haiwan 264

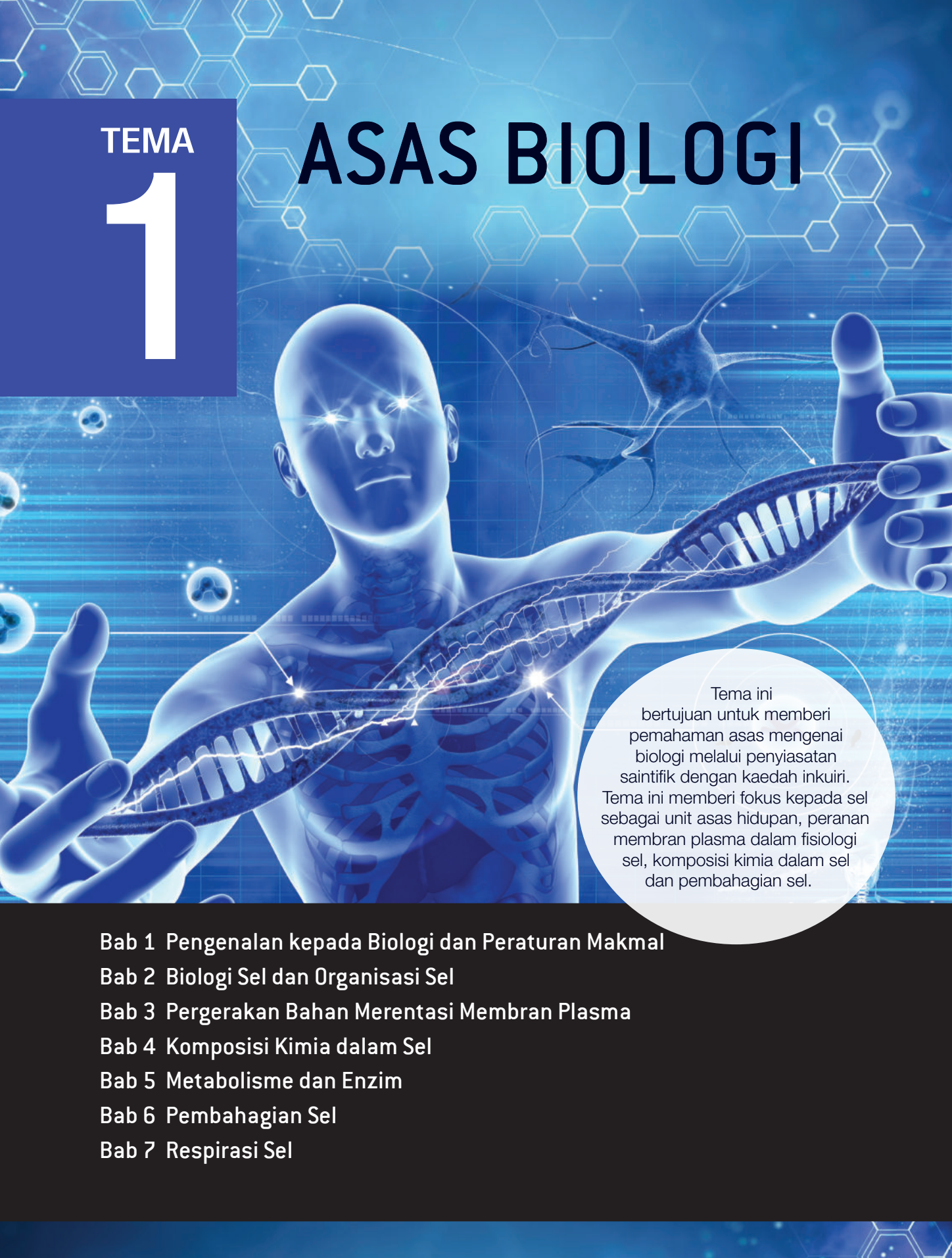
14.1	Jenis Rangka	266
14.2	Sistem Otot Rangka Manusia	267
14.3	Mekanisme Pergerakan dan Gerak Alih	272
14.4	Isu Kesihatan Sistem Otot Rangka Manusia	277

15 Pembiakan Seks, Perkembangan dan Pertumbuhan dalam Manusia dan Haiwan 284

15.1	Sistem Pembiakan Manusia	286
15.2	Gametogenesis Manusia	288
15.3	Kitar Haid	293
15.4	Perkembangan Fetus Manusia	297
15.5	Pembentukan Kembar	300
15.6	Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Pembiakan Manusia	302
15.7	Pertumbuhan dalam Manusia dan Haiwan	303

Glosari 311

Senarai Rujukan 314



TEMA

1

ASAS BIOLOGI

Tema ini bertujuan untuk memberi pemahaman asas mengenai biologi melalui penyiasaan saintifik dengan kaedah inkuiri. Tema ini memberi fokus kepada sel sebagai unit asas hidupan, peranan membran plasma dalam fisiologi sel, komposisi kimia dalam sel dan pembahagian sel.

Bab 1 Pengenalan kepada Biologi dan Peraturan Makmal

Bab 2 Biologi Sel dan Organisasi Sel

Bab 3 Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma

Bab 4 Komposisi Kimia dalam Sel

Bab 5 Metabolisme dan Enzim

Bab 6 Pembahagian Sel

Bab 7 Respirasi Sel

BAB

1

Pengenalan kepada Biologi dan Peraturan Makmal

***Apakah kesan
Revolusi Industri
4.0 terhadap
bidang biologi?***

Tahukah ANDA...

- Apakah maksud biologi?
- Apakah bidang kajian yang terdapat dalam biologi?
- Apakah contoh kerjaya yang boleh anda ceburi dalam bidang biologi?
- Apakah alat keselamatan dan peraturan dalam makmal biologi?
- Bagaimanakah cara berkomunikasi dalam bidang biologi?
- Bagaimanakah pengetahuan diperoleh melalui penyiasatan saintifik?



1.1 Bidang Biologi dan Kerjaya

- 1.1.1** Menyatakan maksud biologi.
- 1.1.2** Menyenaraikan bidang kajian biologi, kerjaya dan kemajuan dalam bidang berkaitan.
- 1.1.3** Menjana idea tentang perkembangan bidang biologi dan sumbangan teknologi biologi kepada manusia.
- 1.1.4** Memberikan contoh kerjaya yang berkaitan dengan bidang biologi.

1.2 Keselamatan dan Peraturan dalam Makmal Biologi

- 1.2.1** Menjelaskan peralatan perlindungan diri dan fungsinya.
- 1.2.2** Mengenal pasti dan mewajarkan bahan yang boleh dibuang ke dalam sinki.
- 1.2.3** Mengenal pasti dan mewajarkan bahan yang tidak boleh dibuang ke dalam sinki.
- 1.2.4** Memerihalkan kaedah mengurus bahan sisa biologi.
- 1.2.5** Berkomunikasi mengenai langkah-langkah mengurus kemalangan dalam makmal.
- 1.2.6** Merumuskan amalan-amalan dalam makmal biologi.

1.3 Berkomunikasi dalam Biologi

- 1.3.1** Berkomunikasi tentang data eksperimen dengan membina jadual berdasarkan data daripada eksperimen yang dijalankan.
- 1.3.2** Melukis graf yang sesuai berdasarkan data daripada eksperimen yang dijalankan.
- 1.3.3** Melakarkan lukisan biologi berdasarkan pemerhatian yang dibuat.
- 1.3.4** Mengenal pasti satah badan, keratan dan istilah arah dalam organisma.

1.4 Penyiasatan Saintifik dalam Biologi

- 1.4.1** Mereka bentuk eksperimen untuk menyelesaikan masalah dengan menggunakan kaedah penyiasatan saintifik.

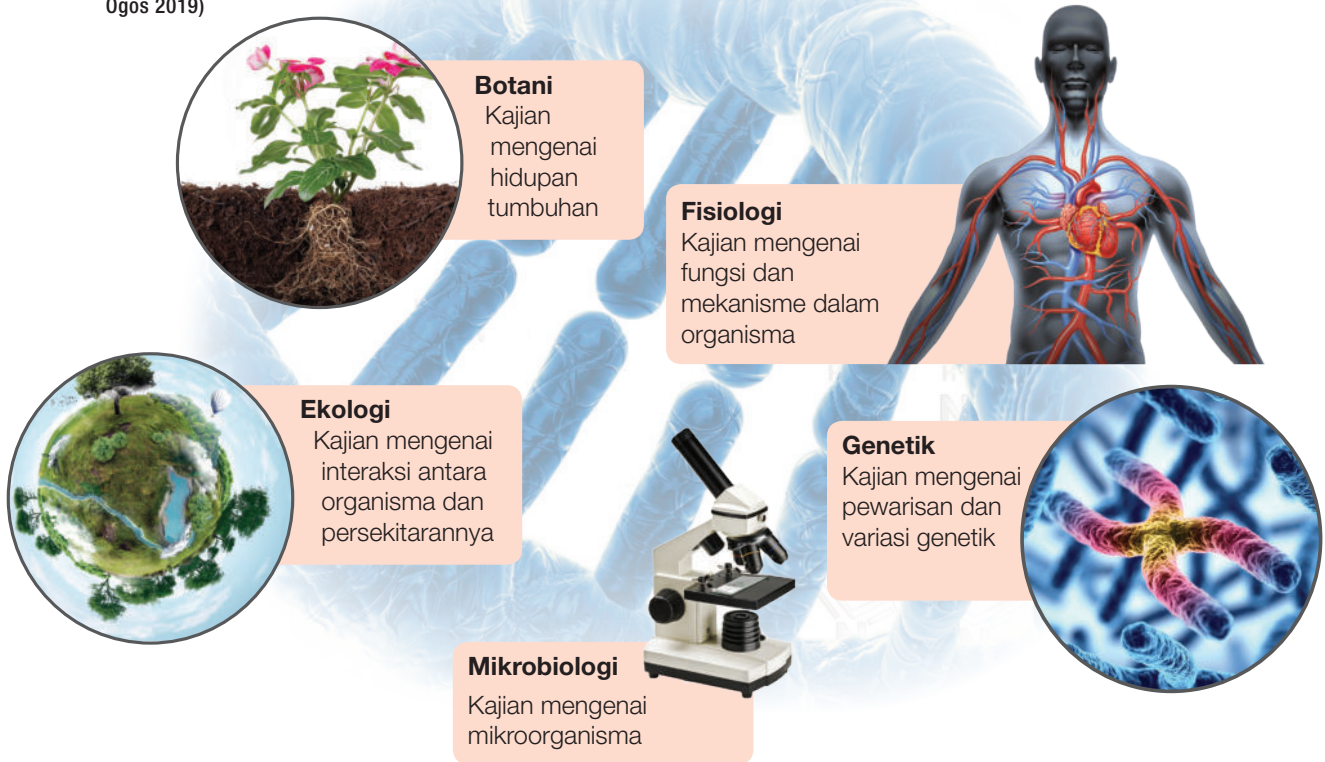
1.1 Bidang Biologi dan Kerjaya

Apakah Biologi?



TMK 1.1
Video: Apakah itu
Biologi?
(Dicapai pada 21
Ogos 2019)

Perkataan 'Biologi' berasal daripada bahasa Yunani iaitu 'bios' yang bermaksud kehidupan dan 'logos' yang bermaksud kajian. **Biologi** ialah kajian terperinci tentang benda hidup dan persekitaran semula jadi. Biologi membolehkan kita memahami struktur dan fungsi organisma, serta hubungan dan interaksi antara organisma dengan alam sekitar. Beberapa contoh bidang kajian biologi ditunjukkan dalam Gambar foto 1.1.



GAMBAR FOTO 1.1 Contoh bidang kajian biologi

Lensa Biologi

Teknik percetakan bio tiga dimensi (3D) digunakan untuk mencetak dan membentuk tisu tiruan dan membantu dalam bidang kejuruteraan perubatan moden.

Inovasi Malaysia

Salah satu kejayaan inovasi teknologi di Malaysia ialah penghasilan perancah biologi daripada kulit kerang untuk kegunaan rawatan pergigian. Inovasi teknologi di Malaysia diterajui penyelidik daripada universiti dan institusi penyelidikan awam dan swasta.

Sumbangan biologi dalam kehidupan harian

Pengetahuan biologi banyak memberi sumbangan kepada manusia. Berikut adalah beberapa contoh sumbangan biologi dalam kehidupan harian (Gambar foto 1.2).



BIDANG PERUBATAN

Kaedah persenyawaan *in vitro*, perancangan keluarga, pembedahan plastik dan terapi gen.

BIDANG FARMASI

Pembuatan vitamin sintetik, vaksin, hormon insulin dan enzim sintetik.



BIDANG PENGHASILAN MAKANAN

Penggunaan mikroorganisma dalam pembuatan keju, kicap, tapai dan tempe.



BIDANG PERTANIAN

Tanaman dan haiwan transgenik, teknologi hidroponik dan aeroponik.



GAMBAR FOTO 1.2 Sumbangan biologi dalam kehidupan harian

Kerjaya dalam biologi

Saya menggunakan teknologi maklumat untuk menghasilkan ubat-ubatan. Apakah bidang kerjaya saya?



Saya ingin menjadi seorang ahli biologi hidupan liar. Apakah bidang biologi yang perlu saya pilih?



GAMBAR FOTO 1.3 Kerjaya dalam biologi

Praktis Formatif 1.1

- 1 Apakah maksud biologi?
- 2 Senaraikan tiga bidang biologi dan kemajuan dalam bidang berkenaan.
- 3 Pilih satu perkembangan dalam bidang biologi dan bincangkan sumbangan bidang tersebut kepada manusia.
- 4 Namakan lima kerjaya yang berkaitan dengan bidang biologi.

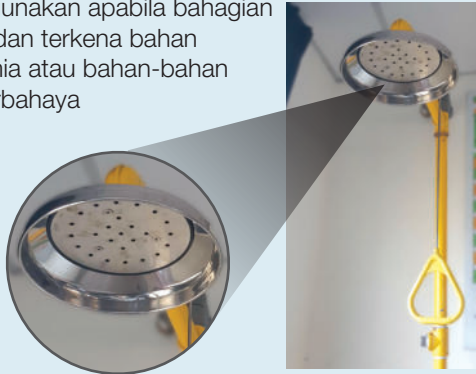


1.2 Keselamatan dan Peraturan dalam Makmal Biologi

Makmal biologi penting untuk menjalankan penyiasatan saintifik. Untuk mengelakkan perkara yang tidak diinginkan berlaku, kita mestilah sentiasa mematuhi peraturan dan langkah-langkah keselamatan dalam makmal biologi. Kita juga mesti mengenali peralatan perlindungan diri yang disediakan serta memahami fungsi-fungsinya.

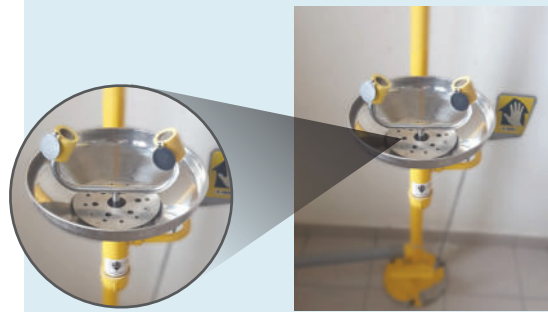
STESEN PANCURAN KECEMASAN

Digunakan apabila bahagian badan terkena bahan kimia atau bahan-bahan berbahaya



STESEN PENCUCI MATA

Digunakan untuk mencuci mata apabila terkena bahan kimia atau bahan-bahan berbahaya



KEBUK WASAP

Untuk mengelakkan daripada terhidu gas-gas yang berbahaya seperti klorin, bromin dan nitrogen dioksida.



KABINET ALIRAN LAMINA

Menyediakan aliran udara yang ditapis di ruang kerja yang bersih di dalam kabinet aliran lamina.



KABINET KESELAMATAN BIOLOGI

Menyediakan ruang kerja yang tertutup untuk mengkaji bahan yang telah (atau berkemungkinan telah) dicemari oleh patogen.



GAMBAR FOTO 1.4 Peralatan dan fungsinya di dalam makmal biologi

**GOGAL**

Untuk mengelakkan mata daripada terkena bahan kimia berbahaya

TOPENG MUKA

Untuk melindungi daripada asap, wap dan habuk yang boleh menjejaskan sistem pernafasan

SARUNG TANGAN MAKMAL

Untuk mengendalikan sampel biologi

PENCUCI TANGAN

Untuk membasmi kuman pada tangan

BAJU MAKMAL

Untuk melindungi badan dan pakaian daripada percikan bahan kimia yang berbahaya

Fikirkan!

Mengapa bahan-bahan tertentu boleh dibuang ke dalam sinki?

Bahan-bahan yang boleh dibuang ke dalam sinki

- Bahan kimia yang mempunyai nilai pH 5–9
- Cecair dan larutan yang mempunyai kepekatan rendah dan tidak berbahaya kepada pengguna (larutan sukrosa, larutan pewarna, air suling)

Bahan-bahan yang tidak boleh dibuang ke dalam sinki

- Sebatian pelarut organik (aseton, alkohol, benzena)
- Nilai pH bahan kurang daripada 5 atau lebih daripada 9
- Bahan kimia (asid, gris, minyak)
- Sisa pepejal (bahan kimia, kaca, getah)
- Logam berat (merkuri)
- Bahan meruap
- Bahan toksik
- Bahan sisa organik (mikroorganisma, bangkai)
- Bahan reaktif
- Bahan radioaktif

Fikirkan!

Mengapa bahan-bahan tertentu tidak boleh dibuang ke dalam sinki?

KASUT MAKMAL

Untuk mengelakkan kecederaan daripada serpihan kaca dan tumpahan bahan kimia

GAMBAR FOTO 1.5 Peralatan perlindungan diri dan fungsinya di dalam makmal biologi

1.2.1

1.2.2

1.2.3

Kaedah mengurus bahan sisa biologi

Selepas menjalankan eksperimen, terdapat bahan sisa yang perlu diuruskan dengan teliti sebelum dibuang. Kaedah menguruskan bahan sisa biologi yang berlainan mengikut Prosedur Operasi Piawai disenaraikan dalam Jadual 1.1.

JADUAL 1.1 Kaedah mengurus bahan sisa biologi

Kategori bahan sisa biologi	Contoh	Kaedah pengurusan
Kategori A (sisa tajam)	Peralatan tajam seperti picagari, jarum, kaca, skalpel dan lain-lain alat tajam yang boleh menyebabkan luka	Dimasukkan ke dalam bekas yang disediakan khas bagi sisa tajam. Bekas ini tidak perlu disterilkan.
Kategori B (sisa tidak tajam)	Sisa pepejal biologi seperti sarung tangan, kertas tisu, piring petri, bekas kultur plastik dan agar yang telah mengeras	Dibungkus dahulu di dalam beg plastik biobahaya tahan autoklaf, disterilkan di dalam autoklaf untuk nyahkontaminasi, dan kemudiannya dimasukkan ke dalam tong biobahaya (Gambar foto 1.6). Beg plastik biobahaya tidak boleh dibuang ke dalam tong sampah biasa.
Kategori C (bangkai haiwan)	Bangkai, organ dan sisa tisu haiwan	Dibungkus dengan rapi menggunakan bahan penyerap (seperti kertas tisu), dibungkus dengan rapi di dalam beg plastik biobahaya dan disejukbeku .
Kategori D (cecair)	Kultur kaldu dan medium cecair seperti darah	Semua sisa cecair biologi mesti dinyahkontaminasi secara autoklaf sebelum dilupus. Sisa cecair biologi yang telah disterilkan perlu dilupuskan dengan segera.

! Perhatian!

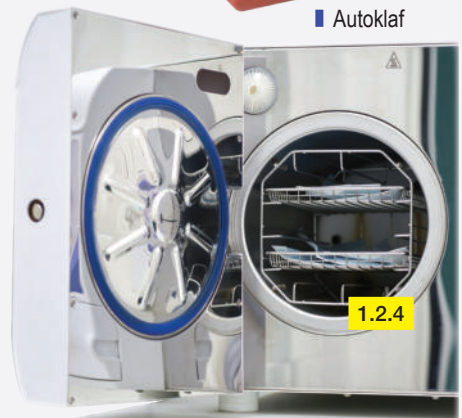
- Nyahkontaminasi secara autoklaf dijalankan pada suhu 121 °C dan tekanan 15 psi selama 20 minit.
- Beg plastik biobahaya yang telah disterilkan di dalam autoklaf dan bekas sisa tajam mestilah disimpan sementara di tempat penyimpanan khas yang terkawal sehingga waktu pelupusan yang telah dijadualkan.

■ Beg plastik biobahaya

■ Bekas sisa tajam



■ Autoklaf



■ Tong biobahaya



GAMBAR FOTO 1.6 Peralatan untuk pengurusan bahan sisa biologi

Kemalangan dalam makmal

Kemalangan di dalam makmal boleh disebabkan oleh kecuai, kelalaian atau kurang kemahiran dalam pelaksanaan eksperimen. Langkah-langkah menguruskan kemalangan dalam makmal adalah seperti berikut.

LANGKAH-LANGKAH MENGURUS TUMPAHAN BAHAN KIMIA AM

1. Maklumkan kepada guru.
2. Jadikan kawasan tumpahan kawasan larangan.
3. Sekat tumpahan bahan kimia daripada merebak dengan menggunakan pasir.
4. Kaut tumpahan bahan kimia dengan menggunakan alat yang sesuai.
5. Buang dengan selamat.



GAMBAR FOTO 1.7 Tumpahan bahan kimia disekat daripada merebak dengan menggunakan pasir

LANGKAH-LANGKAH MENGURUS TUMPAHAN MERKURI

1. Maklumkan kepada guru.
2. Jadikan kawasan tumpahan kawasan larangan.
3. Tabur serbuk sulfur untuk menutupi tumpahan merkuri.
4. Hubungi pihak bomba.

Amalan-amalan dalam makmal biologi

Makmal biologi ialah suatu tempat pembelajaran dan penyelidikan. Namun begitu, terdapat peraturan keselamatan umum yang perlu sentiasa diamalkan oleh murid.

ETIKA PAKAIAN

Guna baju makmal, sarung tangan, kasut dan gogal keselamatan mengikut kesesuaian.

PERATURAN KESELAMATAN MAKMAL

- Dilarang bekerja bersendirian di dalam makmal tanpa pengawasan.
- Basuh tangan selepas menjalankan eksperimen.
- Dilarang membawa masuk barang yang tidak berkaitan ke dalam makmal.
- Bersihkan tempat bekerja dengan disinfektan.
- Buang sisa mengikut prosedur yang telah ditetapkan.
- Dilarang makan dan minum di dalam makmal.
- Kenal pasti semua simbol keselamatan pada bahan dan peralatan sebelum digunakan.

Zon Aktiviti

Cari maklumat tentang langkah mengurus kemalangan dalam makmal yang ditetapkan oleh agensi:

- (i) *Malaysian Biosafety and Biosecurity Association (MBBA).*
- (ii) *National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).*

LANGKAH KESELAMATAN BERHUBUNG KEBAKARAN

- Hentikan kerja serta-merta dan matikan semua punca elektrik berdekatan serta cabutkan palam.
- Keluar dari makmal mengikut laluan pelan kecemasan yang ditetapkan.
- Hubungi pihak bomba.
- Jangan cemas dan tolak-menolak.
- Jangan berpatah balik untuk mengambil barang yang tertinggal.
- Berkumpul di tempat yang telah ditetapkan.

PENGENDALIAN BARANGAN KACA DAN BAHAN KIMIA

- Berjaga-jaga apabila mengendalikan barangan kaca panas.
- Laporkan sebarang kerosakan peralatan atau barangan kaca kepada guru dengan segera.
- Jauhkan bahan kimia mudah terbakar daripada sumber nyalaan api.
- Dilarang menyentuh, merasa dan menghidu bahan kimia secara langsung.

PENGENDALIAN SPESIMEN HIDUP

- Guna sarung tangan yang sesuai ketika mengendalikan spesimen biologi.
- Spesimen yang tidak berbahaya dan telah dibedah hendaklah ditanam atau disejukkan.
- Cuci tangan dengan bahan pencuci antiseptik sebelum dan selepas eksperimen.
- Semua permukaan dan tempat kerja hendaklah dibersihkan dengan disinfektan sebelum meninggalkan makmal.

BANTUAN KECEMASAN

Prosedur berikut perlu dipatuhi sekiranya berlaku kemalangan:

- Maklumkan kepada guru.
- Hubungi talian kecemasan.
- Pindahkan mangsa dari tempat kejadian.
- Beri rawatan kecemasan.
- Jadikan tempat kemalangan kawasan larangan.

Amalan Sikap Saintifik dan Nilai Murni

Amalan sikap saintifik dan nilai murni semasa menjalankan penyiasatan saintifik:

- **Minat** dan **sifat ingin tahu** tentang alam sekeliling.
- **Jujur** dan **tepat** dalam merekod serta mengesahkan data.
- **Rajin** dan **tabah** dalam menjalankan sesuatu kajian.
- **Bertanggungjawab** terhadap keselamatan diri dan rakan serta terhadap alam sekitar.
- Menghargai dan mengamalkan kehidupan yang bersih dan sihat.
- Menghargai sumbangan sains dan teknologi.
- Berfikiran **kritis** dan **analitis**.

Praktis Formatif 1.2

1 Nyatakan tiga contoh peralatan perlindungan diri di dalam makmal serta fungsinya.

2 Selepas menjalankan eksperimen, anda diberi tugas untuk menguruskan bahan sisa biologi kategori B (sisa tidak tajam). Fikirkan cara yang terbaik agar bahan sisa biologi tersebut tidak menjejaskan alam sekitar.

3 Suatu kemalangan telah berlaku di dalam makmal melibatkan tumpahan merkuri. Terangkan langkah-langkah menguruskan tumpahan merkuri.

4 Bahan kimia perlu dikendalikan dengan cermat untuk mengelakkan daripada terjadinya kemalangan yang tidak diingini. Senaraikan langkah-langkah pengendalian bahan kimia yang betul.

1.3 Berkomunikasi dalam Biologi

Ahli biologi yang menjalankan penyelidikan perlu berkomunikasi mengenai hasil-hasil penemuan mereka. Komunikasi dalam biologi banyak melibatkan jadual, graf dan lukisan biologi.

Jadual



TMK 1.2

Video: Cara melukis graf
(Dicapai pada 21 Ogos 2019)

Jadual digunakan untuk merekod dan mempersembahkan data. Apabila anda menjalankan penyiasatan, data eksperimen perlu direkod dalam jadual yang sesuai. Jadual membolehkan anda menyusun data secara sistematik untuk memudahkan perbandingan.

Tajuk-tajuk dalam jadual terdiri daripada pemboleh ubah dimanipulasikan dan pemboleh ubah bergerak balas berserta unit.

- Pemboleh ubah dimanipulasikan diletakkan dalam lajur di sebelah kiri.
- Pemboleh ubah bergerak balas diletakkan dalam lajur di sebelah kanan.

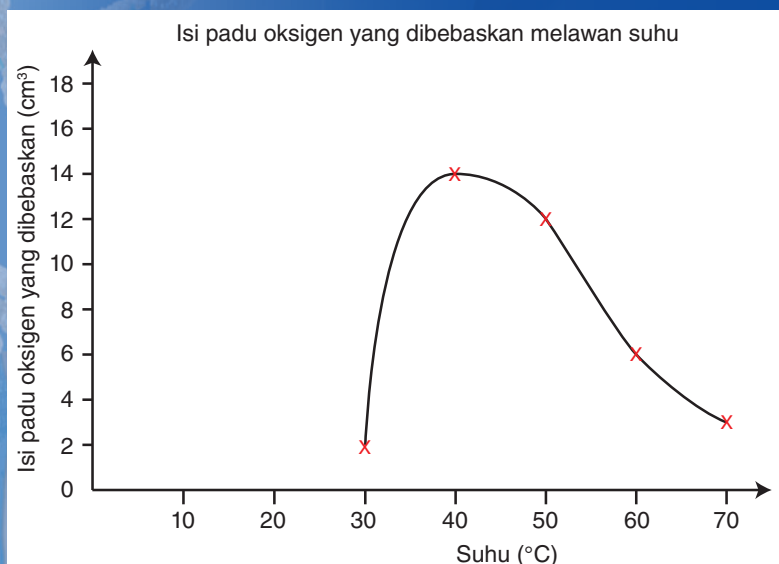
JADUAL 1.2 Isi padu oksigen yang dibebaskan oleh tumbuhan air pada suhu berlainan

Suhu (°C)	Isi padu oksigen yang dibebaskan (cm ³)
30	2.0
40	14.0
50	12.0
60	6.0
70	3.0

Jadual 1.2 menunjukkan contoh jadual untuk eksperimen kesan suhu berlainan (pemboleh ubah dimanipulasikan) terhadap isi padu oksigen (O₂) yang dibebaskan oleh tumbuhan air (pemboleh ubah bergerak balas).

Graf

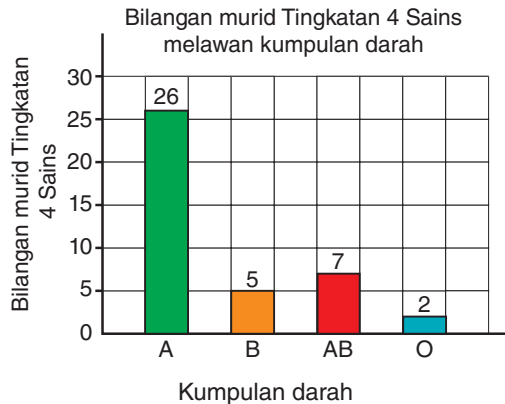
Hubungan antara pemboleh ubah dimanipulasikan dan pemboleh ubah bergerak balas dapat digambarkan dalam bentuk graf. Terdapat beberapa jenis graf seperti graf garis, carta bar dan histogram. Graf garis yang ditunjukkan di dalam Rajah 1.1 adalah berdasarkan data Jadual 1.2.



RAJAH 1.1 Contoh graf garis

KAEDAH UMUM MELUKIS GRAF

- Pemboleh ubah bergerak balas diwakili oleh paksi menegak (paksi-y) dan pemboleh ubah dimanipulasikan diwakili oleh paksi mendatar (paksi-x).
- Skala pada paksi harus seragam.
- Tanda titik dengan simbol yang sesuai seperti 'x'.
- Tajuk untuk graf: "Graf (pemboleh ubah bergerak balas) melawan (pemboleh ubah dimanipulasikan)".



RAJAH 1.2 Contoh carta bar

Perhatian!

Tajuk graf mesti ditulis iaitu "<Label paksi Y> melawan <label paksi X>".

Histogram menunjukkan taburan data secara visual dan kekerapan sesuatu nilai dalam suatu kumpulan data.

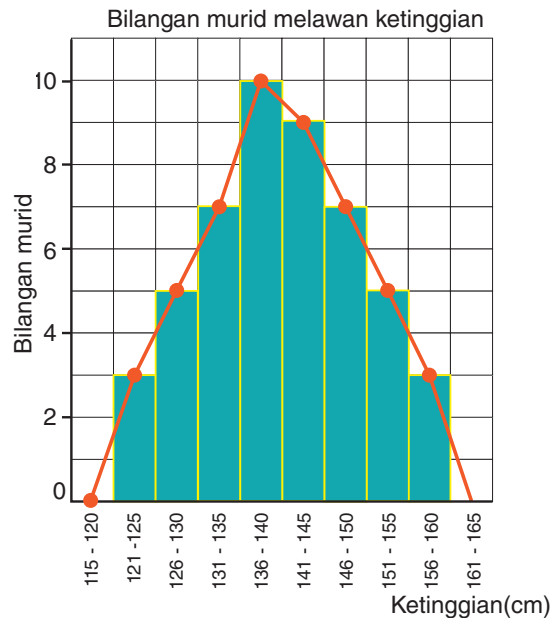
KAEDAH MELUKIS HISTOGRAM

- Lukis dua paksi iaitu paksi mendatar/X untuk mewakili data yang telah dibahagikan kepada kumpulan mengikut sela yang sesuai dan paksi menegak/Y untuk menunjukkan kekerapan.
- Masukkan label dan unit paksi.
- Saiz atau lebar palang hendaklah sama untuk semua sela kelas dan tiada jarak antara palang.

Carta bar (carta palang) mempersembahkan data menggunakan palang menegak yang tidak bercantum antara satu sama lain.

KAEDAH MELUKIS CARTA BAR (CARTA PALANG)

- Lukis dua paksi iaitu paksi mendatar/X untuk mewakili pemboleh ubah dimanipulasikan dan paksi menegak/Y bagi menunjukkan pemboleh ubah bergerak balas.
- Setiap lebar palang perlu seragam.
- Tinggi palang bergantung pada kekerapan atau frekuensi sesuatu data.
- Carta bar digunakan untuk membuat perbandingan antara dua atau lebih perkara pada sesuatu masa.



RAJAH 1.3 Contoh histogram

Lukisan biologi

Lukisan biologi mestilah tepat untuk memberi gambaran tepat sesuatu spesimen yang diperhatikan.

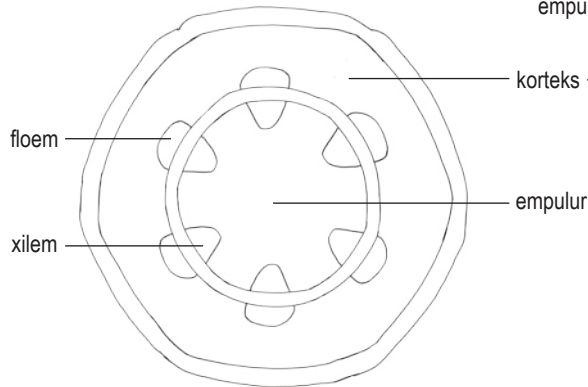
Ciri-ciri lukisan biologi

- Besar dan tepat; gunakan pensel yang tajam dan bukan pensel warna atau pen.
- Tidak berlorek secara artistik.
- Garisan lukisan perlulah jelas, bersih, berterusan dan tidak terputus-putus. Jangan gunakan pembaris untuk melukis garis bentuk spesimen.

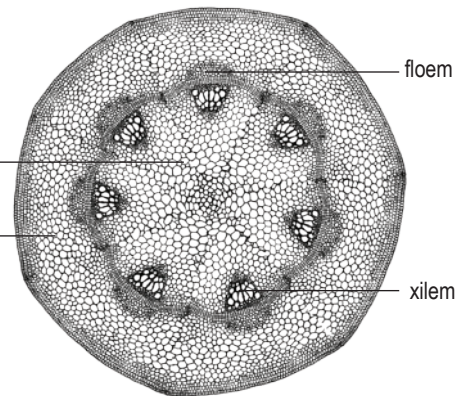
- Lukisan mesti berlabel. Garis label mesti tertuju pada struktur yang betul, tiada kepala anak panah, mestilah lurus dan tidak bersilang antara satu sama lain.
- Lukisan harus mempunyai tajuk.
- Setiap struktur dalam lukisan mesti terletak pada kedudukan yang betul dan saiznya berkadaran dengan semua struktur yang lain.
- **Lukisan pelan** ialah lukisan garisan yang menunjukkan garis bentuk struktur.
- **Lukisan terperinci** menunjukkan sel-sel dalam struktur.
- **Faktor pembesaran** lukisan mesti dinyatakan, misalnya

$$\frac{\text{Panjang lukisan dalam cm}}{\text{Panjang spesimen dalam cm}} = \frac{2.4}{1.2} = 2x$$

Jadi, faktor pembesaran adalah 2x.



■ (a) Lukisan pelan



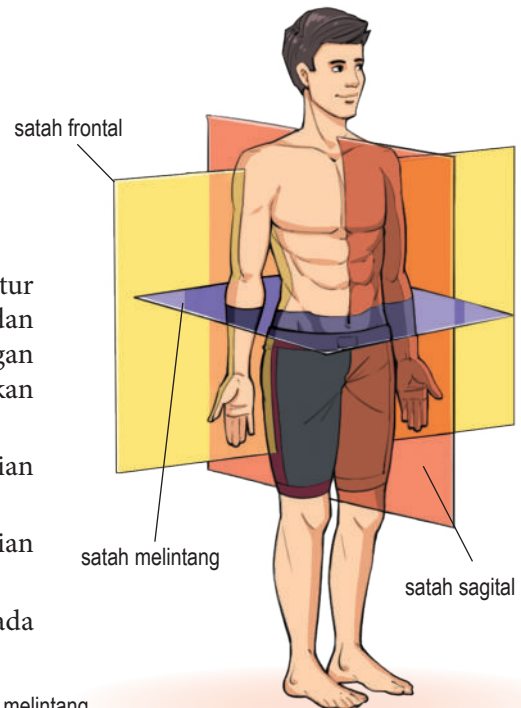
■ (b) Lukisan terperinci

RAJAH 1.4 Contoh (a) lukisan pelan dan (b) lukisan terperinci keratan rentas batang dikotiledon

Satah, keratan dan arah

Dalam bidang biologi, kajian dan pemerhatian struktur organisma dilakukan berdasarkan **satah**, **keratan** dan **arah**. **Satah** merujuk kepada permukaan rata bayangan yang melintasi badan. Tiga satah utama yang digunakan (Rajah 1.5):

- **satah sagital** (membahagikan tubuh kepada bahagian kiri dan kanan)
- **satah frontal** (membahagikan tubuh kepada bahagian depan dan belakang)
- **satah melintang** (membahagikan tubuh kepada bahagian atas dan bawah)



RAJAH 1.5 Satah sagital, frontal dan melintang



■ Keratan membujur



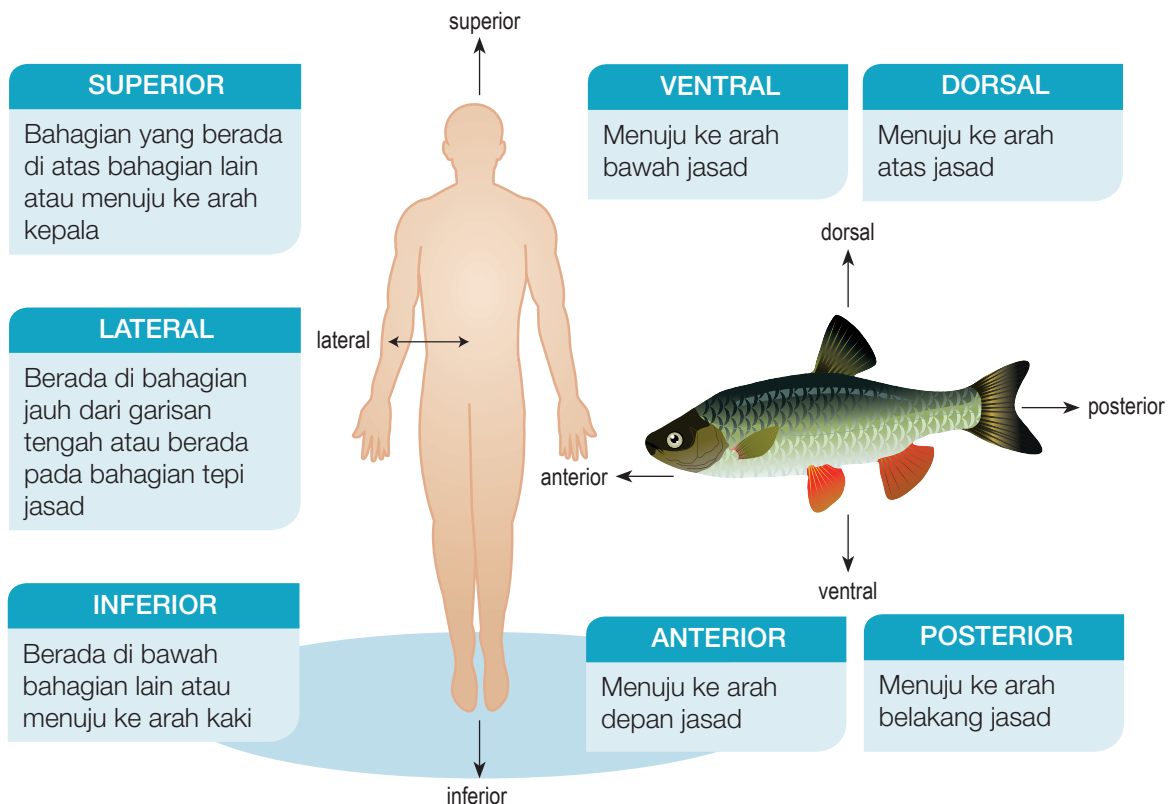
■ Keratan rentas/melintang

GAMBAR FOTO 1.8

Keratan membujur dan keratan rentas lobak merah

Keratan rentas membahagikan struktur kepada bahagian atas dan bawah secara melintang manakala **keratan membujur** membahagikan struktur kepada bahagian kiri dan kanan (Gambar foto 1.8).

Banyak lukisan anatomi haiwan dan tumbuhan perlu dilabelkan dengan arah. Semua vertebrata mempunyai pelan badan asas yang sama dan bersifat simetri. Arah terdiri daripada **anterior**, **ventral**, **posterior**, **dorsal**, **superior**, **inferior** dan **lateral**. Dengan mempelajari arah dalam biologi, anda boleh mengenal pasti orientasi vertebrata yang dinyatakan.



RAJAH 1.6 Arah dalam biologi

1.4 Penyasatan Saintifik dalam Biologi

Penyasatan saintifik membuktikan kesahihan sesuatu hipotesis yang telah dibuat. Berikut adalah langkah-langkah untuk menjalankan penyasatan saintifik.

- 1 Mengenal pasti masalah yang boleh diuji dengan penyasatan saintifik
- 2 Membina hipotesis
- 3 Mengenal pasti dan mengawal pemboleh ubah serta kaedah pengumpulan data
- 4 Merancang dan menjalankan penyasatan saintifik
- 5 Mengumpul data
- 6 Menginterpretasi data dan keputusan melalui penaakulan saintifik
- 7 Membuat kesimpulan
- 8 Menulis laporan

Setelah selesai menjalankan eksperimen, anda perlu menulis laporan untuk membuktikan bahawa eksperimen telah dijalankan. Jika laporan tidak dibuat, eksperimen anda tidak akan bermakna. Berikut ialah satu contoh kerangka laporan eksperimen.

Aktiviti 1.1

Kesan aktiviti terhadap kadar denyutan nadi murid

Eksperimen

Pernyataan masalah

Apakah kesan aktiviti cergas terhadap kadar denyutan nadi murid?

Hipotesis

Kadar denyutan nadi murid meningkat selepas aktiviti cergas.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Aktiviti cergas

Bergerak balas: Kadar denyutan nadi murid

Dimalarkan: Murid

Bahan dan radas

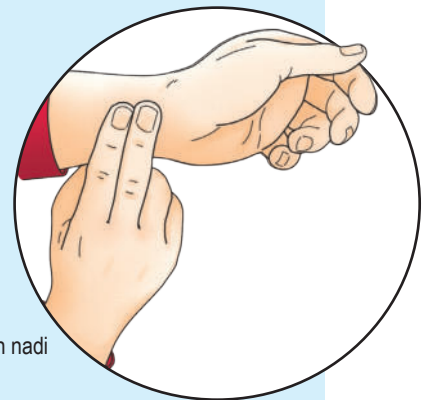
Jam randik

Spesimen

Murid

Prosedur

- 1 Hitung denyutan nadi murid selama seminit sebelum menjalankan aktiviti.
- 2 Denyutan nadi dihitung dengan meletakkan dua jari di atas pergelangan tangan.
- 3 Murid melakukan aktiviti cergas selama tiga minit.
- 4 Selepas aktiviti cergas dijalankan, hitung denyutan nadi murid semula selama seminit.
- 5 Rekodkan keputusan dalam jadual berikut.



Mengukur kadar denyutan nadi

Keputusan

Murid	Kadar denyutan nadi (bilangan denyutan nadi per minit)	
	Sebelum aktiviti cergas	Selepas aktiviti cergas
A		
B		

! Perhatian!

Pastikan murid duduk dalam keadaan senyap semasa denyutan nadi diambil.

Perbincangan

- 1 Nyatakan hubungan antara kadar denyutan nadi murid dengan aktiviti cergas.
- 2 Terangkan mengapa kadar denyutan nadi meningkat selepas melakukan aktiviti cergas.

Kesimpulan

Berdasarkan keputusan, nyatakan sama ada hipotesis diterima atau ditolak.

Laporan

Sediakan laporan lengkap berdasarkan eksperimen yang dijalankan.

! Perhatian!

Pastikan murid yang mempunyai masalah kesihatan seperti masalah pernafasan dan kardiovaskular tidak mengambil bahagian dalam aktiviti ini.

Praktis Formatif 1.3

- 1 Jadual di bawah menunjukkan keputusan eksperimen kesan kepekatan substrat terhadap kadar tindak balas biokimia.

Tabung uji	Kepekatan kanji (%)	Tempoh masa untuk hidrolisis kanji lengkap (minit)	Kadar hidrolisis kanji (% minit ⁻¹)
A	1.0	2.5	0.4
B	2.0	3.0	0.7
C	3.0	3.5	0.9
D	4.0	4.0	1.0

- (a) Berdasarkan jadual di atas, kenal pasti pemboleh ubah dimanipulasikan dan pemboleh ubah bergerak balas.

- (b) Lukiskan graf kadar hidrolisis kanji melawan kepekatan kanji dengan skala dan unit yang betul.



- 2 Nyatakan lima ciri yang perlu ada dalam lukisan biologi.
- 3 Nyatakan tiga jenis satah utama yang digunakan untuk pemerhatian struktur organisma.
- 4 Senaraikan langkah-langkah yang terdapat dalam penyiasatan saintifik.



Rumusan

PENGENALAN KEPADA BIOLOGI DAN PERATURAN MAKMAL

Bidang Biologi dan Kerjaya

- Maksud biologi
- Kemajuan dalam bidang biologi
- Sumbangan biologi dalam kehidupan
- Kerjaya dalam biologi

Keselamatan dan Peraturan dalam Makmal

- Peralatan perlindungan diri dan fungsinya
- Kaedah mengurus bahan sisa biologi
- Amalan-amalan keselamatan dalam makmal biologi

Berkomunikasi dalam Biologi

- Jadual
- Graf
- Carta bar
- Histogram
- Lukisan biologi
- Satah, keratan dan arah

Penyiasatan Saintifik dalam Biologi

Langkah-langkah dalam penyiasatan saintifik



Refleksi Kendiri

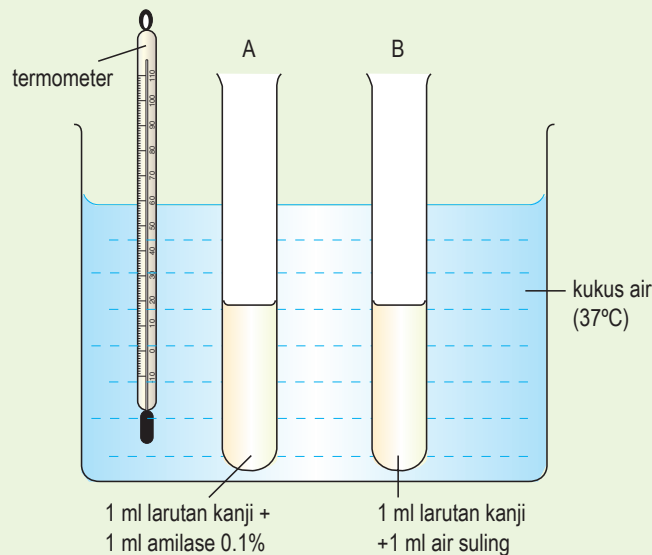
Adakah anda telah menguasai konsep penting yang berikut?

- Maksud biologi
- Bidang kajian biologi, kerjaya dan kemajuan dalam bidang berkaitan
- Perkembangan bidang biologi dan sumbangan teknologi biologi kepada manusia
- Kerjaya yang berkaitan dengan bidang biologi
- Peralatan perlindungan diri serta fungsinya
- Bahan yang boleh dibuang ke dalam sinki
- Bahan yang tidak boleh dibuang ke dalam sinki
- Kaedah mengurus bahan sisa biologi
- Langkah-langkah mengurus kemalangan dalam makmal
- Amalan-amalan dalam makmal biologi
- Jadual berdasarkan data eksperimen yang dijalankan
- Graf yang sesuai berdasarkan data eksperimen yang dijalankan
- Lukisan biologi berdasarkan pemerhatian yang dibuat
- Satah badan, keratan dan istilah arah dalam organisma
- Eksperimen untuk menyelesaikan masalah dengan menggunakan kaedah penyiasatan saintifik



Praktis Sumatif 1

- 1 Kenapa anda tidak dibenarkan memakai selipar ketika berada di dalam makmal?
- 2 Berikan maksud
 - (a) keratan rentas
 - (b) keratan membujur
- 3 Bincangkan kaedah-kaedah pengurusan bahan sisa biologi.
- 4 Huraikan peringkat-peringkat yang terlibat dalam penyiasatan saintifik.
- 5 (a) Satu eksperimen telah dijalankan untuk menunjukkan hidrolisis kanji oleh enzim amilase. Radas eksperimen disediakan seperti dalam Rajah 1. Selepas 1 jam, sampel daripada setiap tabung uji diuji menggunakan ujian iodin.



RAJAH 1

- (i) Kenal pasti pernyataan masalah untuk eksperimen ini.
 - (ii) Nyatakan hipotesis yang sesuai untuk eksperimen ini.
 - (iii) Kenal pasti pemboleh ubah dimanipulasikan, pemboleh ubah bergerak balas dan pemboleh ubah dimalarkan.
- (b) Seorang murid telah menumpahkan asid hidroklorik semasa menjalankan eksperimen. Apakah tindakan yang seharusnya diambil oleh murid tersebut?

Soalan Esei

6



RAJAH 2

- (a) Rajah 2 menunjukkan kemalangan di dalam makmal biologi akibat dua orang murid bermain api semasa menjalankan eksperimen. Kemalangan itu menyebabkan baju salah seorang murid itu terbakar. Terangkan apa yang harus dilakukan oleh rakan mangsa.
- (b) Azlin sedang menjalankan satu eksperimen yang melibatkan penggunaan termometer. Secara tidak sengaja, dia telah menjatuhkan termometer ke lantai dan termometer tersebut pecah. Apakah langkah-langkah yang perlu diambil oleh Azlin dalam mengendalikan sisa merkuri yang tertumpah? Terangkan jawapan anda.
- (c) Rancang satu eksperimen untuk mengkaji kesan kehadiran gula terhadap pertumbuhan yis.

Sudut Pengayaan



- 7 Kemunculan Revolusi Industri 4.0 sudah mula mengubah cara kita bekerja dan cara hidup kita. Pelbagai industri kini mengalami perubahan mendadak dan sekali gus mengubah bentuk pekerjaan yang berkaitan. Pada pendapat anda, apakah kesan Revolusi Industri 4.0 terhadap kehidupan harian? Wajarkan pendapat anda.



- 8 Sekiranya anda diberi satu tugas oleh guru anda untuk mengumpul maklumat tentang perkembangan teknik kultur tisu di Malaysia, cadangkan langkah-langkah yang perlu diambil untuk menyiapkan tugas anda.



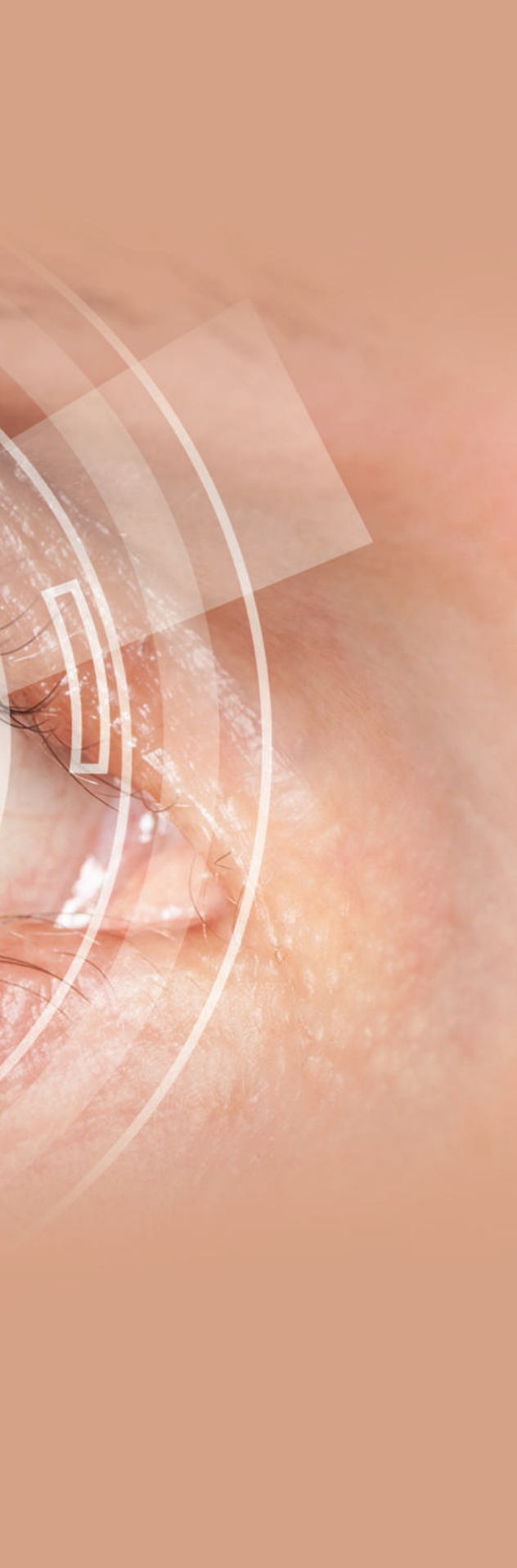
Jawapan lengkap boleh
didapati dengan mengimbas
kod QR yang disediakan

BAB 2 Biologi Sel dan Organisasi Sel

***Sel manakah
mempunyai jangka
hayat paling lama?***

Tahukah ANDA...

- Apakah komponen sel tumbuhan dan sel haiwan?
- Apakah proses hidup yang dijalankan oleh organisma unisel?
- Apakah hubungan kait struktur sel khusus dengan fungsi sel?
- Apakah urutan aras organisasi dalam organisma multisel?



2.1 Struktur dan Fungsi Sel

- 2.1.1 Menyediakan slaid sel haiwan dan sel tumbuhan.
- 2.1.2 Mengenal pasti struktur sel haiwan dan sel tumbuhan berdasarkan pemerhatian menerusi mikroskop cahaya.
- 2.1.3 Menganalisis komponen dalam sel haiwan dan sel tumbuhan seperti yang dilihat pada mikrogram.
- 2.1.4 Menyatakan fungsi utama komponen dalam sel haiwan dan sel tumbuhan seperti yang dilihat pada mikrogram.
- 2.1.5 Membanding dan membezakan komponen antara sel haiwan dengan sel tumbuhan.

2.2 Proses Hidup Organisma Unisel

- 2.2.1 Mengkonsepsikan proses hidup organisma unisel seperti *Amoeba* sp. dan *Paramecium* sp.
- 2.2.2 Mengitlak proses hidup organisma unisel yang dilihat menerusi mikroskop cahaya.

2.3 Proses Hidup Organisma Multisel

- 2.3.1 Menghubung kait keunikan struktur sel khusus dengan fungsi sel dalam organisma multisel.
- 2.3.2 Mengenal pasti sel khusus dalam organisma multisel.
- 2.3.3 Mencerakinkan kepadatan komponen sel tertentu dengan fungsi sel khusus dalam organisma multisel.
- 2.3.4 Menghuraikan kesan kekurangan, ketiadaan atau kegagalan fungsi suatu komponen sel bagi sel tertentu dalam organisma multisel.

2.4 Aras Organisasi

- 2.4.1 Membuat urutan aras organisasi dalam organisma multisel.
- 2.4.2 Mengenal pasti sel, tisu atau organ dalam suatu sistem organ.
- 2.4.3 Berkomunikasi tentang sistem organ dengan fungsi utamanya dalam organisma multisel.

2.1 Struktur dan Fungsi Sel

Anda tentu masih ingat bentuk sel yang anda pelajari di Tingkatan 1. Seperti sarang lebah yang terdiri daripada unit-unit berbentuk heksagon yang bercantum, semua benda hidup juga dibina daripada sel-sel yang bergabung bersama. **Sel** merupakan unit asas semua benda hidup. Mari kita mengkaji struktur sel haiwan dan sel tumbuhan menerusi mikroskop cahaya.

Aktiviti 2.1

Menyediakan dan mengkaji slaid sel tumbuhan

Pemerhatian

Bahan

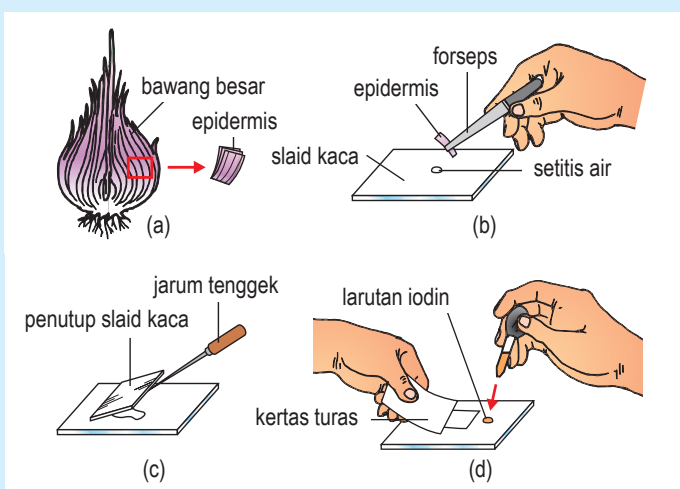
Sebiju bawang besar, larutan iodin, air suling dan kertas turas

Radas

Slaid kaca, penutup slaid kaca, mikroskop cahaya, skalpel, forceps, penitis dan jarum tenggek

Prosedur

- 1 Dapatkan sehelai daun sisik daripada sebiju bawang besar (a).
- 2 Tanggalkan epidermis lutchahaya dari sebelah dalam daun sisik itu dengan menggunakan skalpel.
- 3 Letakkan setitis air pada bahagian tengah slaid dan letak epidermis bawang dalam air (b).
- 4 Dengan bantuan jarum tenggek, tutup epidermis bawang dengan penutup slaid kaca yang diletak pada sudut 45° kepada slaid dan turunkan secara perlahan-lahan. Slaid sementara spesimen ini disebut **lekapan basah**. Pastikan tiada gelembung udara terperangkap di dalam lekapan basah (c) slaid dan epidermis daun tidak berlipat.
- 5 Titiskan setitis larutan iodin di satu sisi penutup slaid kaca. Letak kertas turas di hujung penutup slaid kaca yang bertentangan untuk menarik titisan larutan iodin supaya meresap dan mewarnakan keseluruhan epidermis bawang. Teknik ini dikenali sebagai **teknik pengairan** (d).



Penyediaan slaid sel tumbuhan

! Perhatian!

Gelembung udara yang terperangkap di bawah penutup slaid kaca boleh dikeluarkan dengan mengetuknya dengan bahagian hujung pensel.



- 6 Gunakan sehelai kertas turas untuk menyerap larutan iodin dan air yang berlebihan.
- 7 Perhatikan slaid menerusi mikroskop cahaya dengan kanta objektif kuasa rendah dan kemudian dengan kanta objektif kuasa tinggi.
- 8 Lukis struktur sel epidermis yang dapat diperhatikan dan labelkan dengan lengkap. Rekod kuasa pembesaran yang digunakan.

Perbincangan

- 1 Apakah komponen sel yang dapat diperhatikan menerusi mikroskop cahaya?
- 2 Adakah sel tumbuhan mempunyai bentuk yang tetap?
- 3 Namakan satu lagi jenis tumbuhan yang boleh digunakan dalam aktiviti ini untuk menggantikan bawang.

Kesimpulan

Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai untuk pemerhatian ini.

Dengan menggunakan kaedah penyediaan slaid yang sama, sediakan slaid sel pipi (slaid haiwan) dengan menggunakan larutan metilena biru sebagai pewarna.

Aktiviti 2.2

Menyediakan dan mengkaji slaid sel haiwan

Pemerhatian

Bahan

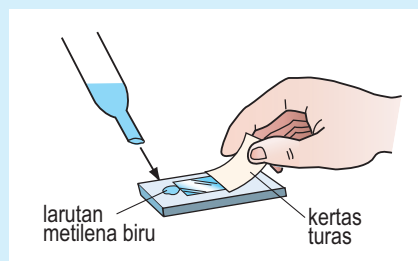
Sel haiwan (sel pipi), larutan metilena biru, air suling, kertas turas dan pencungkil gigi

Radas

Slaid kaca, penutup slaid kaca, mikroskop cahaya, penitis dan jarum tenggek

Prosedur

- 1 Kikis bahagian dalam pipi secara perlahan-lahan menggunakan sebatang pencungkil gigi yang tumpul.
- 2 Pindahkan kikisan ke dalam titisan air di atas slaid kaca yang bersih dan tutup dengan penutup slaid kaca.
- 3 Warnakan sel pipi dengan larutan metilena biru menggunakan teknik pengairan.
- 4 Periksa sel pipi menerusi mikroskop cahaya. Lukis sel pipi dan struktur sel yang dapat diperhatikan. Rekod kuasa pembesaran yang digunakan.



Penyediaan slaid sel haiwan

Perbincangan

- 1 Apakah struktur sel yang boleh diperhatikan menerusi mikroskop cahaya?
- 2 Adakah sel pipi manusia mempunyai bentuk tetap?
- 3 Bolehkah anda melihat bintil berwarna biru tua pada sel pipi?
- 4 Apakah persamaan antara sel haiwan dan sel tumbuhan? Apakah struktur yang hadir dalam sel bawang tetapi tidak hadir dalam sel pipi?

Kesimpulan

Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai untuk pemerhatian ini.

Komponen dalam sel haiwan dan sel tumbuhan

MITOKONDRION

- Komponen sel berbentuk rod atau sfera
- Terdiri daripada dua lapisan membran, iaitu membran luar yang licin dan membran dalam yang berlipat-lipat
- Mengandungi enzim yang terlibat dalam respirasi sel

Fungsi:

- Tapak penjaan tenaga melalui proses pengoksidaan glukosa semasa respirasi sel
- Tenaga dijana dalam bentuk molekul ATP (adenosina trifosfat) untuk digunakan oleh sel

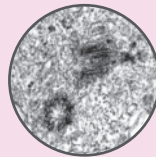


SENTRIOL

- Struktur silinder kecil yang wujud secara berpasangan dalam sel haiwan
- Terdiri daripada susunan mikrotubul kompleks
- Tidak wujud dalam sel tumbuhan

Fungsi:

Membentuk gentian gelendong semasa pembahagian sel dalam sel haiwan

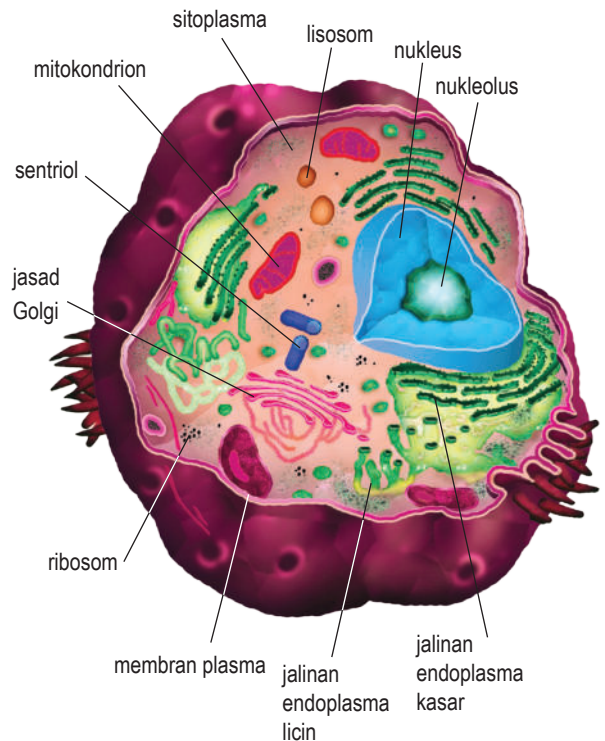
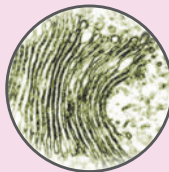


JASAD GOLGI

- Terdiri daripada satu timbunan kantung pipih selari yang setiap satunya dilapisi oleh membran unit tunggal
- Membran baharu ditambah pada satu hujung jasad Golgi dan vesikel digentingkan dari hujung yang satu lagi.

Fungsi:

Memproses, mengubah suai, membungkus dan mengangkut bahan kimia seperti protein, karbohidrat dan glikoprotein (gabungan karbohidrat dengan protein)



RAJAH 2.1 Sel haiwan

MEMBRAN PLASMA

- Membran luar yang menyelaputi keseluruhan kandungan sel
- Dibina daripada protein dan fosfolipid
- Selaput nipis dan kenyal
- Bersifat telap memilih

Fungsi:

- Mengasingkan kandungan sel daripada persekitaran luar
- Mengawal pergerakan bahan ke dalam dan ke luar sel
- Membenarkan pertukaran nutrien, gas respirasi dan bahan buangan antara sel dan persekitarannya



LISOSOM

- Kantung sfera kecil yang diselaputi oleh membran tunggal
- Mengandungi enzim lisozim (enzim pencernaan)

Fungsi:

- Menghidrolisis molekul organik kompleks seperti protein, asid nukleik dan lipid
- Menguraikan bakteria dan komponen sel yang rosak

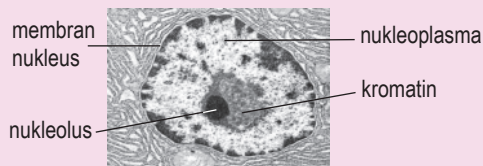


NUKLEUS

- Komponen paling besar dalam sel
- Berbentuk sfera, padat dan dilingkungi membran nukleus yang mempunyai liang
- Nukleus mengandungi kromosom, nukleolus dan nukleoplasma.

Fungsi:

- Mengawal segala aktiviti sel
- Mempunyai kromosom yang mengandungi asid deoksiribonukleik (DNA). DNA menentukan ciri sel dan fungsi metabolisme

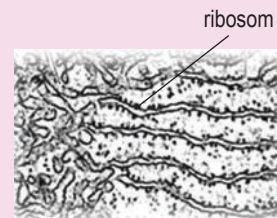


RIBOSOM

- Granul kecil, padat dan berbentuk sfera
- Terdiri daripada protein dan asid ribonukleik (RNA)
- Ribosom terdapat pada permukaan jalinan endoplasma kasar atau wujud bebas dalam sitoplasma.

Fungsi:

Merupakan tapak sintesis protein

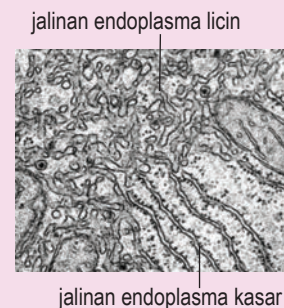


JALINAN ENDOPLASMA

- Terdiri daripada satu sistem rongga ceper berlipat yang bersambungan
- Membran jalinan endoplasma membentuk jalinan berterusan dengan membran nukleus.
- Terdapat dua jenis jalinan endoplasma:
 - Jalinan endoplasma kasar mempunyai ribosom yang terlekat pada permukaannya
 - Jalinan endoplasma licin tidak mempunyai ribosom

Fungsi:

- Sistem pengangkutan bahan dalam sel
- Menyediakan permukaan luas untuk perlekatan enzim dan tindak balas biokimia
- Jalinan endoplasma kasar mengangkut protein yang disintesis oleh ribosom.
- Jalinan endoplasma licin mensintesis dan mengangkut gliserol dan lipid serta menjalankan detoksifikasi dadah dan hasil sampingan metabolisme.

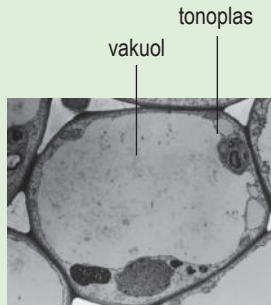


VAKUOL

- Kantung berisi cecair iaitu sap sel.
- Vakuol dikelilingi oleh membran tonoplas.
- Sel tumbuhan muda mempunyai banyak vakuol bersaiz kecil manakala sel tumbuhan matang mempunyai vakuol bersaiz besar.
- Vakuol bagi sel haiwan adalah kecil.
- Sap sel mengandungi air, asid organik, gula, asid amino, enzim, garam mineral, oksigen, karbon dioksida dan hasil sampingan metabolisme.

Fungsi:

- Air meresap ke dalam vakuol sel tumbuhan dan sel menjadi segar.
- Dalam haiwan unisel, vakuol mengecut terlibat dalam proses pengosmokawalaturan, osmosis dan perkumuhan.

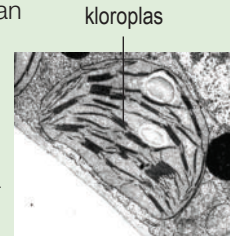


KLOROPLAS

- Berbentuk bujur
- Terdiri daripada dua lapisan membran
- Mengandungi pigmen klorofil pada grana yang memberikan warna hijau kepada tumbuhan

Fungsi:

Klorofil menyerap cahaya matahari dan menukarkannya kepada tenaga kimia semasa fotosintesis.

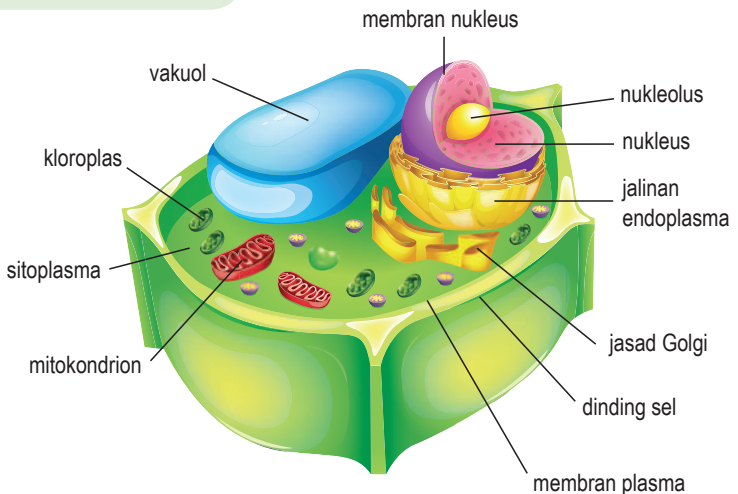


SITOPLASMA

- Terdiri daripada medium seperti jeli yang mengandungi komponen sel terampai
- Mengandungi sebatian organik (seperti protein, lipid dan karbohidrat) serta sebatian tak organik (seperti ion kalium)

Fungsi:

Bertindak sebagai medium bagi tindak balas biokimia dalam sel



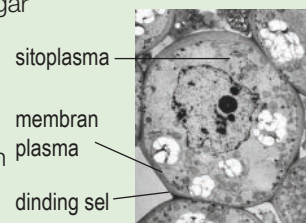
RAJAH 2.2 Sel tumbuhan

DINDING SEL

- Satu lapisan luar yang kuat dan tegar
- Dibina daripada gentian selulosa
- Bersifat telap sepenuhnya

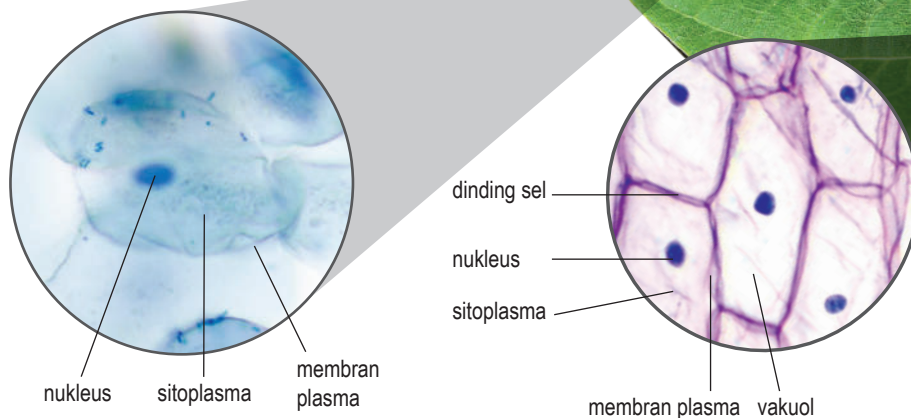
Fungsi:

- Mengekalkan bentuk sel tumbuhan
- Memberikan sokongan mekanikal kepada sel tumbuhan



Perbandingan dan perbezaan komponen antara sel haiwan dan sel tumbuhan

Anda telah mempelajari mengenai komponen sel haiwan dan tumbuhan. Apakah persamaan dan perbezaan komponen antara sel haiwan dan tumbuhan?



GAMBAR FOTO 2.1 Struktur sel tumbuhan dan haiwan menerusi mikroskop cahaya

PERSAMAAN

Kedua-dua sel mempunyai nukleus, sitoplasma, membran plasma, jasad Golgi, mitokondrion, jalinan endoplasma dan ribosom.

SEL TUMBUHAN

- Bentuk sel tetap
- Mempunyai dinding sel
- Mempunyai kloroplas
- Mempunyai vakuol yang bersaiz besar
- Simpanan karbohidrat dalam bentuk kanji
- Tidak mempunyai sentriol

PERBEZAAN

SEL HAIWAN

- Bentuk sel tidak tetap
- Tidak mempunyai dinding sel
- Tidak mempunyai kloroplas
- Tiada vakuol/ jika ada, saiznya kecil
- Simpanan karbohidrat dalam bentuk glikogen
- Mempunyai sentriol

Praktis Formatif 2.1



- 1 Nyatakan satu perbezaan struktur antara jalinan endoplasma kasar dengan jalinan endoplasma licin.
- 2 Mengapakah penggunaan mikroskop elektron penting dalam mengkaji sel?



- 3 Kloroplas terdapat dalam sesetengah sel tumbuhan sahaja. Beri satu contoh sel tumbuhan yang tidak mengandungi kloroplas dan terangkan mengapa.
- 4 Banding dan bezakan sel haiwan dengan sel tumbuhan.

2.2

Proses Hidup Organisma Unisel



TMK 2.1
Aktiviti: Mengkaji
proses hidup
organisma unisel

Organisma unisel ialah organisma yang terdiri daripada satu sel sahaja. Namun begitu, sel ini merupakan unit hidup lengkap sama seperti organisma multisel. Organisma unisel boleh menjalankan semua proses hidup: respirasi, pergerakan, pemakanan, gerak balas terhadap rangsangan, pembiakan, pertumbuhan dan perkumuhan. Protozoa ialah organisma unisel yang paling ringkas. Contoh protozoa ialah *Amoeba* sp. dan *Paramecium* sp. Mari kita lihat proses hidup *Amoeba* sp. dan *Paramecium* sp.

PERGERAKAN

- *Amoeba* sp. sentiasa berubah bentuk apabila bertemu dengan halangan. *Amoeba* sp. bergerak dengan mengunjurkan **pseudopodium** (kaki palsu). Ini diikuti oleh pengaliran sitoplasma ke bahagian pseudopodium yang diunjurkan.
- *Paramecium* sp. bergerak menggunakan pukulan silium secara beritma.

GERAK BALAS TERHADAP RANGSANGAN

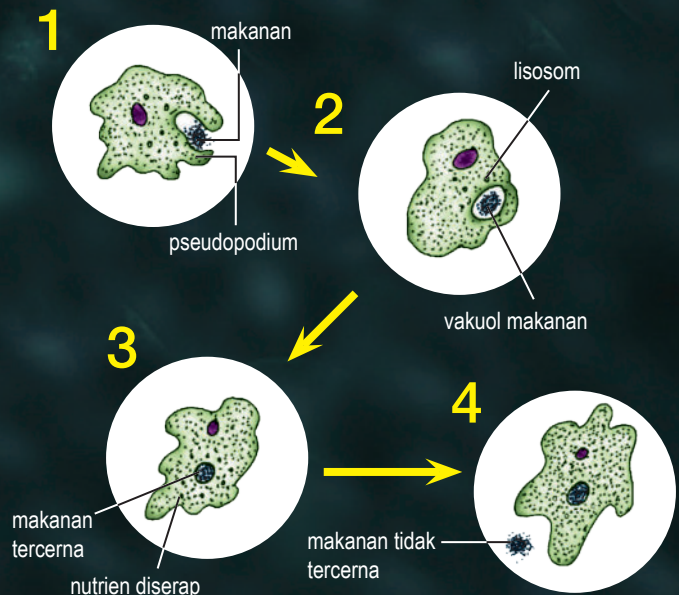
Amoeba sp. dan *Paramecium* sp. bergerak balas terhadap rangsangan seperti bahan kimia, sentuhan atau cahaya terang dengan bergerak menjauhi rangsangan ini.

PEMAKANAN

- 1 *Amoeba* sp. bergerak ke arah makanan dengan mengunjurkan pseudopodium untuk memerangkap zarah makanan secara fagositosis (Rajah 2.3). Bagi *Paramecium* sp. pukulan silium membantu zarah makanan masuk ke dalam alur mulut.
- 2 Vakuol makanan bergabung dengan lisosom. Zarah makanan dihidrolisis oleh enzim lisozim dalam lisosom.
- 3 Nutrien yang dihasilkan diserap ke dalam sitoplasma.
- 4 Makanan yang tidak tercerna disingkirkan apabila *Amoeba* sp. bergerak. Makanan yang tidak tercerna dalam *Paramecium* sp. disingkirkan melalui liang dubur.

RESPIRASI

Pertukaran gas oksigen dan karbon dioksida berlaku melalui membran plasma secara **resapan ringkas** di seluruh permukaan sel.



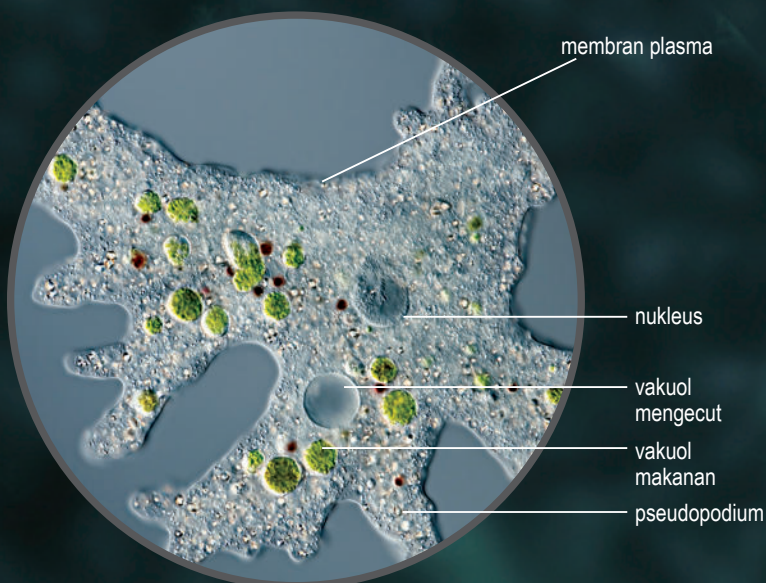
RAJAH 2.3 Pemakanan dalam *Amoeba* sp.

PERTUMBUHAN

Ameoba sp. dan *Paramecium* sp. membesar dengan mensintesis sitoplasma baharu.

PERKUMUHAN

- Bahan perkumuhan seperti karbon dioksida dan ammonia disingkir secara resapan.
- Oleh sebab *Amoeba* sp. dan *Paramecium* sp. hidup di dalam persekitaran air tawar, air akan meresap masuk ke dalam sel secara osmosis dan mengisi vakuol mengecut.
- Vakuol mengecut akan mengembang ke saiz maksimum lalu mengecut untuk menyingkirkan air dari semasa ke semasa.
- Proses ini dinamakan sebagai **pengosmokawalaturan**.



GAMBAR FOTO 2.2 *Amoeba* sp.

PEMBAIKAN

- Apabila keadaan sesuai dan terdapat banyak makanan, *Amoeba* sp. dan *Paramecium* sp. menjalankan **pembiakan aseks** iaitu **belahan dedua** secara mitosis.



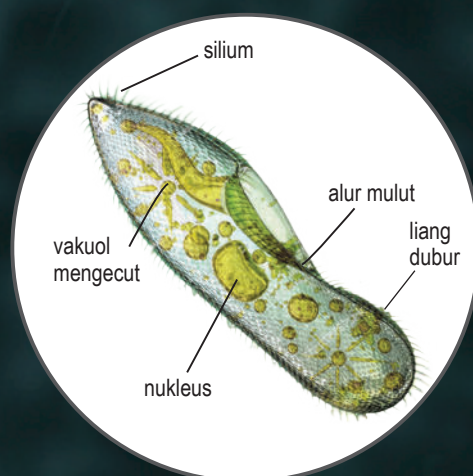
■ Belahan dedua

- Apabila keadaan persekitaran tidak sesuai, misalnya keadaan kering, suhu rendah dan kekurangan makanan, *Amoeba* sp. membentuk **spora** yang hanya akan bercambah apabila keadaan persekitaran pulih semula.
- Untuk *Paramecium* sp., pembiakan seks iaitu **konjugasi** berlaku apabila keadaan persekitaran tidak sesuai.



■ Konjugasi

GAMBAR FOTO 2.3 *Paramecium* sp.



Praktis Formatif 2.2

- 1 Apakah fungsi vakuol mengecut dalam *Paramecium* sp.?
- 2 Bagaimanakah *Amoeba* sp. bergerak?
- 3 Bagaimanakah *Amoeba* sp. membiak apabila keadaan persekitaran tidak sesuai?
- 4 Ramalkan apa yang akan berlaku kepada kadar pengecutan vakuol mengecut sekiranya *Paramecium* sp. dimasukkan ke dalam larutan garam pekat.

Zon Aktiviti

Jalankan eksperimen dengan menggunakan mikroskop cahaya untuk mengkaji proses hidup organisma unisel.

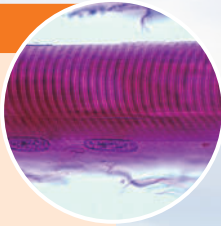
2.3

Proses Hidup Organisma Multisel

Terdapat pelbagai jenis sel dalam organisma multisel yang berbeza dari segi saiz, bentuk dan susunan. Struktur sel berhubung rapat dengan fungsinya dan setiap jenis sel dikhususkan untuk menjalankan fungsi tertentu sahaja. Gambar foto 2.4 dan 2.5 menunjukkan beberapa jenis sel khusus yang terdapat dalam manusia dan tumbuhan serta bagaimana sel-sel tersebut disesuaikan untuk menjalankan fungsi masing-masing.

SEL OTOT

- Tersusun dalam bentuk gentian, multinukleus dan berjalur
- Mengecut dan mengendur bagi menghasilkan pergerakan



SEL SARAF

- Berbentuk unjuran panjang dan halus
- Berfungsi menghantar impuls saraf



SEL DARAH PUTIH

- Boleh berubah bentuk
- Berfungsi memusnahkan patogen



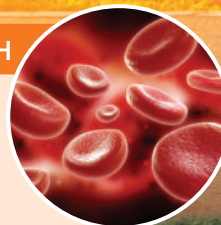
SEL EPITELIUM

- Sel yang nipis dan leper
- Melapisi permukaan organ seperti salur pencernaan



SEL DARAH MERAH

- Tidak mempunyai nukleus
- Berbentuk dwicekung
- Berfungsi untuk meningkatkan kecekapan pengangkutan oksigen



SEL SPERMA

- Mempunyai ekor panjang untuk membolehkannya berenang ke arah ovum di tiub Falopio
- Bahagian kepala mengandungi nukleus yang membawa satu set kromosom yang berasal daripada induk jantan



GAMBAR FOTO 2.4 Beberapa jenis sel manusia yang mengalami pengkhususan untuk menjalankan fungsi yang berbeza

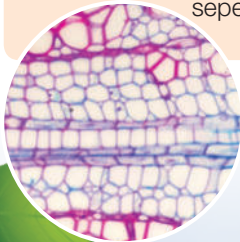


TMK 2.2

Aktiviti: Memerhatikan
slaid tisu tumbuhan dan
tisu haiwan menerusi
mikroskop cahaya

TIUB TAPIS

- Turus silinder panjang yang tersusun dari hujung ke hujung
- Mengangkut bahan organik dari daun ke organ simpanan seperti buah



SALUR XILEM

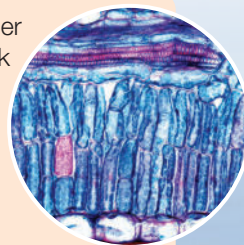
- Berbentuk salur berongga yang panjang dan bersambungan
- Berfungsi mengangkut air dan garam mineral dari akar ke seluruh bahagian pokok



BAB 2

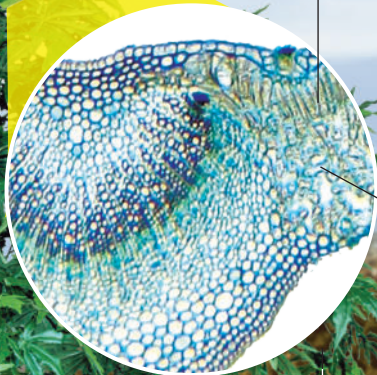
SEL MESOFIL PALISAD

- Terdiri daripada sel berbentuk silinder yang panjang, disusun secara tegak dan rapat antara satu sama lain.
- Mempunyai kepadatan kloroplas yang tinggi
- Susunan ini membolehkan penyerapan maksimum cahaya matahari untuk fotosintesis.



SEL MESOFIL BERSPAN

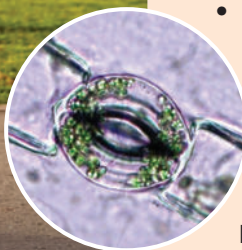
- Sel tersusun secara longgar dengan banyak ruang udara di antaranya.
- Ruang udara yang besar membenarkan pertukaran gas dari bahagian dalam daun ke sel mesofil palisad



Keratan
rentas daun

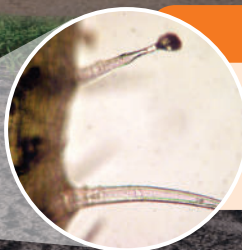
SEL PENGAWAL

- Sel epidermis yang terubahsui dengan dinding sel yang lebih tebal di sebelah dalam
- Mengawal pembukaan dan penutupan stoma. Stoma ialah liang yang membenarkan pertukaran gas oksigen dan karbon dioksida.



SEL AKAR RAMBUT

- Mempunyai unjuran panjang yang menambahkan luas permukaan untuk penyerapan air dan garam mineral



GAMBAR FOTO 2.5 Beberapa jenis sel tumbuhan yang mengalami pengkhususan untuk menjalankan fungsi yang berbeza

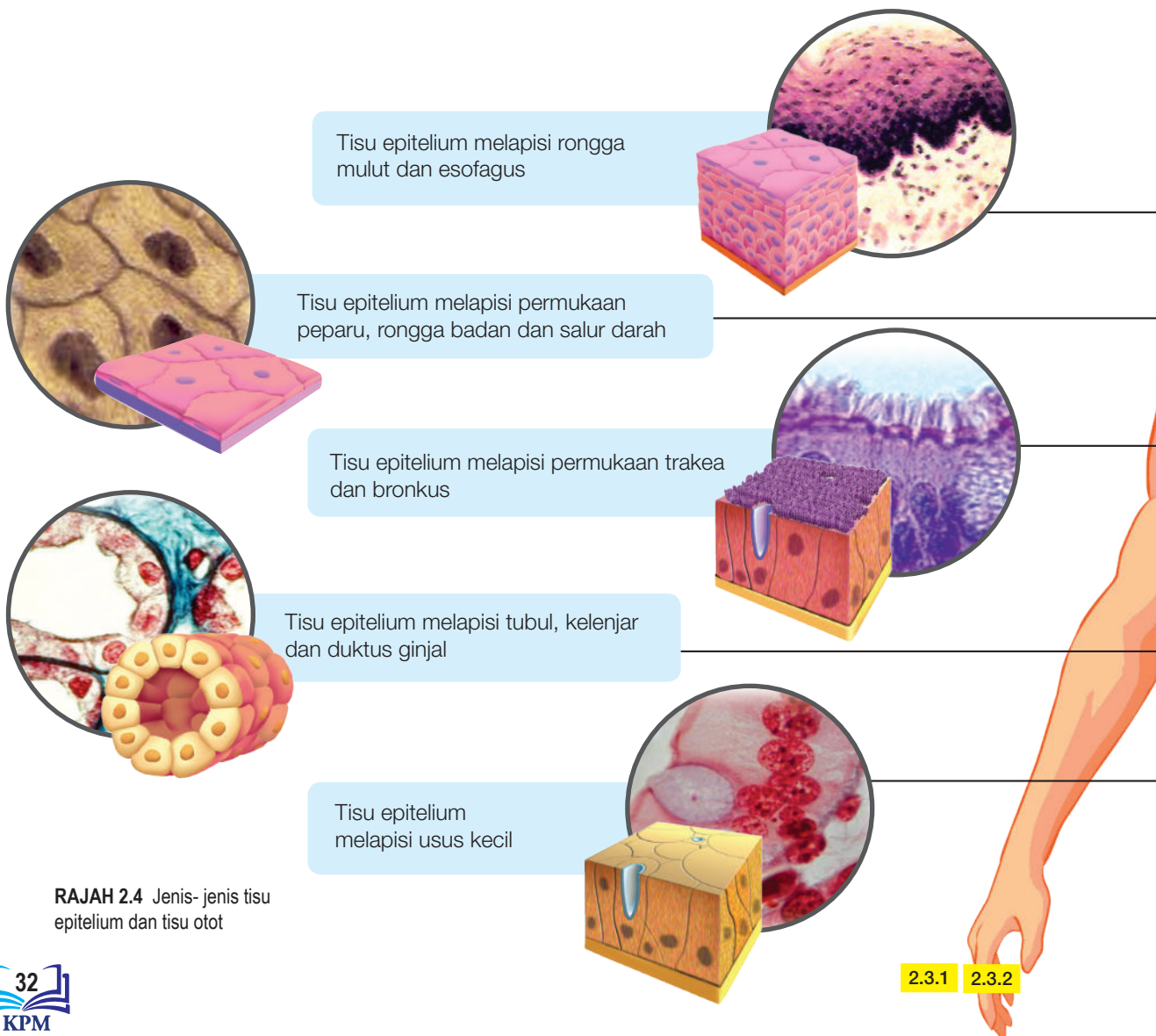
Organisasi sel dalam manusia

Anda telah mempelajari bahawa organisma multisel (seperti manusia) terdiri daripada pelbagai jenis sel yang mempunyai fungsi-fungsi tertentu. Bagaimanakah sel-sel ini disusun untuk membentuk satu organisma yang kompleks?

Dalam organisma multisel, sel-sel yang sama jenis dan menjalankan fungsi yang sama diorganisasikan menjadi tisu. **Tisu** ialah sekumpulan sel yang mempunyai struktur dan fungsi yang sama dan disusun bersama untuk melaksanakan sesuatu fungsi yang khusus. Dalam badan organisma, tisu boleh diklasifikasikan kepada empat jenis iaitu **tisu epitelium**, **tisu otot**, **tisu saraf** dan **tisu penghubung**.

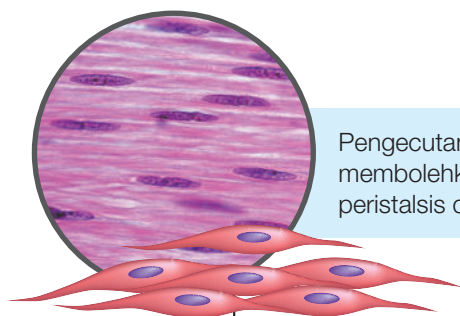
Tisu epitelium

Tisu epitelium melapisi permukaan luar (kulit) dan permukaan berongga di dalam badan (rongga salur pencernaan dan pernafasan) (Rajah 2.4). Struktur tisu epitelium diadaptasi berdasarkan fungsinya. Misalnya, tisu epitelium pada kulit melindungi organisma daripada jangkitan, kecederaan, bahan kimia dan penyahhidratan. Tisu epitelium yang melapisi trakea mempunyai unjuran seperti rambut yang dikenali sebagai **silium**.



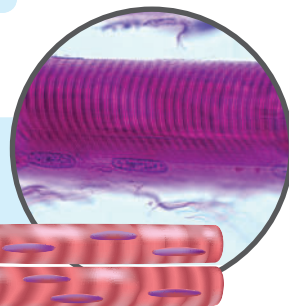
Tisu otot

Terdapat tiga jenis otot: **otot licin** (terdapat di salur pencernaan, salur darah, salur kencing dan salur pembiakan), **otot rangka** (terdapat di kaki dan tangan) dan **otot kardium** (terdapat di dinding jantung) (Rajah 2.4).

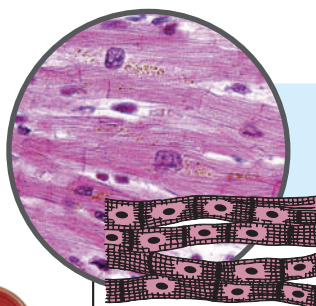


Pengecutan dan pengenduran **otot licin** membolehkan aktiviti luar kawal seperti tindakan peristalsis di sepanjang salur pencernaan.

Otot rangka terlibat dalam pergerakan terkawal. Otot rangka mengecut dan mengendur untuk menghasilkan pergerakan pada tulang dan anggota badan.

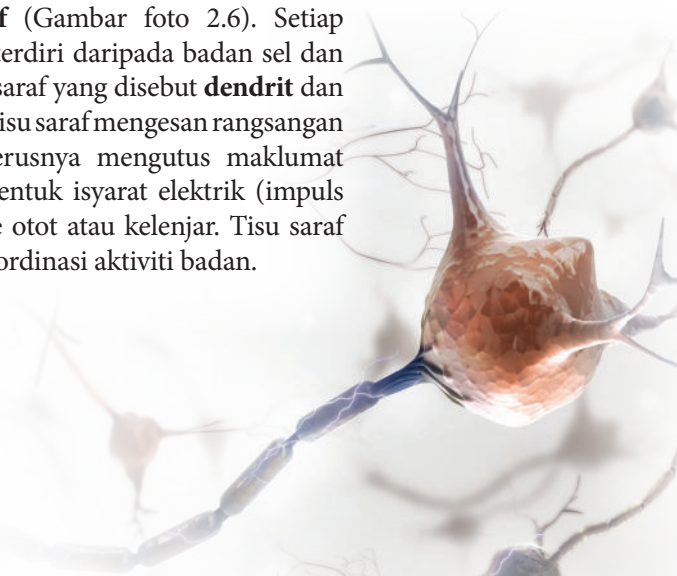


Otot kardium membina dinding jantung yang mengecut untuk mengepam darah ke seluruh badan. Pengecutan otot kardium adalah secara luar kawal.



Tisu saraf

Tisu saraf terdiri daripada **neuron** atau **sel saraf** (Gambar foto 2.6). Setiap neuron terdiri daripada badan sel dan gentian saraf yang disebut **dendrit** dan **akson**. Tisu saraf mengesan rangsangan dan seterusnya mengutus maklumat dalam bentuk isyarat elektrik (impuls saraf) ke otot atau kelenjar. Tisu saraf mengkoordinasi aktiviti badan.



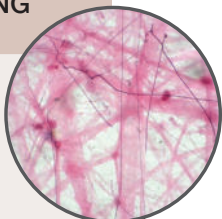
GAMBAR FOTO 2.6 Tisu saraf



Aktiviti: Membincangkan kepentingan pengkhususan sel dalam organisma multisel haiwan dan tumbuhan

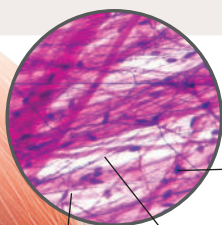
TISU PENGHUBUNG LONGGAR

Berfungsi memautkan tisu epitelium kepada tisu di bawahnya dan menetapkan organ-organ pada kedudukannya.



TISU PENGHUBUNG BERGENTIAN

Tisu penghubung jenis ini membentuk tendon dan ligamen. Tendon menyambungkan tulang dan otot manakala ligamen menyambungkan tulang kepada tulang.



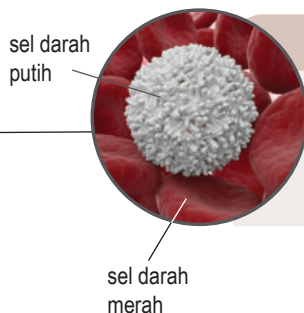
nukleus
gentian kolagen

Tisu penghubung

Tisu penghubung terdiri daripada pelbagai jenis tisu dan gentian (Rajah 2.5). Tisu jenis ini tersebar luas di seluruh badan dan mempunyai banyak fungsi. Salah satunya untuk memautkan organ-organ.

TISU DARAH

Darah berfungsi dalam pengawalan, pengangkutan dan perlindungan.

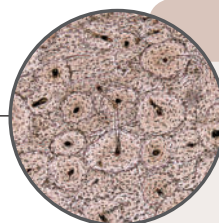


sel darah putih

sel darah merah

TULANG

Tulang membentuk rangka badan dan melindungi organ dalaman.



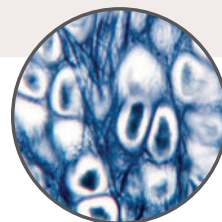
TISU ADIPOS

Tisu penghubung yang menyimpan lemak di bawah dermis kulit dan pada permukaan semua organ utama.



RAWAN

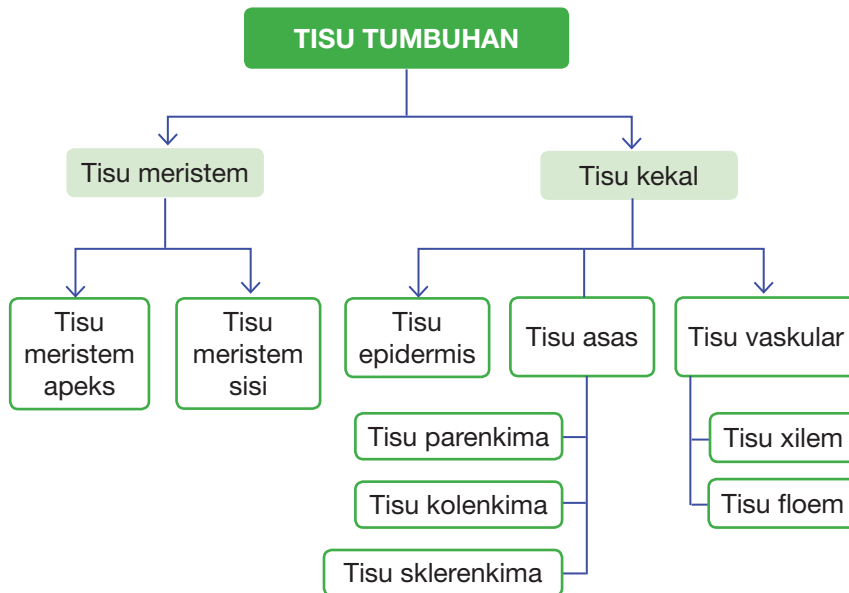
Rawan menutup hujung tulang untuk melindungi tulang daripada menjadi haus.



RAJAH 2.5 Tisu penghubung

Organisasi tisu dalam tumbuhan

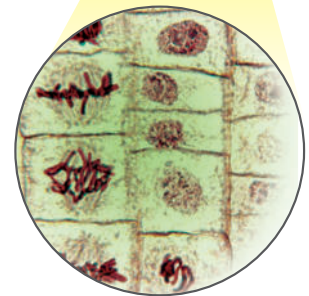
Organisasi tisu dalam tumbuhan diringkaskan dalam Rajah 2.6.



RAJAH 2.6 Organisasi tisu dalam tumbuhan



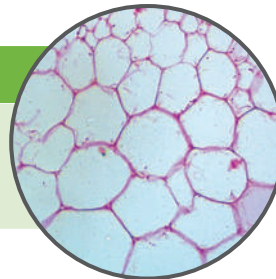
BAB 2



GAMBAR FOTO 2.7 Tisu meristem pada hujung akar

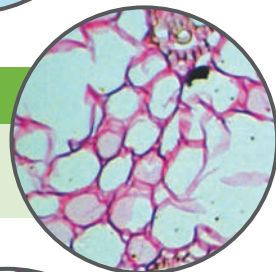
TISU PARENKIMA

Berfungsi untuk menyimpan kanji, protein dan air. Tisu ini juga boleh menjalankan proses fotosintesis.



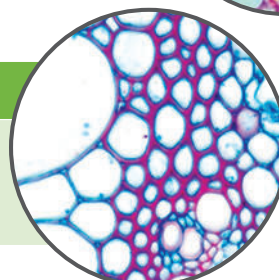
TISU KOLENKIMA

Berfungsi memberi sokongan kepada batang muda, tidak berkayu (tumbuhan herba).

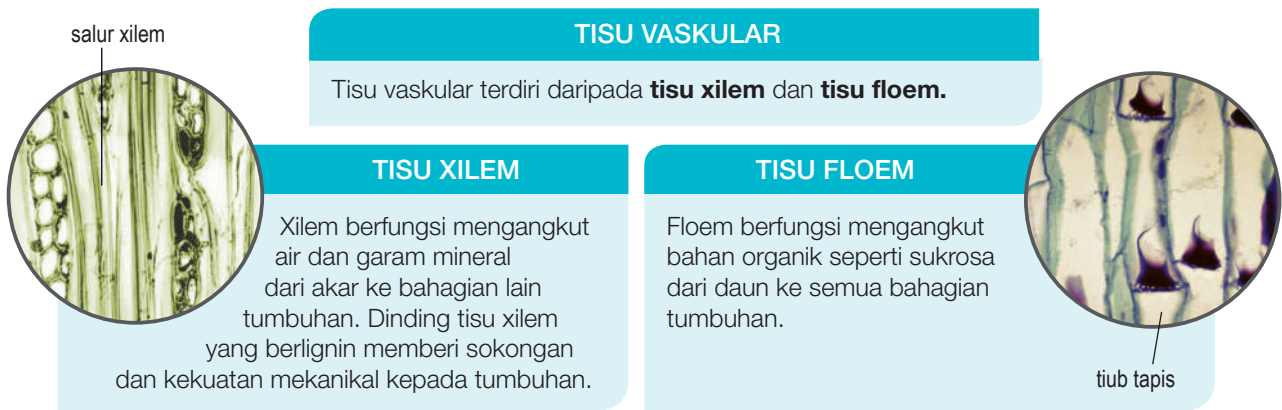


TISU SKLERENKIMA

Berfungsi memberi sokongan dan kekuatan mekanikal kepada bahagian tumbuhan yang matang.



GAMBAR FOTO 2.8 Jenis tisu asas berlainan



Kepadatan komponen sel tertentu dan fungsi sel khusus

Oleh sebab fungsi yang dijalankan oleh sel-sel adalah berbeza, sesetengah sel mempunyai kepadatan komponen sel tertentu yang tinggi. Kepadatan sesuatu komponen sel dalam sesuatu sel adalah berkaitan dengan fungsi spesifik sel tersebut. Jadual 2.1 meringkaskan contoh sel yang mempunyai kepadatan komponen sel tertentu.

JADUAL 2.1 Hubungan kepadatan komponen sel dengan fungsi khusus sel

Jenis sel	Komponen sel yang banyak	Fungsi
Sel sperma	Mitokondrion	Memerlukan banyak tenaga untuk berenang ke arah uterus dan tiub Falopio untuk mensenyawakan oosit sekunder
Sel otot, misalnya sel otot penerbangan serangga dan burung		Memerlukan banyak tenaga untuk pengecutan dan pengenduran bagi membolehkan pergerakan dan penerbangan
Sel meristem tumbuhan		Memerlukan banyak tenaga bagi menjalankan proses pembahagian sel secara aktif untuk menghasilkan sel baharu
Sel mesofil palisad	Kloroplas	Menyerap lebih cahaya matahari untuk menjalankan proses fotosintesis
Sel mesofil berspan		
Sel pankreas	Jalanan endoplasma kasar Jasad Golgi	Meningkatkan sintesis dan perembesan enzim pencernaan
Sel goblet pada epitelium usus dan salur pernafasan		Menghasilkan mukus
Sel hati		- Metabolisme karbohidrat - Detoksifikasi dadah dan racun

Semua komponen sel menjalankan fungsi masing-masing untuk memastikan sel berfungsi pada tahap optimum. Kerjasama semua komponen sel umpama satu kilang yang mempunyai bahagian berlainan yang masing-masing dikhaskan untuk menjalankan sesuatu fungsi spesifik. Apakah yang akan berlaku kepada sel sekiranya terdapat kekurangan, ketiadaan atau kegagalan fungsi sesuatu komponen sel seperti lisosom, mitokondrion, kloroplas atau ribosom?

Kegagalan fungsi mitokondrion atau disfungsi mitokondrion boleh menyebabkan pertumbuhan terbantut, otot lemah, masalah pendengaran dan penglihatan. Tay-Sachs pula ialah penyakit keturunan yang disebabkan oleh kegagalan penghasilan enzim dalam lisosom. Pesakit Tay-Sachs akan mengalami pertumbuhan terbantut dan terencat akal.

Praktis Formatif 2.3

- 1 Nyatakan komponen sel yang didapati dalam kepadatan yang tinggi dalam sel yang merembes hasil protein.
- 2 Jelaskan secara ringkas struktur dan fungsi tisu saraf.

- 3 Jelaskan mengapa sel mesofil palisad mengandungi banyak kloroplas.

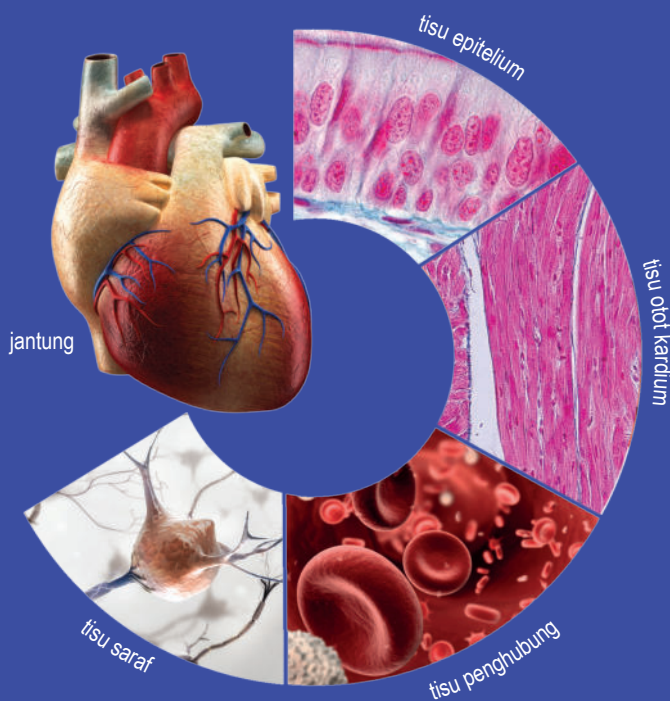


- 4 Sel lemak mempunyai tiga ciri penyesuaian untuk membolehkan sel menyimpan lemak. Terangkan tiga ciri tersebut.

2.4 Aras Organisasi

Organisasi sel dalam organisma multisel

Sekumpulan tisu berlainan bergabung bersama untuk membentuk **organ**. Organ menjalankan fungsi khusus hasil gabungan bersepadu tisu-tisu yang membentuk organ berkenaan. Misalnya, organ jantung terdiri daripada tisu epitelium, tisu otot kardium, tisu penghubung dan tisu saraf. Tisu epitelium melapisi ruang dalam jantung. Tisu otot kardium berfungsi mengepam darah ke seluruh badan. Tisu penghubung, contohnya darah menghubungkan antara sistem-sistem organ. Tisu saraf pula mengawal atur ritma denyutan jantung.



GAMBAR FOTO 2.9 Tisu-tisu yang membentuk organ jantung

Setiap organisma multisel terdiri daripada banyak organ. Organ yang berlainan bekerja secara bersepadu untuk melakukan sesuatu fungsi khusus membentuk satu sistem organ.

Terdapat 11 sistem organ utama di dalam badan manusia (Rajah 2.7) iaitu sistem respirasi, sistem pencernaan, sistem peredaran darah, sistem limfa, sistem saraf, sistem integumen, sistem endokrin, sistem rangka, sistem otot, sistem urinari dan sistem pembiakan.

SISTEM RESPIRASI

- Trakea, hidung, paru-paru dan diafragma

Fungsi utama

- Pertukaran gas oksigen dan gas karbon dioksida antara badan dengan persekitaran luar

SISTEM OTOT

- Otot rangka, otot licin dan otot kardium

Fungsi utama

- Mengecut dan mengendur untuk menghasilkan pergerakan bahagian badan yang berlainan

SISTEM PEMBIAKAN LELAKI

- Testis, kelenjar prostat dan zakar

Fungsi utama

- Menghasilkan sperma dan hormon seks lelaki

SISTEM PEMBIAKAN PEREMPUAN

- Ovari, uterus, tiub Falopio, faraj dan serviks

Fungsi utama

- Menghasilkan ovum dan hormon seks perempuan

SISTEM ENDOKRIN

- Kelenjar endokrin yang merembeskan hormon

Fungsi utama

- Mengkoordinasi aktiviti badan bersama-sama dengan sistem saraf

SISTEM LIMFA

- Limpa, nodus limfa dan salur limfa

Fungsi utama

- Mengekalkan keseimbangan bendalir badan dan mencegah jangkitan penyakit

RAJAH 2.7 Sistem organ utama di dalam badan manusia

2.4.1

2.4.2

2.4.3

SISTEM SARAF

- Otak, saraf tunjang dan saraf periferi
- Fungsi utama**
- Mengesan dan menghantar maklumat dalam badan serta mengkoordinasi aktiviti badan

SISTEM PEREDARAN DARAH

- Jantung, arteri, vena dan kapilari darah
- Fungsi utama**
- Mengangkut nutrien, gas respirasi dan hasil perkumuhan

SISTEM PENCERNAAN

- Mulut, esofagus, perut, hati, pankreas, usus kecil dan usus besar
- Fungsi utama**
- Mencernakan bahan makanan kepada bentuk ringkas yang mudah diserap

SISTEM URINARI

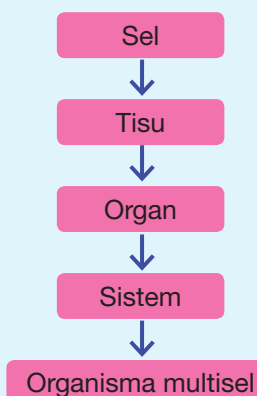
- Ginjal, ureter, uretra dan pundi kencing
- Fungsi utama**
- Menyingkirkan hasil perkumuhan seperti urea dan asid urik daripada badan

SISTEM RANGKA

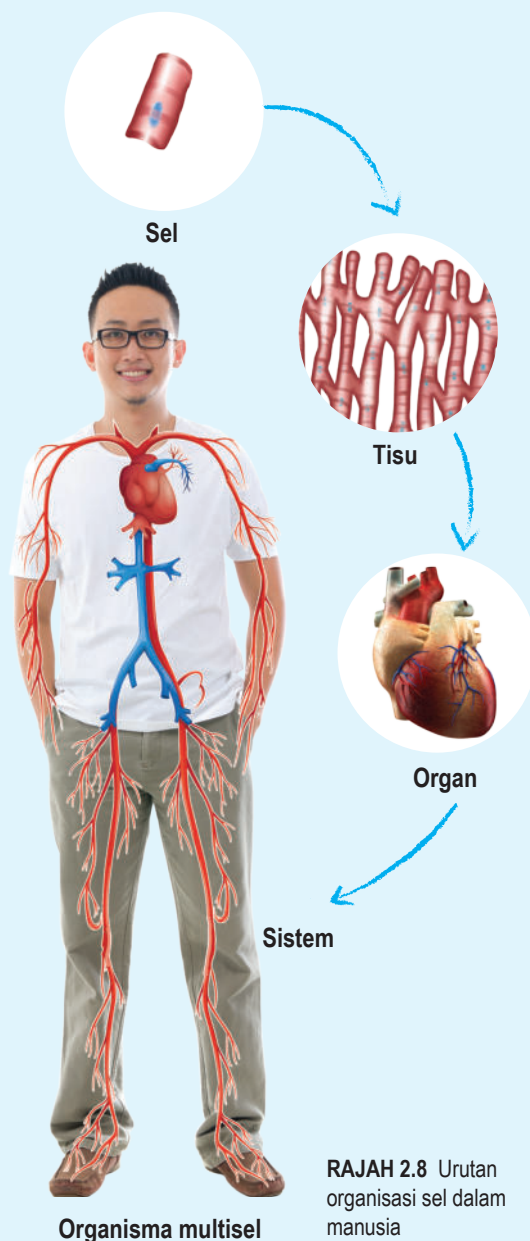
- Tulang, rawan, ligamen dan tendon
- Fungsi utama**
- Menyokong badan dan melindungi organ dalaman serta menjadi asas pautan otot

SISTEM INTEGUMEN

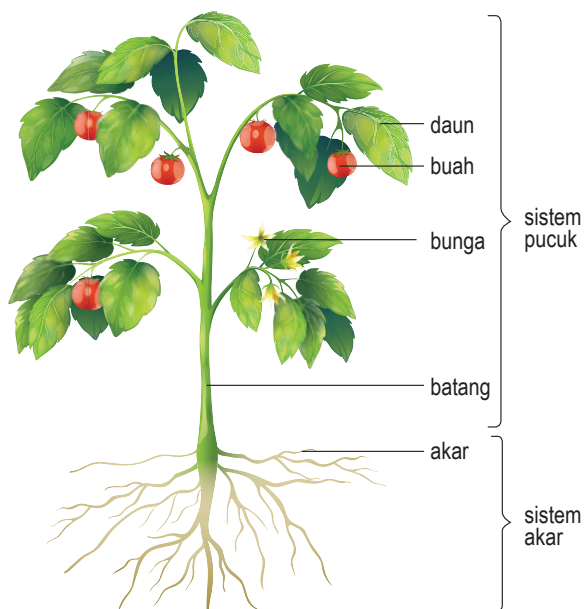
- Kulit
- Fungsi utama**
- Melindungi badan daripada kecederaan fizikal, jangkitan dan penyahhidratan



Gabungan semua sistem organ dikoordinasi dan bekerjasama sebagai satu unit organisma lengkap. Urutan organisasi sel dalam organisma multisel ditunjukkan dalam Rajah 2.8.



RAJAH 2.8 Urutan organisasi sel dalam manusia



RAJAH 2.9 Dua sistem utama dalam tumbuhan

Sistem dalam tumbuhan dibahagi kepada **sistem pucuk** dan **sistem akar** (Rajah 2.9).

- **Sistem pucuk** terdiri daripada batang, daun, pucuk, bunga dan buah.
- Batang dan ranting menyokong daun pada kedudukan menegak supaya daun dapat menyerap cahaya matahari yang maksimum semasa fotosintesis.
- Bunga terlibat dalam proses pembiakan tumbuhan.
- **Sistem akar** terdiri daripada semua akar dalam tumbuhan yang berfungsi menyerap air dan garam mineral serta memberi sokongan kepada tumbuhan.

Praktis Formatif 2.4

- 1 Nyatakan susunan urutan organisasi sel dalam organisma multisel.
- 2 Organ kulit merupakan organ terbesar badan. Mengapakah kulit dikelaskan sebagai organ?

- 3 Batang, ranting dan bunga merupakan organ tumbuhan. Huraikan bagaimana batang, ranting dan bunga berfungsi dalam sistem pucuk.

- 4 Ramalkan apa yang akan berlaku sekiranya aras organisasi sel tidak wujud dalam organisma.



Rumusan

BIOLOGI SEL DAN ORGANISASI SEL

Struktur dan Fungsi Sel

Komponen sel

- Nukleus
- Mitokondrion
- Ribosom
- Sentriol
- Jalinan endoplasma kasar
- Jalinan endoplasma licin
- Jasad Golgi
- Kloroplas
- Membran sel
- Dinding sel
- Vakuol
- Sitoplasma
- Lisosom

Proses Hidup Organisma Unisel

Amoeba sp. dan *Paramecium* sp.

- Pergerakan
- Gerak balas terhadap rangsangan
- Pemakanan
- Respirasi
- Pertumbuhan
- Perkumuhan
- Pembiakan

Proses Hidup Organisma Multisel

Kaitan struktur sel khusus dan fungsi sel

Kaitan kepadatan komponen sel dan fungsi sel

Kesan ketiadaan komponen sel terhadap sel

Aras Organisasi

Sel → Tisu
→ Organ →
Sistem →
Organisma



Refleksi Kendiri

Adakah anda telah menguasai konsep penting berikut?

- Struktur dan fungsi komponen sel haiwan dan sel tumbuhan
- Persamaan dan perbezaan antara sel haiwan dengan sel tumbuhan
- Proses hidup organisma unisel
- Proses hidup organisma multisel
- Hubung kait antara kepadatan komponen sel dalam sesuatu sel dengan fungsi spesifik sel
- Kesan sekiranya terdapat ketiadaan atau kegagalan fungsi komponen sel dalam organisma multisel
- Urutan aras organisasi dalam organisma multisel
- Sistem organ dengan fungsi utamanya dalam organisma multisel



Praktis Sumatif 2

1 Mengapakah kloroplas hanya terdapat dalam sel tumbuhan dan tidak dalam sel haiwan?

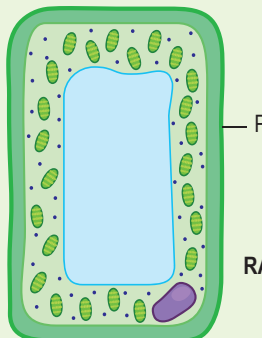


2 Huraikan pembiakan aseks yang dijalankan oleh *Amoeba* sp.

3 Afid ialah serangga kecil yang menghisap cecair dalam tumbuhan. Afid memasukkan bahagian mulutnya ke dalam batang tumbuhan dan menyerap nutrien. Namakan cecair yang diperolehi daripada tumbuhan dan terangkan mengapa afid didapati kebanyakannya pada waktu siang.



4 Rajah 1 menunjukkan sel tumbuhan.



RAJAH 1

Nyatakan ciri P dan fungsinya.

5 X ialah organ pencernaan yang terdiri daripada sel-sel yang mempunyai kepadatan jalinan endoplasma kasar yang tinggi untuk pencernaan protein. Apakah X? Terangkan jawapan anda.



6 Sel tumbuhan menjalani proses X untuk membentuk salur xilem. Namakan proses X. Huraikan bagaimana salur xilem mengalami pengkhususan untuk mengangkut air dan garam mineral.

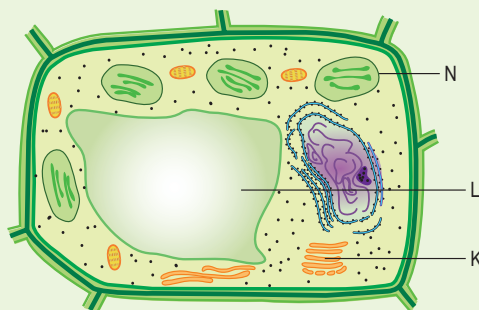
7 Encik Arif ialah seorang petani. Dia menggunakan racun rumpai untuk mengawal populasi rumpai di ladangnya. Racun rumpai boleh menghentikan pengangkutan mineral tertentu ke dalam tumbuhan melalui tisu akar rambut. Jelaskan mengapa.



8 Terangkan bagaimana *Amoeba* sp. dapat terus hidup dalam air tawar yang hipotonik terhadap sitoplasma organisma tersebut.

9 Rajah 2 menunjukkan satu sel yang dapat dilihat menerusi mikroskop elektron.

- (i) Namakan struktur K.
 - (ii) Nyatakan fungsi struktur K dan N.
- Terangkan bagaimana L mengekalkan keseguhan sel.

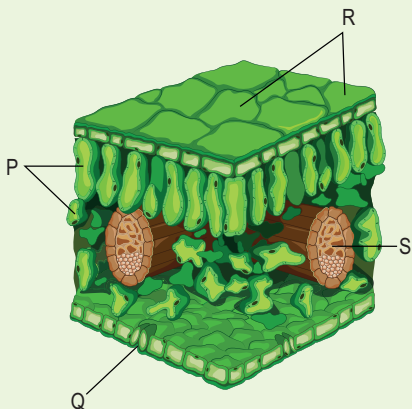


RAJAH 2

10 Bezakan antara yang berikut:

- tisu meristem dengan tisu epidermis tumbuhan,
- sel dengan tisu,
- tisu epitelium dengan tisu otot.

11 Rajah 3 menunjukkan struktur sehelai daun.



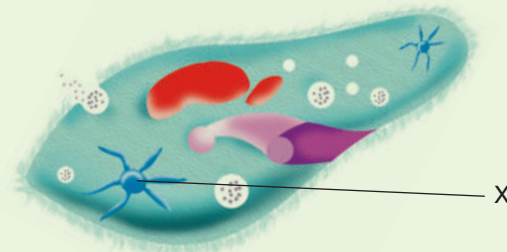
RAJAH 3

- Namakan sel yang berlabel P dan R.
- Nyatakan fungsi sel P dan R.
- Terangkan peranan sel Q dalam meningkatkan kadar fotosintesis.
- S mengandungi dua jenis tisu.

- (i) Namakan dua tisu tersebut.
- (ii) Terangkan ciri penyesuaian pada tisu-tisu dalam S untuk membantu dalam pengangkutan bahan di dalam tumbuhan.

Soalan Esei

- 12** Dengan menggunakan satu contoh organisma unisel, terangkan lima proses hidup yang boleh dilakukan oleh organisma ini.
- 13** Rajah 4 menunjukkan satu organisma unisel yang tinggal di dalam kolam air tawar.

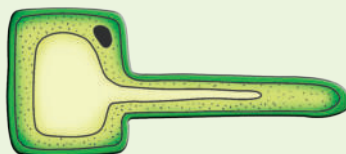


RAJAH 4

- (a) Terangkan fungsi X dalam pengosmokawalaturan.
- (b) Ramalkan apa yang akan berlaku sekiranya sesuatu sel tidak mempunyai jasad Golgi. Terangkan jawapan anda.
- (c) Bagi setiap sel berikut, terangkan hubungan antara struktur dengan fungsinya.



(i)



sel P

(ii)



sel Q

RAJAH 5

Sudut Pengayaan

- 14** Banyak kanser bermula dengan tisu epitelium. Ini termasuk kanser peparu, kanser kolon dan kanser kulit. Apakah dua sifat tisu ini yang menyebabkan kanser berlaku?



- 15** Kerosakan tisu cakera rawan di antara vertebra tulang belakang sukar untuk dibaiki sendiri oleh sel. Apakah teknologi terkini yang boleh digunakan untuk membentuk tisu rawan yang baharu?



Jawapan lengkap boleh didapati dengan mengimbas kod QR yang disediakan

BAB

3

Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma

***Apakah perkaitan
protein pembawa
pada membran
plasma dengan
penyakit genetik
seperti hyperkalemic
periodic paralysis
(HYPP) pada kuda?***

Tahukah ANDA...

- Apakah model mozek bendalir?
- Apakah ciri bahan yang dapat merentasi membran plasma?
- Apakah contoh proses pengangkutan pasif dan aktif dalam sel?
- Bagaimanakah anda boleh mengaplikasikan konsep pergerakan bahan dalam kehidupan harian?

3.1 Struktur Membran Plasma

- 3.1.1 Mewajarkan keperluan pergerakan bahan merentasi membran plasma.
- 3.1.2 Memerihalkan komponen membran plasma dan fungsinya berdasarkan model mozek bendalir.
- 3.1.3 Melukis dan melabelkan komponen membran plasma berdasarkan model mozek bendalir.
- 3.1.4 Menghuraikan ketelapan membran plasma.

3.2 Konsep Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma

- 3.2.1 Menyatakan ciri bahan yang dapat merentasi membran plasma dari aspek:
 - saiz molekul
 - kekutuban molekul
 - cas ion
- 3.2.2 Menjalankan eksperimen untuk mengkaji pergerakan bahan merentasi membran telap memilih dengan menggunakan:
 - tiub Visking
 - osmometer ringkas
- 3.2.3 Menghuraikan dengan contoh pergerakan bahan merentasi membran plasma:
 - pengangkutan pasif
 - pengangkutan aktif
- 3.2.4 Membanding dan membezakan antara pengangkutan pasif dengan pengangkutan aktif.

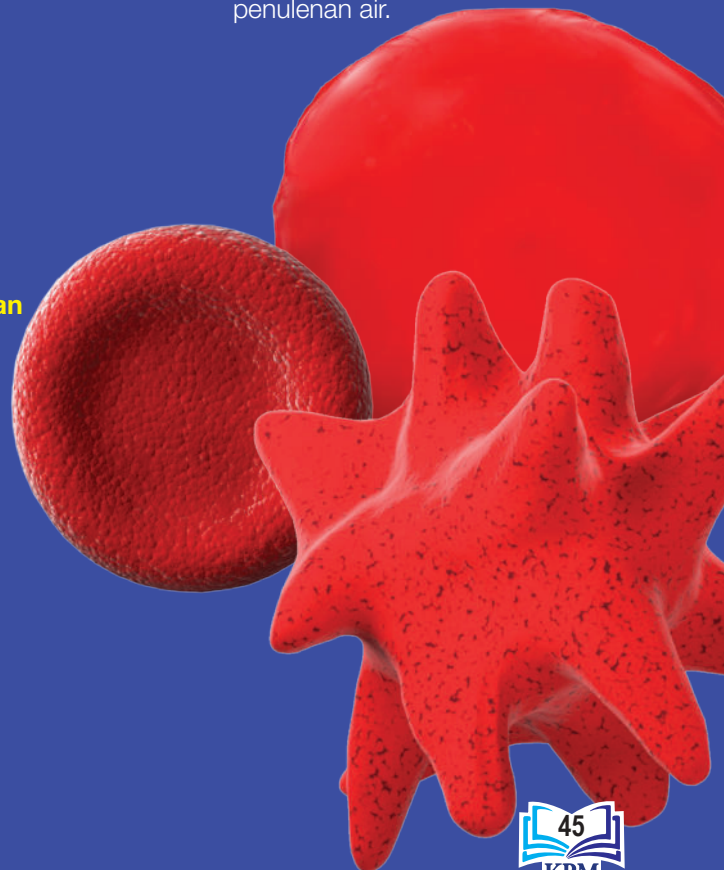
3.3 Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma dalam Organisma Hidup

- 3.3.1 Menjelaskan dengan contoh proses pengangkutan pasif dalam organisma.
- 3.3.2 Menjelaskan dengan contoh proses pengangkutan aktif dalam organisma.
- 3.3.3 Mendefinisikan larutan:
 - hipotonik
 - hipertonic
 - isotonic

- 3.3.4 Mengekspresikan untuk mengkaji kesan larutan yang berlainan kepekatan terhadap sel haiwan dan sel tumbuhan.
- 3.3.5 Berkomunikasi tentang kesan larutan hipotonik, hipertonic dan isotonic terhadap sel berdasarkan pergerakan molekul air:
 - sel haiwan
 - sel tumbuhan

3.4 Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma dalam Kehidupan Harian

- 3.4.1 Mengekspresikan untuk menentukan kepekatan sap sel tisu tumbuhan.
- 3.4.2 Menghubung kait kepekatan sap sel suatu tisu tumbuhan dengan fenomena kelayuan tumbuhan.
- 3.4.3 Menghuraikan dengan contoh aplikasi konsep pergerakan bahan merentasi membran plasma dalam kehidupan harian.
- 3.4.4 Berkomunikasi tentang proses osmosis berbalik dalam penulenan air.



3.1

Struktur Membran Plasma

Keperluan pergerakan bahan merentasi membran plasma



TMK 3.1

Aktiviti:
Membincangkan keperluan
pergerakan bahan merentasi
membran plasma

Zon Aktiviti

Lukis model
membran plasma
dan labelkan
komponen yang
berkaitan.

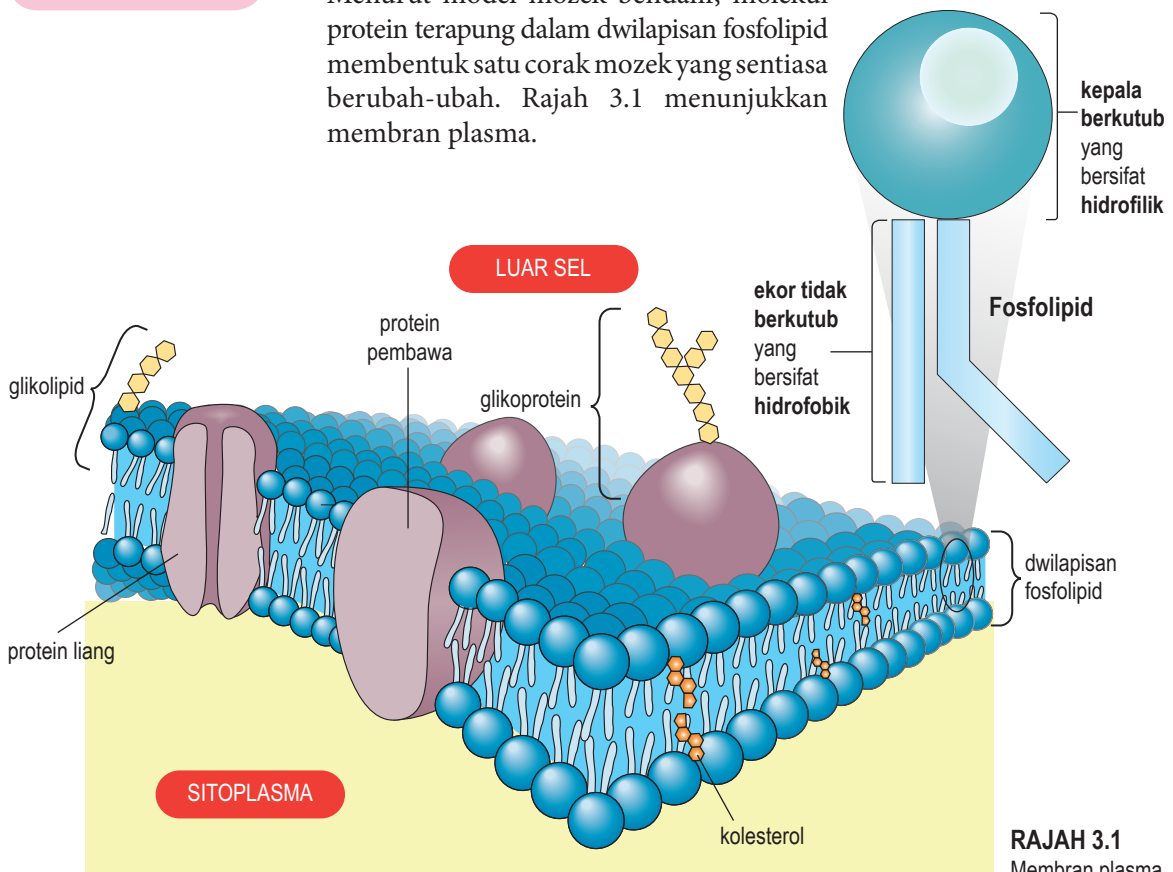
Sel hidup memerlukan bahan dari persekitaran luar untuk menjalankan proses hidup. Pada masa yang sama, proses metabolisme dalam sel menghasilkan bahan buangan yang perlu disingkirkan daripada sel. Apakah bahan-bahan keperluan sel dan bahan-bahan buangan daripada sel? Bagaimanakah bahan-bahan ini bergerak masuk dan keluar daripada sel?

Bagi meneruskan proses hidup, sel mesti membenarkan sesetengah bahan masuk dan keluar daripada sel. Pergerakan bahan masuk dan keluar sel dikawal atur oleh membran plasma. Sebelum anda mempelajari bagaimana bahan merentasi membran plasma, marilah kita melihat struktur membran plasma terlebih dahulu.

Struktur membran plasma

Dalam Bab 2, anda telah mempelajari bahawa setiap sel diselaputi oleh satu membran plasma yang nipis, yang memisahkan sel daripada persekitarannya.

Menurut model mozek bendalir, molekul protein terapung dalam dwilapisan fosfolipid membentuk satu corak mozek yang sentiasa berubah-ubah. Rajah 3.1 menunjukkan membran plasma.



RAJAH 3.1
Membran plasma

3.1.1

3.1.2

3.1.3



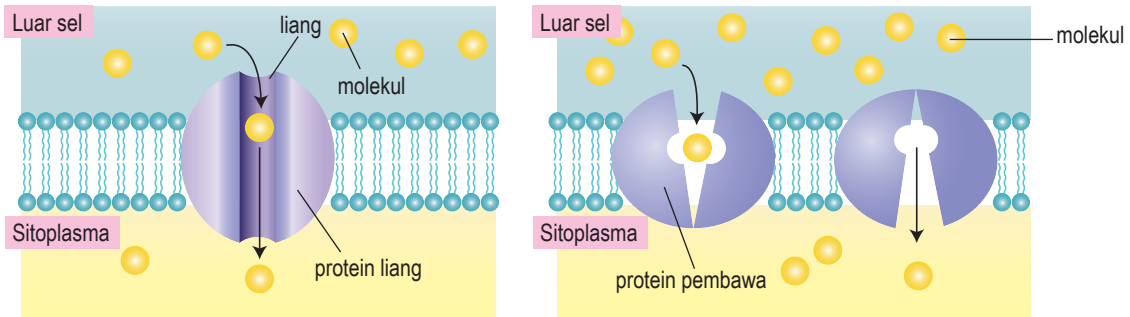
Terdapat banyak model membran plasma yang dikemukakan oleh ahli sains. Namun model mozek bendalir yang dikemukakan oleh S. J. Singer dan G. L. Nicholson pada tahun 1972 merupakan model yang diterima oleh ahli sains pada masa kini.

Setiap molekul fosfolipid terdiri daripada:

- bahagian **kepala berkutub** yang bersifat **hidrofilik** (tertarik kepada air)
- bahagian **ekor tidak berkutub** yang bersifat **hidrofobik** (tidak tertarik kepada air)

Bahagian kepala molekul fosfolipid di lapisan luar menghala ke arah bendalir di luar sel sementara bahagian kepala fosfolipid lapisan dalam menghala ke arah sitoplasma. Bahagian ekor molekul fosfolipid kedua-dua lapisan menghadap satu sama lain.

Terdapat pelbagai jenis molekul protein yang terbenam sama ada separa atau sepenuhnya di dalam membran. Molekul-molekul protein ini berselerak secara meluas di antara dwilapisan fosfolipid. Molekul protein yang mempunyai liang atau terusan disebut **protein liang** manakala molekul protein yang berfungsi sebagai pembawa disebut **protein pembawa** (Rajah 3.2).



RAJAH 3.2 Model protein liang dan protein pembawa

Sesetengah protein dan lipid mengandungi rantai karbohidrat terlekat padanya dan disebut glikoprotein dan glikolipid (Rajah 3.1). **Glikoprotein** dan **glikolipid** bertindak sebagai molekul reseptor untuk hormon seperti insulin, menstabilkan membran dengan membentuk ikatan hidrogen bersama air dan bertindak sebagai antigen bagi membolehkan pengecaman sel.

Terdapat molekul kolesterol di antara molekul fosfolipid (Rajah 3.1). **Kolesterol** menjadikan dwilapisan kuat, lebih fleksibel dan kurang telap terhadap bahan larut air seperti ion. Dwilapisan fosfolipid, protein dan kolesterol tidak statik tetapi membentuk satu struktur yang dinamik dan fleksibel. Sifat ini menyebabkan membran plasma mempunyai sifat 'bendalir' dan menjadikan membran plasma lebih fleksibel.



Ahli biokimia yang mengkhusus dalam bidang biologi molekul dan sel boleh bekerja dalam industri farmaseutikal, bioteknologi dan forensik.

Sifat ketelapan membran plasma

Sesuatu membran dikatakan **telap** terhadap sesuatu bahan sekiranya membran tersebut membenarkan bahan itu bergerak merentasinya secara bebas. Sebaliknya, membran dikatakan **tidak telap** sekiranya sesuatu bahan tidak berupaya merentasinya. Membran plasma ialah membran yang bersifat telap memilih. Apakah yang dimaksudkan dengan **membran telap memilih**? Membran telap memilih hanya membenarkan pergerakan bebas sesetengah bahan merentasinya dan menghalang atau mengehadkan pergerakan bahan yang lain.

Membran plasma mempunyai sifat telap memilih disebabkan **struktur binaannya**. Lapisan fosfolipid dan protein menentukan ciri ketelapan membran terhadap bahan-bahan tertentu. Kita akan mempelajari ciri-ciri bahan yang dapat merentasi membran plasma dalam unit selanjutnya.

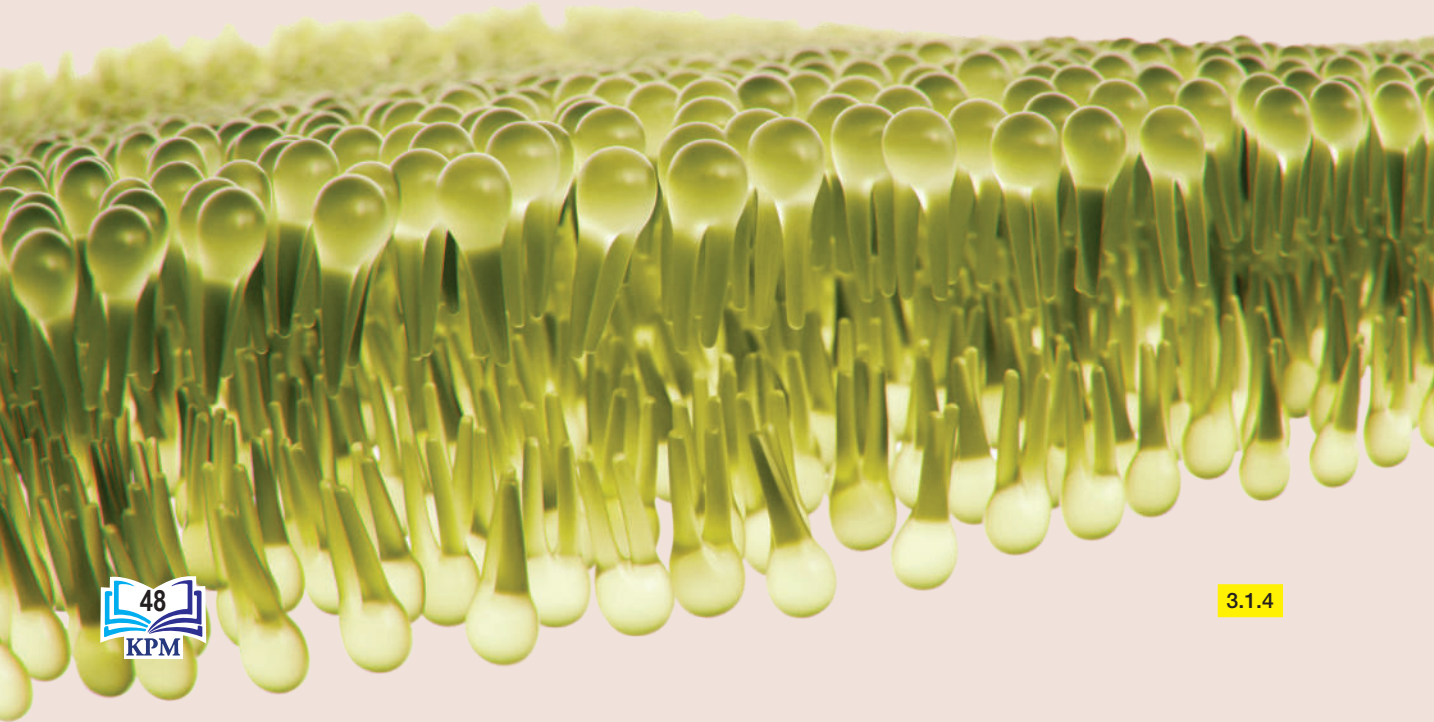


TMK 3.2

Video: Model
mozek bendalir
membran plasma
(Dicapai pada 21 Ogos 2019)

Praktis Formatif 3.1

- 1 Apakah dua komponen utama membran plasma?
- 2 Terangkan maksud model mozek bendalir.
- 3 Ramalkan apa yang akan berlaku kepada membran plasma sekiranya tiada kolesterol.
- 4 Terangkan peranan fosfolipid dan protein dalam menentukan sifat ketelapan membran plasma.



3.2

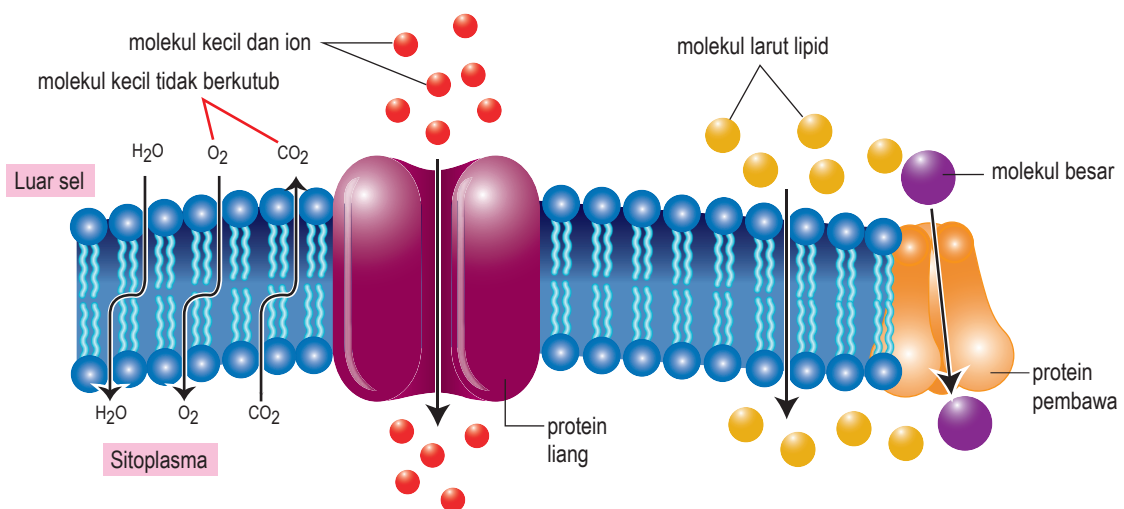
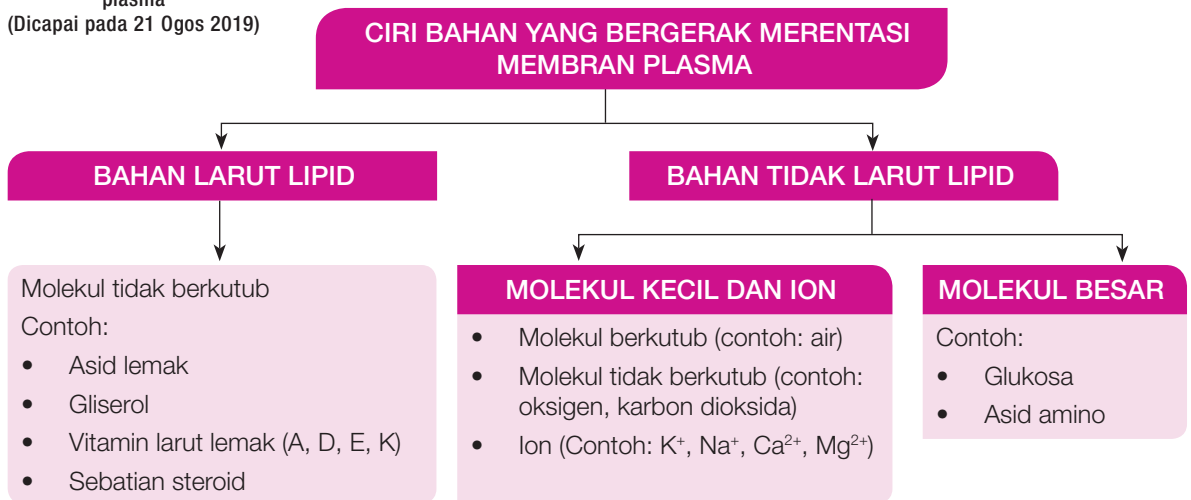
Konsep Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma



Video: Pergerakan molekul dan ion merentasi membran plasma
(Dicapai pada 21 Ogos 2019)

Ciri bahan yang dapat merentasi membran plasma

Terdapat tiga faktor umum yang menentukan sama ada sesuatu molekul boleh bergerak merentasi membran plasma iaitu **saiz molekul**, **kekutuban molekul** dan **cas ion**.



RAJAH 3.3 Pergerakan bahan merentasi membran plasma

Jalankan eksperimen berikut untuk menunjukkan bahawa pergerakan merentasi membran telap memilih adalah berdasarkan saiz molekul.

Aktiviti 3.1

Pergerakan bahan merentasi membran telap memilih

Eksperimen

Pernyataan masalah

Bagaimanakah saiz molekul zat terlarut mempengaruhi pergerakan bahan merentasi membran telap memilih?

Hipotesis

Molekul kecil dapat merentasi membran telap memilih manakala molekul besar tidak dapat merentasi membran telap memilih.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Saiz molekul

Bergerak balas: Kehadiran molekul di dalam tiub Visking dan di dalam bikar

Dimalarkan: Suhu persekitaran dan masa rendaman

Bahan

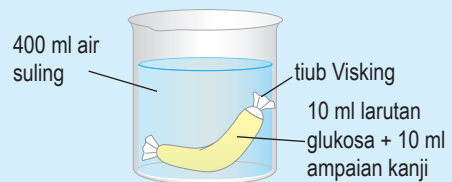
Larutan Benedict, ampaian kanji 1%, larutan iodin, larutan glukosa 30%, air suling, tiub Visking 12 cm panjang dan benang

Radas

Bikar, tabung uji, penunu Bunsen, penitis dan silinder penyukat

Prosedur

- 1 Rendam tiub Visking dalam air selama 5 minit untuk melembutkannya. Simpulkan dan ikat salah satu hujung tiub Visking dengan benang supaya tidak bocor.
- 2 Isi tiub Visking dengan 10 ml larutan glukosa dan 10 ml ampaian kanji. Ikat hujung tiub Visking menggunakan benang dengan ketat. Warna larutan direkod.
- 3 Bilas bahagian luar tiub Visking dengan air suling.
- 4 Masukkan 400 ml air suling ke dalam bikar.
- 5 Masukkan tiub Visking ke dalam bikar dan biarkan selama 30 minit.
- 6 Selepas 30 minit, keluarkan tiub Visking dan pindahkan ke bikar yang kering.
- 7 (a) Jalankan ujian iodine bagi larutan di dalam tiub Visking dan larutan di dalam bikar. Masukkan 2 ml setiap larutan ke dalam tabung uji yang berasingan dan campurkan 1 ml larutan iodine. Perhatikan warna yang terhasil.
(b) Jalankan ujian Benedict bagi larutan di dalam tiub Visking dan larutan di dalam bikar. Masukkan 2 ml setiap larutan ke dalam tabung uji yang berasingan dan campurkan 1 ml larutan Benedict. Panaskan larutan di dalam kukus air selama kira-kira 5 minit dan rekod sebarang perubahan warna.



Keputusan

	Kandungan	Ujian Iodin	Ujian Benedict
Tiub Visking	10 ml larutan glukosa + 10 ml ampaian kanji		
Bikar	400 ml air suling		

Perbincangan

- 1 Apakah molekul yang boleh didapati di dalam (a) tiub Visking (b) bikar?
- 2 Apakah inferens yang boleh dibuat berkaitan dengan (a) saiz molekul kanji (b) saiz molekul glukosa apabila dibandingkan dengan saiz liang pada tiub Visking?
- 3 Apakah ciri persamaan antara tiub Visking dengan membran plasma?

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Aktiviti 3.2 Mengkaji pergerakan bahan merentasi tiub Visking menggunakan osmometer ringkas

Eksperimen

Pernyataan masalah

Bagaimanakah molekul air meresap merentasi membran telap memilih?

Hipotesis

Molekul air meresap dari kawasan keupayaan air tinggi ke kawasan keupayaan air rendah.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Masa

Bergerak balas: Kenaikan aras larutan sukrosa di dalam tiub kapilari

Dimalarkan: Kepekatan larutan sukrosa

Bahan

Larutan sukrosa 30%, tiub Visking 12 cm panjang, benang dan air suling

Radas

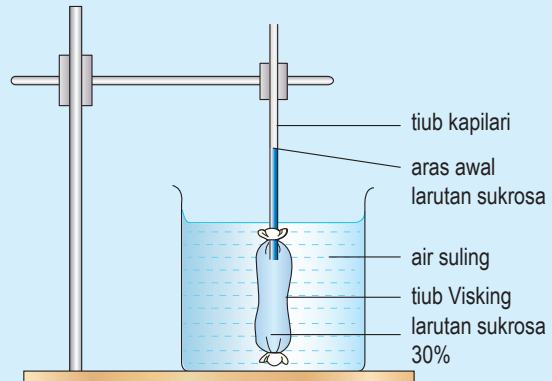
Kaki retort berserta pengapit, tiub kapilari 25 cm panjang, picagari, pembaris, bikar 500 ml, pen penanda, gunting dan jam randik

Prosedur

- 1 Potong tiub Visking sepanjang 12 cm.
- 2 Rendam tiub Visking dalam air selama 5 minit untuk melembutkannya.
- 3 Buka tiub Visking dan ikat salah satu hujung tiub ketat dengan benang untuk membentuk sebuah beg.



- 4 Isi tiub Visking dengan larutan sukrosa 30% menggunakan picagari.
- 5 Hujung tiub Visking yang satu lagi diikat kepada tiub kapilari dengan ketat.
- 6 Bilas permukaan luar tiub Visking dengan air suling.
- 7 Apit tiub kapilari kepada kaki retort secara menegak.
- 8 Rendam tiub Visking dalam bikar berisi air suling.
- 9 Tanda aras awal larutan sukrosa di dalam tiub kapilari dengan pen penanda pada permulaan eksperimen.
- 10 Ukur dan rekod aras larutan sukrosa di dalam tiub kapilari setiap 2 minit daripada aras awal selama 12 minit.
- 11 Plot graf aras larutan sukrosa (mm) melawan masa (minit).



Keputusan

Masa (minit)	0	2	4	6	8	10	12
Aras larutan sukrosa (mm)							

Perbincangan

- 1 Berdasarkan graf, huraikan hubungan antara aras larutan sukrosa dengan masa.
- 2 Apakah yang menyebabkan perubahan dalam aras larutan sukrosa?
- 3 Apakah inferens yang boleh anda buat berkaitan dengan saiz molekul sukrosa dan air dan saiz pada liang tiub Visking?
- 4 Ramalkan keputusan sekiranya eksperimen diulang dengan tiub Visking yang diisi air suling dan bikar yang diisi larutan sukrosa 30%.

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Dunia Biologi Kita



Tahukah anda membran telur boleh digunakan sebagai pengganti tiub Visking? Bolehkah anda cuba membuat sebuah osmometer telur?

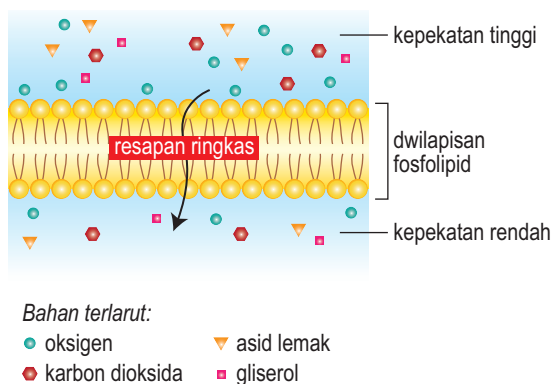
Pergerakan bahan merentasi membran plasma berlaku melalui **pengangkutan pasif** dan **pengangkutan aktif**.

Pengangkutan pasif

Proses pengangkutan pasif boleh dianalogikan seperti mengayuh basikal menuruni cerun bukit. Proses ini tidak melibatkan penggunaan tenaga. **Resapan ringkas**, **osmosis** dan **resapan berbantu** ialah contoh pengangkutan pasif.

Resapan ringkas

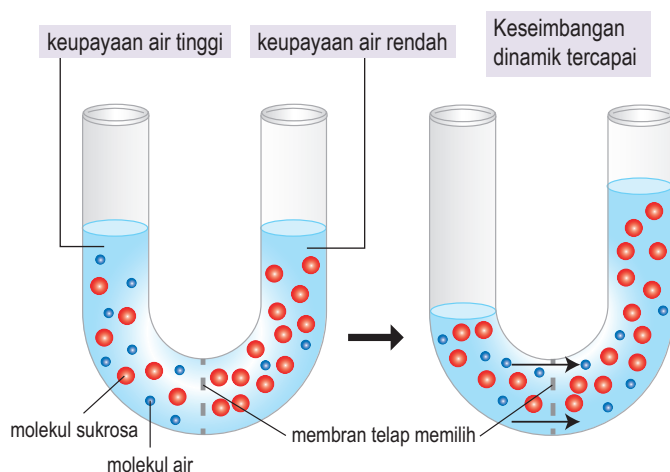
Resapan ringkas ialah pergerakan molekul atau ion dari kawasan berkepekatan tinggi ke kawasan yang berkepekatan rendah, iaitu molekul bergerak menuruni kecerunan kepekatan sehingga keseimbangan dinamik dicapai. Hal ini berlaku sama ada melalui membran plasma atau tidak. Molekul larut lipid (asid lemak dan gliserol), oksigen serta karbon dioksida meresap melalui dwilapisan fosfolipid secara resapan ringkas (Rajah 3.4).



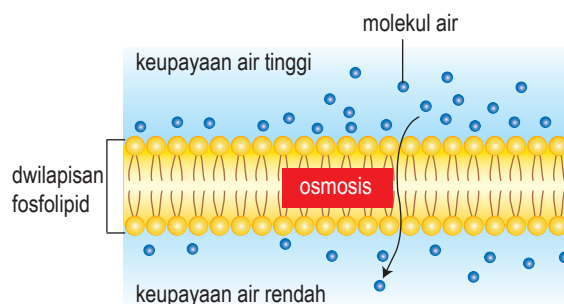
RAJAH 3.4 Resapan ringkas melalui dwilapisan fosfolipid

Osmosis

Osmosis ialah proses pengangkutan pasif yang serupa dengan resapan tetapi hanya melibatkan molekul air. Osmosis ialah pergerakan bersih molekul air secara rawak dari kawasan **keupayaan air tinggi** (kepekatan bahan terlarut rendah) ke **kawasan keupayaan air rendah** (kepekatan bahan terlarut tinggi) merentasi **membran telap memilih**. Membran telap memilih adalah telap terhadap air tetapi tidak telap terhadap sesetengah bahan larut seperti molekul sukrosa (Rajah 3.5). Keadaan yang sama juga berlaku di dalam sel melalui dwilapisan fosfolipid (Rajah 3.6).



RAJAH 3.5 Proses osmosis



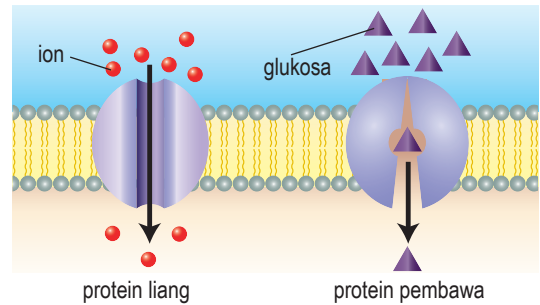
RAJAH 3.6 Osmosis melalui dwilapisan fosfolipid

Resapan berbantu

Bahan yang tidak larut dalam lipid seperti ion, serta molekul bersaiz besar seperti asid amino dan glukosa tidak dapat bergerak merentasi dwilapisan fosfolipid. Bahan-bahan ini bergerak merentasi membran dengan bantuan **protein pengangkut** (protein pembawa atau protein liang). Proses pergerakan ini disebut **resapan berbantu**. Resapan berbantu **tidak memerlukan tenaga** kerana protein pengangkut mengangkut bahan-bahan tersebut **menuruni kecerunan kepekatan**. Proses ini berterusan sehingga **keseimbangan dinamik** tercapai apabila kepekatan bahan adalah sama pada kedua-dua belah membran.

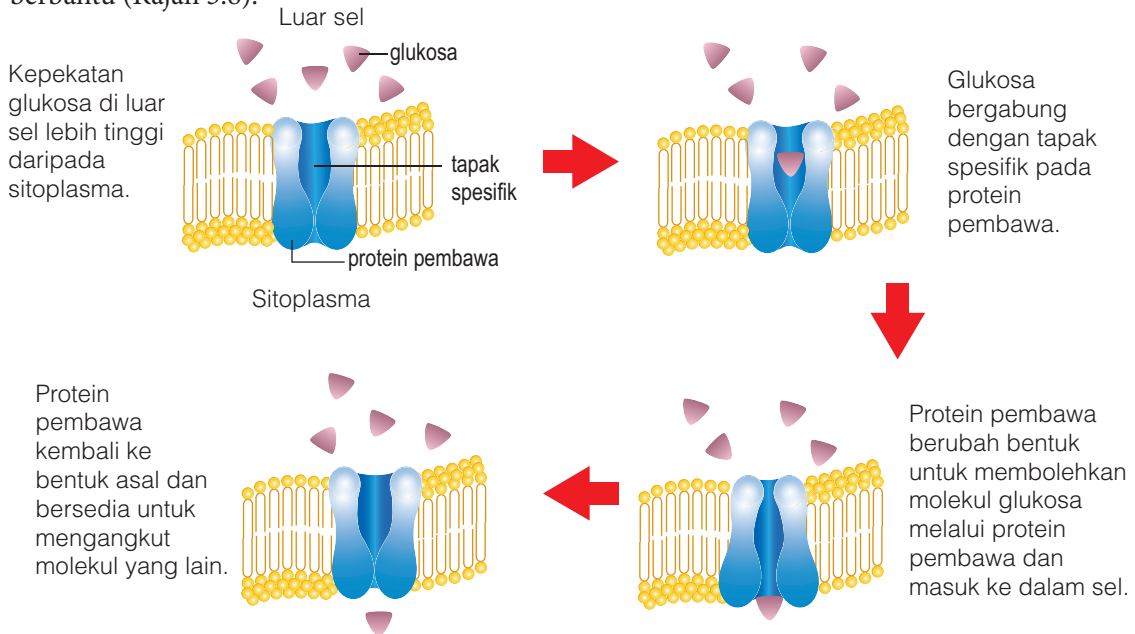
PROTEIN LIANG mempunyai liang atau terusan untuk membolehkan molekul kecil terlarut serta ion meresap merentasi membran plasma. Liang mengandungi ciri dalaman spesifik yang hanya membenarkan ion tertentu melaluinya.

PROTEIN PEMBAWA mempunyai tapak **spesifik** dan hanya boleh bergabung dengan molekul tertentu sahaja. Misalnya, molekul glukosa hanya boleh bergabung dengan tapak spesifik pada protein pembawa glukosa sahaja.



RAJAH 3.7 Resapan berbantu melalui protein liang dan protein pembawa

Proses pergerakan molekul glukosa merentasi membran plasma berlaku secara resapan berbantu (Rajah 3.8).



RAJAH 3.8 Resapan berbantu melalui protein pembawa

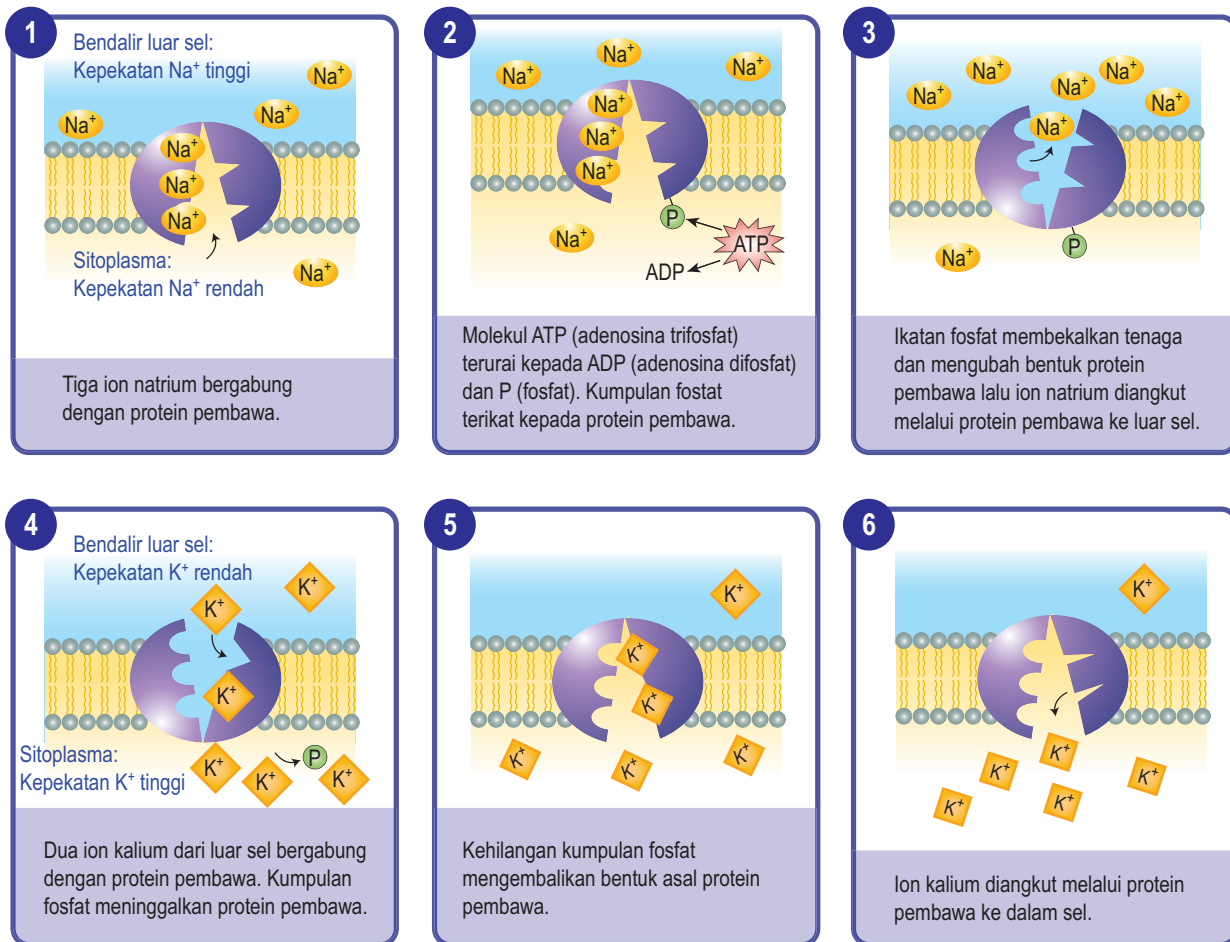
Pengangkutan aktif

Pergerakan bahan merentasi membran plasma juga boleh berlaku melalui **pengangkutan aktif**. Pengangkutan aktif mempunyai ciri-ciri berikut:

- Pergerakan bahan molekul atau ion merentasi membran plasma **menentang kecerunan kepekatan**.
- Memerlukan **tenaga** daripada molekul **ATP** (adenosina trifosfat) yang dijana semasa respirasi sel.
- Memerlukan **protein pembawa spesifik** yang mempunyai **tapak spesifik** untuk bergabung dengan molekul atau ion.
- Protein pembawa juga mempunyai tapak untuk bergabung dengan **molekul ATP**. Protein pembawa **berubah bentuk** apabila kumpulan fosfat bergabung kepadanya. Kemudian molekul atau ion bergerak merentasi membran (Rajah 3.9).

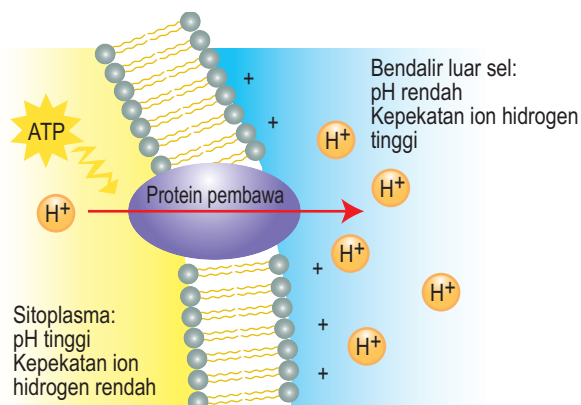
Pengangkutan aktif mengakibatkan **pengumpulan** atau **penyingkiran** molekul atau ion dalam sel. Protein pembawa yang terlibat dalam pengangkutan aktif biasanya dikenali sebagai **pam**.

Misalnya, dalam sel haiwan, protein pembawa yang mengangkut ion natrium ke luar sel dan ion kalium ke dalam sel disebut **pam natrium–kalium**. Mekanisme pam natrium–kalium digambarkan dalam Rajah 3.9.



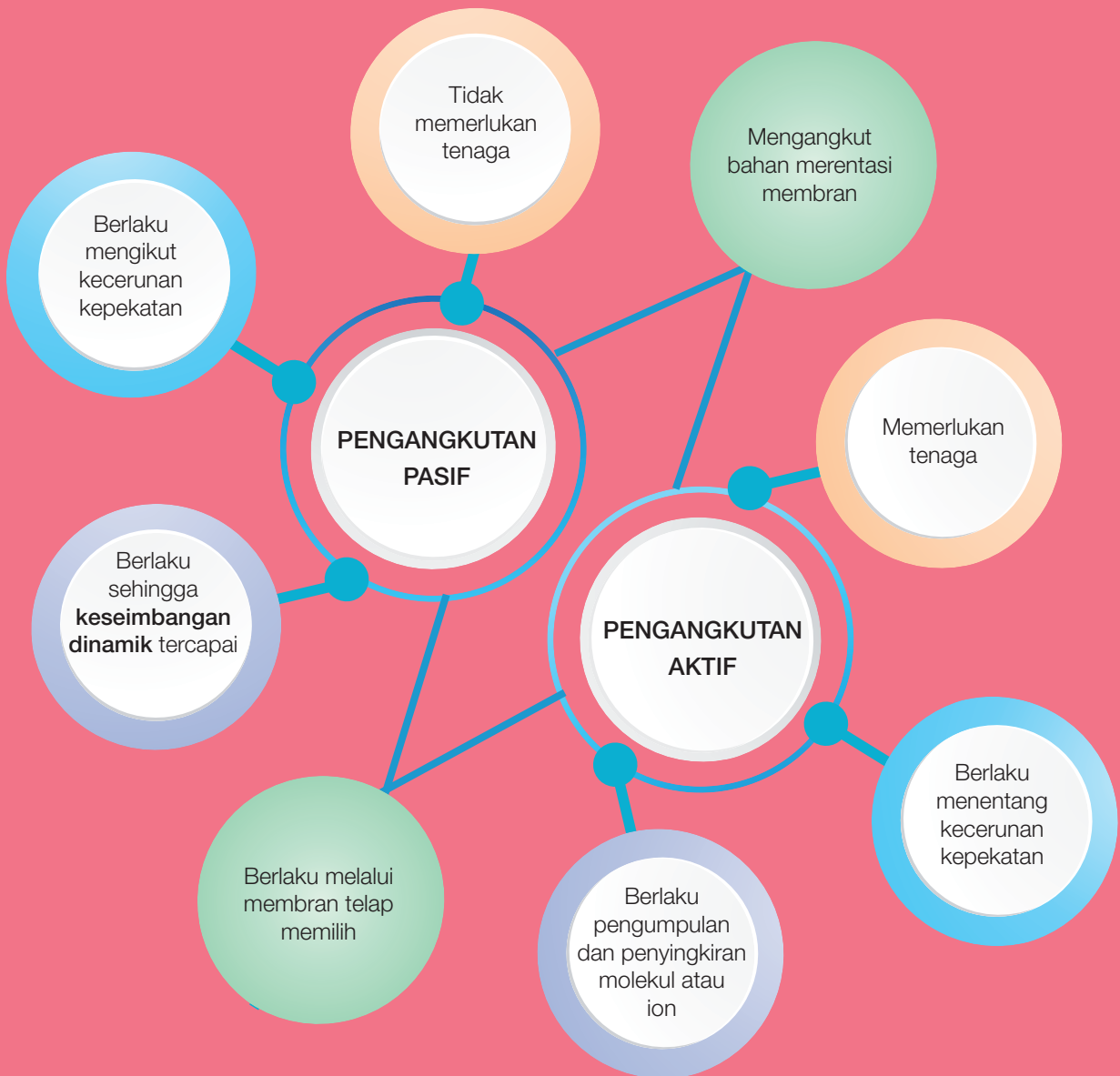
RAJAH 3.9 Pam natrium–kalium

Terdapat sejenis lagi pam iaitu **pam proton**. Contohnya, pam proton yang terdapat pada sel epitelium yang melapisi rongga perut. Pam proton menyebabkan kandungan perut berasid. Tenaga daripada ATP membolehkan ion hidrogen diangkut melalui protein pembawa (pam proton) ke luar sel. Hal ini menyebabkan pengumpulan ion hidrogen dan penghasilan asid dalam rongga perut. Mekanisme pam proton digambarkan dalam Rajah 3.10.



RAJAH 3.10 Pam proton

Peta buih berganda I-Think dalam Rajah 3.11 menunjukkan persamaan dan perbezaan antara pengangkutan pasif dengan pengangkutan aktif.



RAJAH 3.11 Persamaan dan perbezaan antara pengangkutan pasif dengan pengangkutan aktif

Praktis Formatif 3.2

- 1 Berikan beberapa contoh bahan yang boleh bergerak merentasi dwilapisan fosfolipid.
- 2 Huraikan bagaimana ion natrium diangkut ke luar sel.
- 3 Seorang ahli sains menjalankan eksperimen dengan merendamkan akar sejenis tumbuhan dalam larutan yang mengandungi garam mineral pada kepekatan oksigen yang berlainan. Terangkan mengapa kepekatan garam mineral dalam akar bertambah apabila kepekatan oksigen dalam larutan bertambah sebanyak 10%.



3.3

Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma dalam Organisma Hidup

Pengangkutan pasif dan pengangkutan aktif dalam organisma hidup

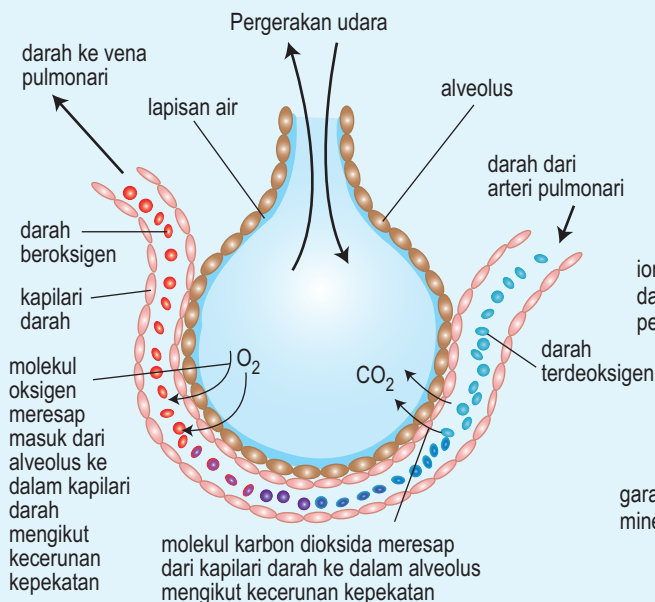
Di manakah pengangkutan pasif dan pengangkutan aktif berlaku dalam organisma hidup?

Pengangkutan pasif dalam organisma berlaku semasa:

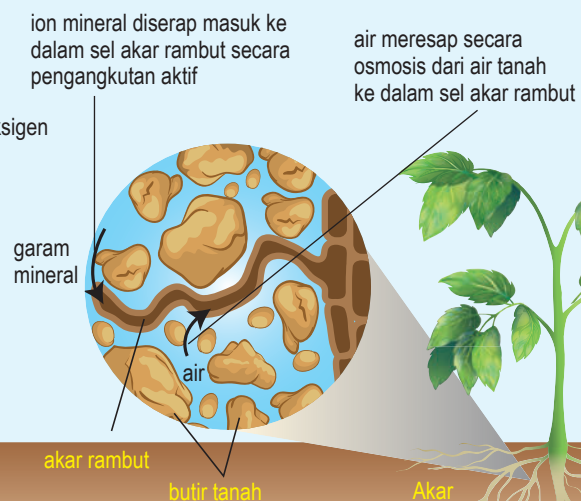
- pertukaran gas antara alveolus dan kapilari darah melalui resapan ringkas (Rajah 3.12)
- penyerapan semula air berlaku secara osmosis melalui tubul renal di ginjal
- penyerapan air oleh sel akar rambut tumbuhan melalui osmosis (Rajah 3.13)
- penyerapan molekul fruktosa berlaku secara resapan berbantu di vilus

Pengangkutan aktif dalam organisma berlaku semasa:

- penyerapan glukosa dan asid amino dalam vilus
- penyerapan semula glukosa dalam tubul renal di ginjal
- pengangkutan sukrosa dari daun ke tisu floem
- penyerapan ion mineral oleh sel akar rambut tumbuhan (Rajah 3.13)



RAJAH 3.12 Pertukaran gas di alveolus berlaku melalui resapan ringkas

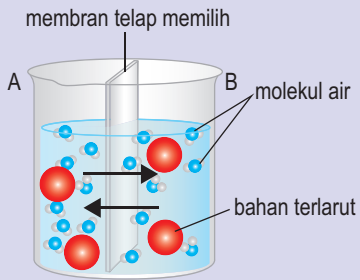
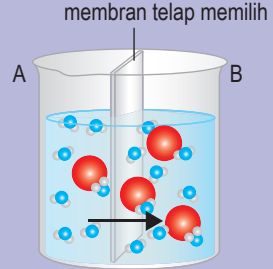
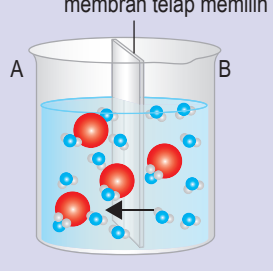


RAJAH 3.13 Penyerapan air secara osmosis dan ion mineral secara pengangkutan aktif

Larutan isotonik, hipotonik dan hipertonik

Secara amnya, terdapat tiga jenis larutan iaitu larutan **isotonik**, larutan **hipotonik** dan larutan **hipertonik**. Seperti yang anda telah pelajari, resapan air berlaku secara osmosis dari kawasan keupayaan air tinggi ke kawasan keupayaan air rendah merentasi membran plasma. Penerangan tentang setiap larutan diringkaskan dalam Jadual 3.1.

JADUAL 3.1 Larutan isotonik, larutan hipotonik dan larutan hipertonik

Konsep	Definisi		Penerangan
Larutan isotonik	Larutan A dan B mempunyai kepekatan bahan terlarut yang sama.		Larutan A dan B adalah isotonik terhadap satu sama lain. Tiada pergerakan bersih air.
Larutan hipotonik	Larutan A mempunyai kepekatan bahan terlarut yang rendah dan keupayaan air yang tinggi.		Larutan A hipotonik terhadap larutan B. Air meresap dari larutan A ke larutan B secara osmosis.
Larutan hipertonik	Larutan A mempunyai kepekatan bahan terlarut yang tinggi dan keupayaan air yang rendah.		Larutan A hipertonik terhadap larutan B. Air meresap dari larutan B ke larutan A secara osmosis.

Zon Aktiviti



Jalankan eksperimen untuk melihat kesan osmosis terhadap membran plasma telur.

Kesan larutan hipotonik, hipertonic dan isotonic terhadap sel haiwan dan sel tumbuhan

Sitoplasma sel mengandungi bahan terlarut seperti glukosa dan garam mineral. Bendalir yang terdapat dalam sel dikenali sebagai **bendalir intrasel**. Setiap sel juga dikelilingi oleh **bendalir ekstrasel**. Oleh itu, sel sentiasa mengalami proses osmosis dan pergerakan air merentasi membran plasma bergantung pada keupayaan air dalam bendalir ekstrasel dan bendalir intrasel.

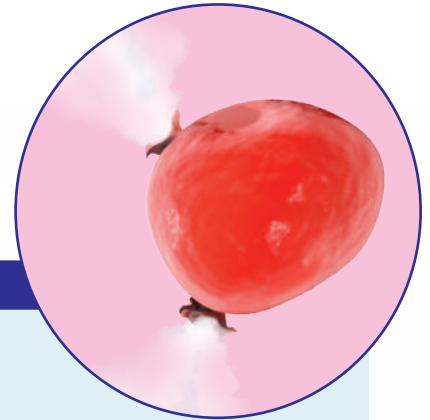
Lensa Biologi

Istilah hemolisis hanya digunakan untuk peletusan sel darah merah.



KESAN LARUTAN HIPOTONIK

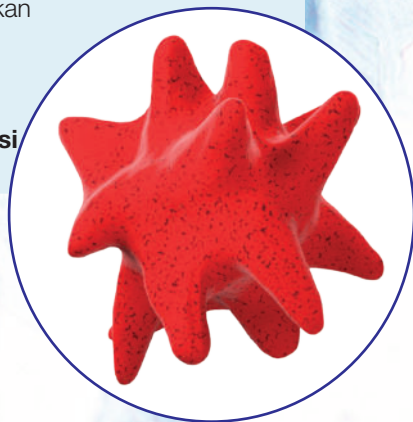
- Apabila sel darah merah berada dalam larutan hipotonik, air meresap masuk ke dalam sel secara osmosis, menyebabkan sel mengembang dan akhirnya meletus.
- Ini adalah kerana membran plasma adalah terlalu nipis untuk menahan tekanan osmosis yang terhasil dalam sel.
- Peletusan sel darah merah dikenali sebagai **hemolisis**.



KESAN LARUTAN HIPOTONIK, HIPERTONIK DAN ISOTONIK TERHADAP SEL HAIWAN

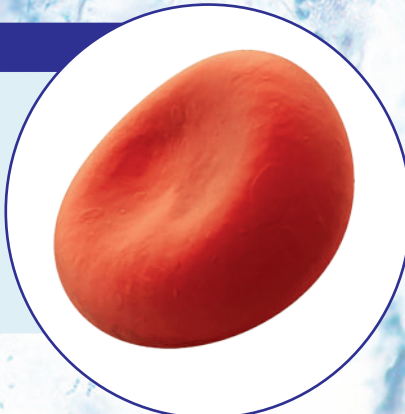
KESAN LARUTAN HIPERTONIK

- Apabila sel darah merah dimasukkan ke dalam larutan hipertonic, air meresap keluar dari sel secara osmosis.
- Hal ini menyebabkan sel mengecut.
- Sel darah merah dikatakan mengalami **krenasi**.



KESAN LARUTAN ISOTONIK

- Air meresap masuk ke dalam dan ke luar sel secara osmosis pada kadar yang sama.
- Tiada pergerakan bersih air merentasi membran plasma.
- Sel mengekalkan bentuk normalnya.



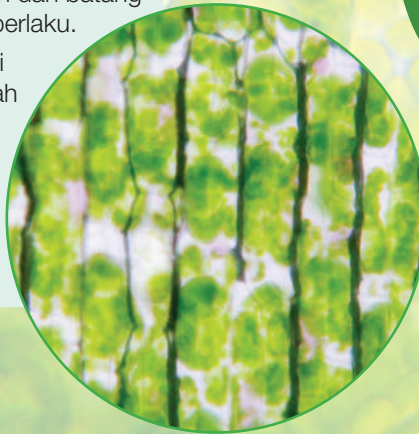
KESAN LARUTAN HIPOTONIK

- Apabila sel tumbuhan dimasukkan ke dalam larutan hipotonik, air meresap ke dalam vakuol secara osmosis.
- Ini menyebabkan vakuol mengembang dan menolak sitoplasma serta membran plasma ke dinding sel.
- Dalam keadaan ini, sel dikatakan berada dalam keadaan **segah**.
- Sel tumbuhan tidak meletus kerana dinding sel adalah tegar dan kuat.
- Tekanan segah adalah penting kepada sel tumbuhan kerana dapat memberikan sokongan dan mengekalkan bentuk sel.
- Kesegahan sel menyebabkan sel pengawal mengembang supaya stoma terbuka untuk fotosintesis.



KESAN LARUTAN HIPERTONIK

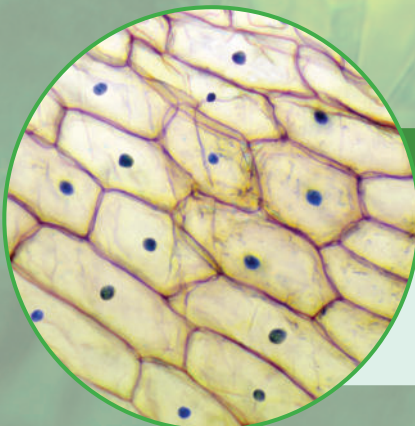
- Apabila sel tumbuhan dimasukkan ke dalam larutan hipertonic, air meresap keluar dari vakuol secara osmosis.
- Vakuol mengecil dan sitoplasma mengecut menyebabkan membran plasma tertarik daripada dinding sel.
- Fenomena ini dinamakan **plasmolisis**. Plasmolisis menyebabkan daun dan batang terlentur ke bawah. Kelayuan berlaku.
- Sel tumbuhan yang mengalami plasmolisis boleh menjadi segah semula sekiranya sel tersebut dipindahkan ke dalam larutan hipotonik dengan segera.
- Sel dikatakan mengalami **deplasmolisis**.



KESAN
LARUTAN
HIPOTONIK,
HIPERTONIK
DAN ISOTONIK
TERHADAP SEL
TUMBUHAN

KESAN LARUTAN ISOTONIK

- Apabila sap sel tumbuhan dan larutan di luar bersifat isotonic, keupayaan air adalah sama.
- Pergerakan air meresap ke dalam dan ke luar sel adalah sama.
- Sel berada dalam keadaan **flasid**.



Pernyataan masalah

Apakah kesan larutan hipotonik, isotonik dan hipertonik terhadap sel haiwan?

Hipotesis

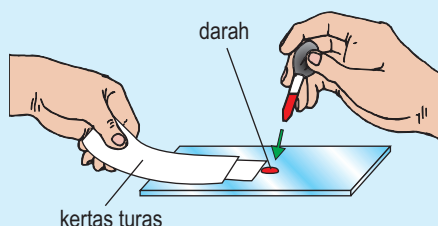
- Larutan hipotonik menyebabkan sel meletus.
- Larutan hipertonik menyebabkan sel mengecut.
- Larutan isotonik menyebabkan sel kekal normal.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Kepekatan larutan persekitaran

Bergerak balas: Keadaan sel darah merah ayam

Dimalarkan: Suhu persekitaran dan jenis sel



Perhatian!
Sel darah merah ayam yang disimpan dalam larutan natrium sitrat menghalang pembekuan darah.

Bahan

Darah ayam segar, larutan natrium klorida 0.15 M dan 0.50 M, kertas turas dan air suling

Radas

Mikroskop cahaya, slaid kaca, penitis, jarum tenggek dan penutup slaid kaca

Prosedur

- 1 Sediakan empat slaid dan labelkan A, B, C dan D.
- 2 Titiskan setitis darah ayam pada slaid A dan tutup slaid dengan penutup slaid kaca.
- 3 Perhatikan bentuk sel darah merah menerusi mikroskop cahaya.
- 4 Titiskan setitis air suling pada slaid B dan tutup slaid dengan penutup slaid kaca.
- 5 Letak setitik darah di sisi penutup slaid kaca. Pada masa yang sama, letak kertas turas pada sisi penutup slaid kaca yang bertentangan supaya darah ditarik merentasi bahagian bawah penutup slaid kaca.
- 6 Perhatikan slaid menerusi mikroskop cahaya dan lukis bentuk sel darah merah dalam jadual di bawah.
- 7 Ulang langkah 4 hingga 6. Gantikan air suling dengan larutan natrium klorida 0.15 M (slaid C) dan larutan natrium klorida 0.50 M (slaid D).

Keputusan

Slaid	Pemerhatian	Lukisan berlabel keadaan sel
A (sel darah merah)		
B (sel darah merah dalam air suling)		
C (sel darah merah dalam larutan natrium klorida 0.15 M)		
D (sel darah merah dalam larutan natrium klorida 0.50 M)		

Perbincangan

- 1 Bincang dan terangkan keputusan yang diperoleh bagi setiap slaid.
- 2 Larutan yang manakah merupakan larutan hipotonik, hipertonik atau isotonik terhadap sel darah merah?
- 3 Apakah yang berlaku kepada sel darah merah dalam slaid B dan D?

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Aktiviti 3.4

Mengkaji kesan larutan hipotonik, hipertonik dan isotonik terhadap sel tumbuhan

Eksperimen

Pernyataan masalah

Apakah kesan larutan yang berlainan kepekatan terhadap sel tumbuhan?

Hipotesis

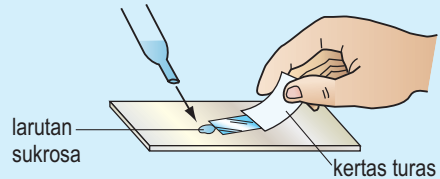
- Larutan hipotonik menyebabkan sel tumbuhan menjadi segar.
- Larutan hipertonik menyebabkan sel tumbuhan mengalami plasmolisis.
- Larutan isotonik menyebabkan sel tumbuhan flasid.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Kepekatan larutan persekitaran

Bergerak balas: Keadaan sel tumbuhan

Dimalarkan: Jenis sel tumbuhan



Bahan

Larutan sukrosa 0.50 M dan 1.0 M, air suling, kertas turas dan bawang besar

Radas

Mikroskop cahaya, slaid kaca, penutup slaid kaca, pisau kecil, jarum tenggek, penitis dan forseps

Prosedur

- 1 Sediakan tiga slaid dan labelkan A, B dan C.
- 2 Kupil lapisan nipis epidermis daun sisik bawang dan letakkan di dalam setitis air suling pada slaid A. Tutup dengan penutup slaid kaca.
- 3 Perhatikan sel epidermis daun sisik bawang menerusi mikroskop. Lukis dan label pemerhatian anda.
- 4 Kupil satu lagi lapisan nipis epidermis daun sisik bawang dan letakkan pada slaid B dan tutup dengan penutup slaid kaca. Titiskan setitis larutan sukrosa 0.50 M pada satu sisi penutup slaid kaca dan alirkan larutan dengan memegang kertas turas pada sisi bertentangan. Perhatikan sel epidermis menerusi mikroskop dan lukis serta label pemerhatian anda.
- 5 Ulang langkah 4 dengan menggantikan larutan sukrosa 0.50 M dengan larutan sukrosa 1.0 M (slaid C).
- 6 Alirkan air suling yang berlebihan melalui daun sisik bawang dalam slaid C. Perhatikan sel menerusi mikroskop. Lukis dan label pemerhatian anda.

Keputusan

Slaid	Pemerhatian	Lukisan berlabel keadaan sel
A (air suling)		
B (larutan sukrosa 0.5 M)		
C (larutan sukrosa 1.0 M)		
Slaid C setelah dialirkan air suling berlebihan		



Perbincangan

- 1 Bincangkan keputusan yang diperoleh bagi setiap slaid.
- 2 Larutan yang manakah merupakan larutan hipotonik, hipertonik atau isotonik terhadap sel tumbuhan?
- 3 Apakah yang berlaku kepada sel tumbuhan dalam slaid C?

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Aktiviti 3.5

Mengkaji dan menentukan kepekatan larutan luar yang isotonik terhadap sap sel tumbuhan

Eksperimen

Pernyataan masalah

Apakah kepekatan larutan luar sel yang isotonik terhadap sap sel ubi kentang?

Hipotesis

Kepekatan larutan luar sel yang isotonik terhadap sap sel ubi kentang ialah kepekatan yang tidak mengubah jisim ubi kentang.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Kepekatan larutan sukrosa

Bergerak balas: Peratus perubahan jisim silinder ubi kentang

Dimalarkan: Tempoh masa rendaman, suhu persekitaran dan jenis ubi kentang

Bahan

Ubi kentang, air suling, larutan sukrosa 0.1 M, 0.2 M, 0.3 M, 0.4 M, 0.5 M, 0.6 M dan kertas turas

Radas

Tabung uji, penebuk gabus, pisau, forseps, pembaris, bikar 50 ml, silinder penyukat, rak tabung uji dan penimbang elektronik

Prosedur

- 1 Sediakan 7 tabung uji yang dilabel A, B, C, D, E, F dan G.
- 2 Isi setiap bikar dengan larutan berikut:

Bikar A: air suling	Bikar E: larutan sukrosa 0.4 M
Bikar B: larutan sukrosa 0.1 M	Bikar F: larutan sukrosa 0.5 M
Bikar C: larutan sukrosa 0.2 M	Bikar G: larutan sukrosa 0.6 M
Bikar D: larutan sukrosa 0.3 M	
- 3 Tekan satu penebuk gabus bersaiz sederhana ke dalam sebiji ubi kentang.
- 4 Keluarkan silinder ubi kentang daripada penebuk gabus.
- 5 Potong silinder ubi kentang sepanjang 50 mm.
- 6 Ulang langkah 3 hingga 5 untuk menyediakan 6 lagi silinder ubi kentang yang sama panjang.
- 7 Lap setiap silinder ubi kentang dengan kertas turas dan timbang untuk mendapatkan jisim awalnya.
- 8 Tuangkan larutan dari bikar A hingga G ke dalam tabung uji berlabel A hingga G. Setiap silinder ubi kentang direndam sepenuhnya di dalam tabung uji.

! Perhatian!

Jangan pegang ubi kentang dengan tangan semasa memotongnya. Sebaiknya, guna papan pemotong sebagai alas.



- 9 Selepas direndam selama 30 minit, keluarkan setiap silinder ubi kentang daripada tabung uji masing-masing dan lap kering dengan kertas turas. Timbang semula setiap silinder ubi kentang untuk mendapatkan jisim akhir.
- 10 Rekodkan keputusan. Lukiskan graf peratus perubahan jisim melawan kepekatan larutan sukrosa.

Keputusan

Tabung uji	Kepekatan	Jisim silinder ubi kentang (g)		Perubahan jisim (g)	Peratus perubahan jisim (%)
		Jisim awal	Jisim akhir		
A	Air suling				
B	Larutan sukrosa 0.1 M				

Perbincangan

- 1 Apakah tekstur silinder ubi kentang selepas direndam dalam larutan sukrosa yang berlainan kepekatan?
- 2 Bagaimanakah anda menentukan kepekatan larutan sukrosa yang isotonik terhadap sap sel ubi kentang daripada graf anda?
- 3 Berdasarkan eksperimen, bincang proses osmosis dalam pelbagai kepekatan larutan sukrosa.

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Praktis Formatif 3.3

- 1 Terangkan apa yang akan berlaku kepada sel-sel berikut apabila direndam di dalam larutan yang berkepekatan bahan terlarut lebih tinggi daripada bendalir intrasel:
 - (a) sel darah merah
 - (b) sel tumbuhan
- 2 Terangkan kesan larutan hipotonik terhadap sel darah merah.
- 3 Terangkan kesan larutan isotonik terhadap sel tumbuhan.
- 4 Berdasarkan konsep osmosis, jelaskan situasi di bawah.
 - (a) Mengapakah penjaja menyembur air pada buah-buahan dan sayur-sayuran?
 - (b) Jelaskan apa yang berlaku apabila gula ditaburkan pada buah strawberi.



3.4

Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma dalam Kehidupan Harian



Anda pasti pernah makan jeruk, ikan masin dan buah-buahan yang ditinkan. Bagaimanakah konsep osmosis dan resapan diaplikasikan dalam pengawetan makanan?

Anda juga boleh mengaplikasikan konsep pergerakan bahan merentasi membran plasma dengan menjalankan Aktiviti 3.6.

Aktiviti 3.6

Mengaplikasikan konsep pergerakan bahan merentasi membran plasma

Projek

Bahan

Telur, pisang, kobis, aneka buah-buahan, ikan gelama, gula, garam, cuka dan air masak

Radas

Pisau, botol dan ketuhar

Prosedur

- 1 Jalankan aktiviti dalam kumpulan.
- 2 Aplikasi konsep pergerakan bahan merentasi membran plasma dalam menghasilkan produk makanan.
- 3 Gunakan bahan mentah tempatan dan pasarkan produk tersebut di peringkat sekolah.
- 4 Antara produk makanan yang boleh anda hasilkan ialah: telur awet yang berwarna-warni, pisang salai pelbagai rasa, ikan masin, jeruk dan kobis yang berwarna.

Inovasi Malaysia



Sekumpulan penyelidik di Malaysia telah berjaya mencipta *Sil-RH Membrane Distillation*. Membran ini diperbuat daripada sekam padi dan boleh digunakan untuk proses penyahgaraman.

Fenomena kelayuan tumbuhan

■ Tumbuhan segar



3.4.2

Sekiranya pembajaan berlebihan dilakukan, tumbuhan akan mengalami kelayuan. Baja larut dalam air tanah menyebabkan air tanah menjadi hipertonik terhadap sap sel akar. Akibatnya, air akan meresap keluar secara osmosis dari sap sel akar ke dalam tanah dan sel akan mengalami plasmolisis. Sel dalam tumbuhan akan pulih semula apabila disiram air. Akan tetapi, sekiranya tempoh plasmolisis adalah panjang, tumbuhan yang layu akhirnya akan mati.

■ Tumbuhan layu



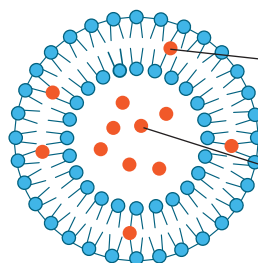
Konsep pergerakan bahan merentasi membran plasma mempunyai pelbagai aplikasi dalam kehidupan harian kita seperti contoh-contoh berikut.

Minuman penghidratan semula seperti garam penghidratan oral dapat mengembalikan kehilangan air dan elektrolit dalam individu yang mengalami cirit-birit.



Minuman isotonik bagi atlet dapat mengganti bendalir serta elektrolit seperti kalium dan natrium badan yang hilang melalui perpeluhan.

Larutan saline yang digunakan dalam perubatan lazimnya merupakan larutan isotonik terhadap plasma darah. Larutan saline mengandungi 0.85–0.90 g natrium klorida per 100 ml.

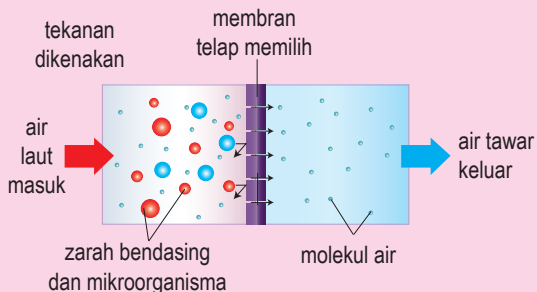


ubat yang tidak larut dalam air diangkut di kawasan hidrofobik

ubat yang larut dalam air diangkut di kawasan hidrofilik

Liposom ialah vesikel yang mengandungi larutan akues dikelilingi oleh membran dwilapisan fosfolipid. Liposom digunakan untuk melindungi ubatan atau bahan aktif yang dimakan secara oral daripada dimusnahkan oleh jus gaster. Dengan cara ini, ubat dapat sampai ke sel sasaran.

Osmosis berbalik ialah teknologi yang biasa digunakan untuk memperoleh air tawar daripada air laut melalui proses penyahgaraman. Dalam peralatan osmosis berbalik, tekanan dikenakan ke atas air laut untuk melalui membran telap memilih. Membran ini membenarkan molekul air melaluinya manakala zarah bendasing, garam dan mikroorganisma dihalang. Maka air yang keluar ialah air tawar yang tulen.



Zon Aktiviti

Kaji proses osmosis berbalik dalam penulenan air.



TMK 3.4

Video: Aplikasi liposom
(Dicapai pada 21 Ogos 2019)

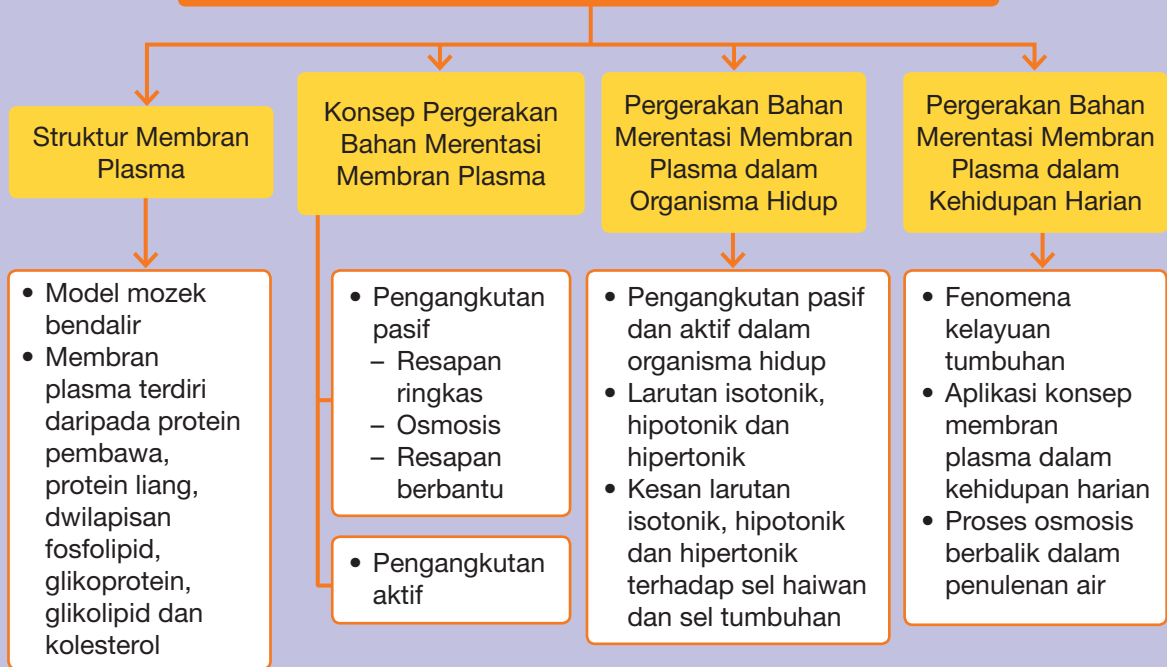
Praktis Formatif 3.4

- 1 Terangkan mengapa pengawetan cili hijau menggunakan cuka dan gula.
- 2 Jeruk nanas disediakan dengan merendam kepingan nanas dalam larutan gula pekat. Nyatakan dua kebaikan dan dua keburukan kaedah ini berbanding dengan menyimpan nanas segar.
- 3 Ariana mengalami cirit-birit setelah makan makanan yang telah basi. Cadangkan satu bahan yang boleh membantunya kembali sembuh.
- 4 Liposom ialah vesikel yang mengandungi larutan akues dikelilingi oleh membran dwilapisan fosfolipid. Terangkan kegunaan liposom dalam kehidupan harian.



Rumusan

PERGERAKAN BAHAN MERENTASI MEMBRAN PLASMA



Refleksi Kendiri

Adakah anda telah menguasai konsep penting berikut?

- Keperluan pergerakan bahan merentasi membran plasma
- Komponen membran plasma dan fungsinya berdasarkan model mozek bendalir
- Sifat ketelapan membran plasma
- Ciri bahan yang dapat merentasi membran plasma
- Pengangkutan pasif dan pengangkutan aktif
- Larutan hipotonik, hipertonic dan isotonic
- Kesan larutan yang berlainan kepekatan terhadap sel tumbuhan dan sel haiwan
- Aplikasi konsep pergerakan bahan merentasi membran plasma dalam kehidupan harian



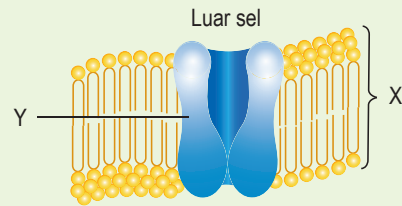
Praktis Sumatif 3

- 1 Nyatakan maksud pengangkutan pasif.
- 2 Sifat sesuatu membran menentukan sama ada sesuatu molekul boleh bergerak merentasi membran tersebut. Terangkan mengapa membran plasma tidak telap terhadap banyak jenis molekul.



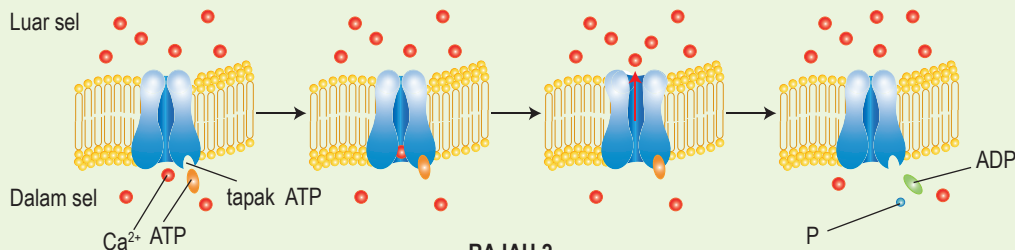
- 3 Huraikan mengapa makanan diawet dengan menggunakan larutan gula yang pekat.
- 4 (a) Terangkan peranan vakuol mengecut dalam mengawal keseimbangan air di dalam *Amoeba* sp.
(b) Ramalkan apa yang akan berlaku kepada *Amoeba* sp. yang dipindahkan ke air laut. Terangkan jawapan anda.

- 5 (a) Rajah 1 menunjukkan satu komponen sel yang boleh dijumpai dalam sel.
(i) Namakan komponen sel dalam Rajah 1.
(ii) Labelkan X dan Y.
(b) Dalam satu eksperimen, sel mesofil palisad direndam di dalam air suling untuk tempoh masa tertentu. Terangkan apa yang akan berlaku kepada sel tersebut.



RAJAH 1

- 6 Rajah 2 menunjukkan sejenis pergerakan bahan merentasi membran plasma. Huraikan bagaimana ion kalsium dalam Rajah 2 diangkut ke luar sel.



RAJAH 2

- 7 Satu kajian tentang kesan kepekatan larutan garam yang berlainan dijalankan bagi sel darah merah manusia. Setitis darah dititiskan ke dalam tiga tabung uji A, B dan C yang mengandungi kandungan larutan yang berlainan. Tabung uji A mengandungi larutan natrium klorida 4.5%, tabung uji B mengandungi air suling manakala tabung uji C mengandungi larutan natrium klorida 0.85%. Ketiga-tiga tabung uji dibiarkan selama 30 minit.



- (a) Terangkan keadaan larutan yang dapat diperhatikan bagi setiap tabung uji selepas 30 minit.
- (b) Huraikan pemerhatian yang anda perolehi bagi tabung uji A dan B.
- (c) Lukiskan bentuk sel darah merah bagi setiap tabung uji apabila dilihat menerusi mikroskop.
- (d) Cadangkan satu kepekatan larutan yang sesuai untuk menyimpan sel darah merah. Beri justifikasi bagi jawapan anda.

Soalan Esei

8 Nyatakan persamaan dan perbezaan antara resapan ringkas dengan osmosis.

9 (a) Sesetengah suri rumah merendam sayur-sayuran dalam larutan garam sebelum dimasak supaya racun serangga dan ulat dapat dihapuskan.



(i) Huraikan mengapa sayur-sayuran yang direndam terlalu lama dalam larutan garam akan menjadi layu.

(ii) Cadangkan satu cara untuk mengembalikan kesegahan sayur-sayuran tersebut.

(b) Huraikan secara lengkap bagaimana molekul asid amino diangkut merentasi membran plasma.



(c) Krim kosmetik yang mengandungi liposom dikatakan lebih berkesan dalam penjagaan kulit. Berikan penilaian anda mengenai pernyataan ini.

Sudut Pengayaan

10 Anda bekerja dalam syarikat yang menghasilkan produk minuman untuk kumpulan atlet berlainan. Kepekatan karbohidrat yang disyorkan untuk produk minuman adalah seperti berikut: Ahli gimnastik: 1–3%; pelari jarak sederhana: 6–8%; dan pemain bola sepak: 10–12%.



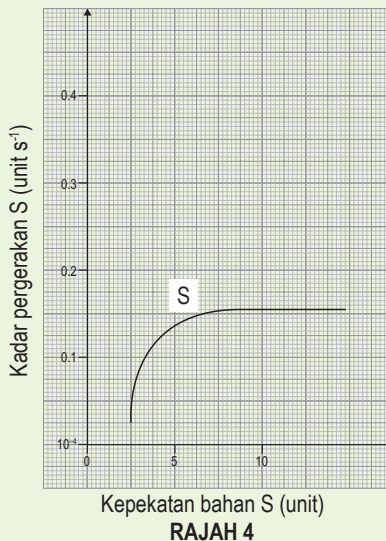
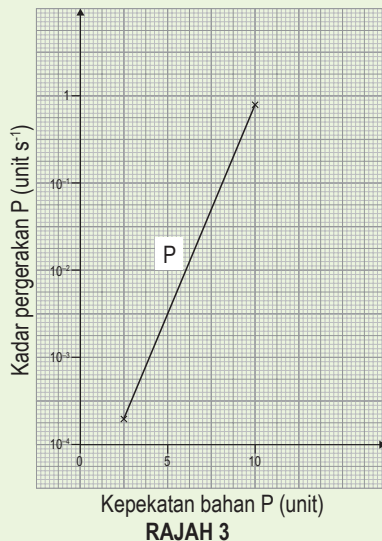
Beri justifikasi untuk kepekatan produk minuman yang telah anda hasilkan.

11 Kadar pergerakan bahan P dan bahan S merentasi membran plasma ditunjukkan dalam graf Rajah 3 dan 4.



(a) Beri satu contoh bahan P dan terangkan bagaimana bahan P bergerak merentasi membran plasma.

(b) Bandingkan pergerakan bahan P dan bahan S merentasi membran plasma.



Jawapan lengkap boleh didapati dengan mengimbas kod QR yang disediakan

BAB 4 Komposisi Kimia dalam Sel

Bagaimanakah pengetahuan mengenai unsur dan molekul biologi digunakan untuk kawalan biologi siput gondang?

Tahukah ANDA...

- Apakah komposisi kimia dalam sel?
- Apakah sifat air dan kepentingannya dalam sel?
- Apakah unsur-unsur yang terdapat dalam karbohidrat, protein, lipid dan asid nukleik?
- Bagaimanakah polimer terhasil daripada monomer?
- Apakah kepentingan karbohidrat, protein, lipid dan asid nukleik dalam sel?

4.1 Air

- 4.1.1 Memerihalkan sifat molekul air.
- 4.1.2 Menghubung kait sifat air dengan kepentingannya dalam sel.

4.2 Karbohidrat

- 4.2.1 Menyenaraikan unsur dalam karbohidrat.
- 4.2.2 Menjelaskan jenis karbohidrat:
 - monosakarida
 - disakarida
 - polisakarida
- 4.2.3 Mengkonsepsikan pembentukan dan penguraian:
 - disakarida
 - polisakarida
- 4.2.4 Menulis dan menerangkan persamaan perkataan bagi pembentukan dan penguraian disakarida.
- 4.2.5 Mewajarkan kepentingan karbohidrat dalam sel.

4.3 Protein

- 4.3.1 Menyenaraikan unsur dalam protein.
- 4.3.2 Mengkonsepsikan pembentukan dan penguraian dipeptida dan polipeptida.
- 4.3.3 Menulis persamaan perkataan bagi pembentukan dan penguraian dipeptida.
- 4.3.4 Mewajarkan kepentingan protein dalam sel.

4.4 Lipid

- 4.4.1 Menyenaraikan unsur dalam lipid.
- 4.4.2 Menjelaskan jenis lipid yang utama.
- 4.4.3 Memerihalkan pembentukan dan penguraian trigliserida.
- 4.4.4 Menulis dan menerangkan persamaan perkataan bagi pembentukan dan penguraian trigliserida.
- 4.4.5 Mewajarkan kepentingan lipid dalam sel dan organisma multisel.

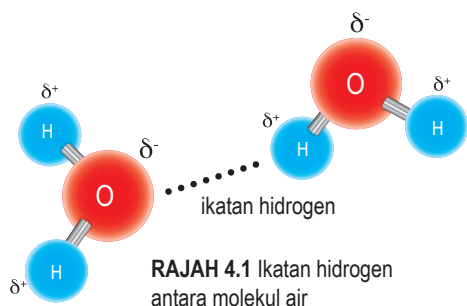
4.5 Asid Nukleik

- 4.5.1 Menyenaraikan unsur dalam asid nukleik.
- 4.5.2 Menerangkan struktur nukleotida:
 - bes bernitrogen
 - gula ribosa atau gula deoksiribosa
 - fosfat
- 4.5.3 Menghuraikan struktur polinukleotida:
 - asid deoksiribonukleik (DNA)
 - asid ribonukleik (RNA)
- 4.5.4 Mewajarkan kepentingan asid nukleik dalam sel:
 - pembawa maklumat pewarisan
 - penghasilan protein
- 4.5.5 Memerihalkan pembentukan kromosom daripada DNA dan protein.

4.1 Air

Dalam Tingkatan 2, anda telah mempelajari secara ringkas tentang air dan sebatian organik seperti karbohidrat, protein, lipid dan asid nukleik. Apakah fungsi sebatian organik dan air dalam sel organisma?

Sifat dan kepentingan air dalam sel

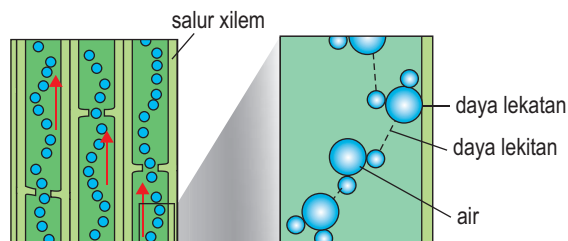


KEKUTUBAN AIR

- Air merupakan sebatian tak organik yang terdiri daripada unsur-unsur hidrogen (H) dan oksigen (O).
- Molekul air ialah **molekul berkutub** kerana elektron yang dikongsi di antara oksigen dan hidrogen akan tertarik ke arah oksigen yang lebih elektronegatif (δ^-).
- Kekutuban ini menghasilkan ikatan hidrogen (Rajah 4.1) dan membolehkan air bertindak sebagai **pelarut semesta**.
- Sifat pelarut semesta air membolehkan zat terlarut seperti glukosa dan elektrolit diangkut merentasi membran plasma ke dalam sel untuk tindak balas biokimia.

DAYA LEKITAN DAN DAYA LEKATAN AIR

- Molekul air melekat antara satu sama lain melalui **daya lekatan**.
- Pada masa yang sama, molekul air juga melekat pada permukaan lain melalui **daya lekatan**.
- Kedua-duanya menghasilkan tindakan kapilari yang membolehkan air memasuki dan bergerak di sepanjang ruang yang sempit, misalnya dalam salur xilem.



RAJAH 4.2 Daya lekatan dan daya lekatan dalam salur xilem

Fikirkan!

Bagaimanakah haiwan akuatik dapat hidup di dalam air laut yang beku?

GAMBAR FOTO 4.1

Beruang kutub hidup di kawasan air laut yang dilitupi ais

MUATAN HABA TENTU AIR

- Air mempunyai **muatan haba tentu** yang tinggi iaitu sebanyak $4.2 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.
- Ini bermaksud 4.2 kJ tenaga haba diperlukan untuk menaikkan suhu satu kilogram air sebanyak $1 \text{ } ^\circ\text{C}$.
- Air menyerap banyak tenaga haba dengan kenaikan suhu yang kecil. Ciri ini sangat penting untuk mengekalkan suhu badan organisma.



TMK 4.1

Kuiz: Uji pemahaman anda mengenai air

Praktis Formatif 4.1

- 1 Apakah ikatan kimia yang terurai semasa air berubah daripada cecair kepada wap air?
- 2 Mengapakah air dikenali sebagai molekul berkutub?
- 3 Nyatakan maksud daya lekatan dan daya lekatan.
- 4 Terangkan bagaimana berpeluh membantu menurunkan suhu badan.



4.2

Karbohidrat

Sebatian organik ialah sebatian kimia yang mengandungi unsur karbon. Sebatian yang besar dan kompleks membentuk makromolekul. Kebanyakan makromolekul ialah **polimer** yang terdiri daripada molekul-molekul kecil yang dikenali sebagai **monomer** (binaan asas). Karbohidrat, protein dan asid nukleik merupakan molekul polimer sebatian organik.

Karbohidrat adalah penting sebagai sumber tenaga dan bahan asas struktur sesetengah organisma. **Karbohidrat** ialah sebatian organik yang terdiri daripada unsur karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O) dalam nisbah 1:2:1 dan formula kimia $(CH_2O)_n$.

Jenis-jenis karbohidrat

Terdapat tiga jenis karbohidrat utama iaitu:

- monosakarida (gula ringkas)
- disakarida
- polisakarida (gula kompleks)

Monosakarida

Monosakarida ialah monomer karbohidrat iaitu unit karbohidrat yang paling ringkas. Monosakarida boleh bergabung membentuk polimer melalui tindak balas kondensasi. Kebanyakan monosakarida rasanya manis, boleh membentuk hablur dan larut dalam air.

Contoh monosakarida:

- **Glukosa** ialah gula dalam tumbuhan seperti padi dan gandum serta buah-buahan seperti anggur. Glukosa ialah monosakarida yang paling lazim didapati dan kebanyakan polisakarida terbentuk daripada gula ini.
- **Fruktosa** ialah gula yang terdapat dalam madu dan buah-buahan manis.
- **Galaktosa** terdapat dalam susu.

Monosakarida mempunyai **kuasa penurunan** iaitu berupaya memindahkan hidrogen (atau elektron) kepada sebatian lain. Proses ini dinamakan penurunan. Apabila monosakarida dipanaskan dalam **larutan Benedict**, monosakarida akan menurunkan **kuprum (II) sulfat biru** kepada **mendakan kuprum (I) oksida** yang berwarna **merah bata** dan tidak larut dalam air. Semua monosakarida boleh melakukan tindak balas ini dan dikenali sebagai **gula penurunan**.

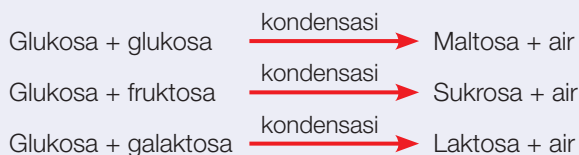
GAMBAR FOTO 4.2
Makanan yang kaya
dengan karbohidrat

Zon Aktiviti

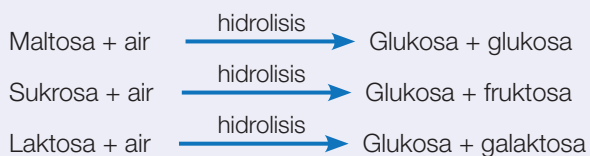
Reka bentuk eksperimen untuk menentukan kehadiran gula penurun dan gula bukan penurun (sukrosa).

Disakarida

Molekul disakarida terhasil apabila dua molekul gula ringkas (monosakarida) bergabung melalui **kondensasi** untuk membentuk satu unit **disakarida**. Proses ini melibatkan penyingkiran satu molekul air.



Disakarida juga boleh diuraikan kepada unit-unit monosakaridanya melalui **hidrolisis** dengan penambahan satu molekul air.



Contoh-contoh disakarida termasuklah sukrosa, maltosa dan laktosa (Gambar foto 4.3). Laktosa dan maltosa merupakan gula penurun tetapi sukrosa ialah gula bukan penurun.

Maltosa boleh didapati dalam bijirin.

Laktosa dalam susu

Lensa Biologi

Sukrosa ialah gula bukan penurun kerana tidak menurunkan larutan kuprum (II) sulfat. Sekiranya sukrosa dihidrolisis (terurai) menjadi unit-unit monosakarida (glukosa dan fruktosa) terlebih dahulu, ujian Benedict akan menunjukkan keputusan positif.

Sukrosa terdapat dalam tebu, buah-buahan manis dan gula bit

GAMBAR FOTO 4.3 Contoh disakarida dan sumbernya

Polisakarida

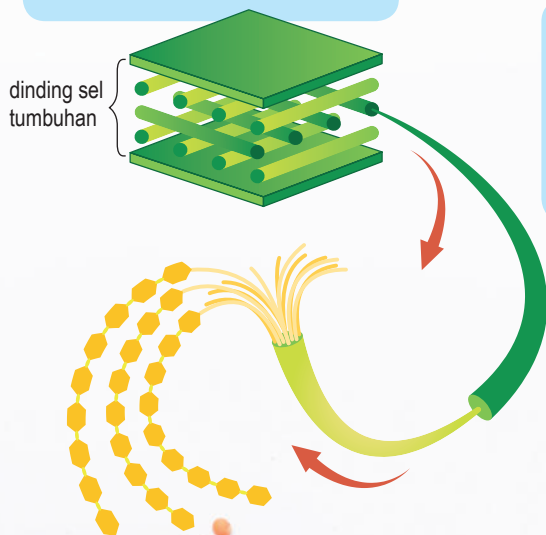
Polisakarida ialah gula polimer yang terdiri daripada monomer monosakarida. Seperti disakarida, polisakarida terbentuk melalui proses kondensasi dan melibatkan beratus-ratus monosakarida untuk membentuk rantai molekul yang panjang. Polisakarida tidak larut dalam air kerana saiz molekulnya yang besar. Polisakarida tidak mempunyai rasa manis dan tidak menghablur.

Polisakarida juga boleh diurai melalui hidrolisis dengan bantuan asid cair, pendidihan dan tindakan enzim. Polisakarida memainkan pelbagai peranan di dalam organisma.

Kepentingan karbohidrat dalam sel

- Sebagai sumber tenaga, contohnya glukosa
- Sebagai simpanan makanan, contohnya glikogen dalam sel haiwan dan kanji dalam sel tumbuhan
- Sebagai struktur sokongan, contohnya selulosa pada dinding sel tumbuhan.

Selulosa ialah struktur utama dalam dinding sel tumbuhan.



Kanji ialah polisakarida simpanan utama dalam tumbuhan. Kanji juga didapati dalam kloroplas. Sumber: bijirin, ubi kentang dan kekacang.

Glikogen ialah polisakarida simpanan utama yang didapati dalam sel otot dan sel hati haiwan.

GAMBAR FOTO 4.4
Contoh-contoh polisakarida

Praktis Formatif 4.2

- 1 Namakan unsur-unsur yang terdapat dalam karbohidrat.
- 2 Senaraikan jenis-jenis karbohidrat utama.
- 3 Berikan contoh-contoh gula penurun dan gula bukan penurun.
- 4 Terangkan mengapa sukrosa merupakan gula bukan penurun.

4.2.3

4.2.5



TMK 4.2

Kuiz: Uji pemahaman anda mengenai karbohidrat



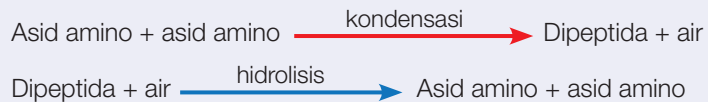
Kitin, sejenis polisakarida, digunakan sebagai benang pembedahan. Kelebihannya, kitin akan terurai selepas luka yang dijahit sembuh.

4.3

Protein

Protein ialah sebatian kompleks yang terdiri daripada unsur **karbon**, **hidrogen**, **oksigen** dan **nitrogen**. Kebanyakan protein juga mengandungi unsur **sulfur** dan **fosforus**. Makanan yang kaya dengan protein termasuk ikan, daging, susu, kacang dan telur. Semua protein terdiri daripada satu atau lebih polimer yang dikenali sebagai **polipeptida**. Setiap polipeptida pula dibina oleh **monomer** atau unit kecil yang dikenali sebagai **asid amino**. Suatu polipeptida boleh terdiri daripada lima puluh sehingga beribu-ribu molekul asid amino. Asid amino terangkai bersama melalui proses **kondensasi**.

Dipeptida terdiri daripada dua molekul asid amino yang dirangkai bersama oleh **ikatan peptida** melalui proses kondensasi. Dalam proses ini, satu molekul air disingkirkan. **Kondensasi** seterusnya boleh merangkai lebih banyak asid amino untuk membentuk satu rantai **polipeptida**.



GAMBAR FOTO 4.5
Makanan yang kaya dengan protein

Setiap dipeptida boleh diuraikan kepada asid amino melalui hidrolisis. Terdapat kira-kira 20 jenis asid amino yang wujud secara semula jadi. Pelbagai jenis molekul polipeptida dapat dibentuk daripada 20 jenis asid amino. Ini adalah kerana setiap jenis protein berbeza dari segi urutan asid amino dalam rantai polipeptidanya.

Kepentingan protein dalam sel

Protein digunakan untuk membina sel baharu, memperbaiki tisu yang rosak dan untuk sintesis enzim, hormon, antibodi dan hemoglobin. Protein juga membentuk bahan binaan seperti keratin pada kulit, kolagen pada tulang dan miosin pada tisu otot.

Penguraian protein atau polipeptida oleh enzim pencernaan memberikan kita tenaga untuk menjalankan aktiviti harian. Polipeptida akan diuraikan kepada asid amino. Seterusnya, asid amino ini digunakan semula untuk membina molekul protein yang diperlukan oleh badan. Anda akan mempelajari dengan lebih lanjut tentang proses pencernaan protein dalam Bab 9.



TMK 4.3

Kuiz: Uji pemahaman anda mengenai protein

Praktis Formatif 4.3

- 1 Nyatakan monomer bagi protein.
- 2 Namakan tindak balas yang membentuk dipeptida.
- 3 Nyatakan dua kepentingan protein.
- 4 Terangkan kesan kekurangan protein dalam diet seseorang terhadap rambut dan kuku individu tersebut.



4.4 Lipid

Lensa Biologi

Kehadiran lemak boleh diuji dengan ujian emulsi etanol. Pembentukan emulsi putih menunjukkan keputusan positif kehadiran lipid.



Kuiz: Uji pemahaman anda mengenai lipid

Lipid

Lipid merupakan sebatian hidrofobik yang wujud secara semula jadi di dalam tisu tumbuhan dan haiwan. Seperti karbohidrat, lipid terdiri daripada unsur-unsur karbon, hidrogen dan oksigen tetapi nisbah atom hidrogen kepada atom oksigen adalah jauh lebih tinggi.

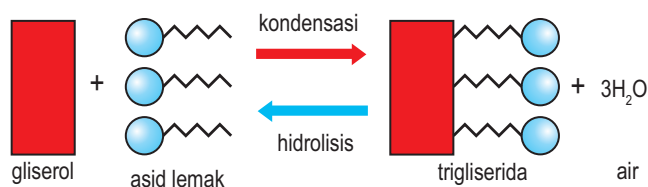
Lipid tidak larut dalam air tetapi larut dalam larutan organik lain, misalnya, alkohol, eter dan kloroform.

Jenis lipid

Jenis-jenis lipid ialah **lemak**, **lilin**, **fosfolipid** dan **steroid**.

Lemak

Lemak dan **minyak** ialah **trigliserida**. **Trigliserida** ialah sejenis ester yang terbentuk melalui **kondensasi** satu molekul **gliserol** dengan **tiga molekul asid lemak**. Trigliserida boleh **dihidrolisis** semula kepada asid lemak dan gliserol melalui tindak balas hidrolisis. **Gliserol** ialah sejenis alkohol tiga karbon yang mengandungi tiga kumpulan **hidroksil** ($-OH$).



Terdapat dua jenis asid lemak iaitu **asid lemak tepu** dan **asid lemak tak tepu**. Persamaan dan perbezaan antara lemak tepu dan lemak tak tepu ditunjukkan dalam Jadual 4.1 dan 4.2.

JADUAL 4.1 Persamaan antara lemak tepu dengan lemak tak tepu

Persamaan
Kedua-duanya terdiri daripada unsur karbon, hidrogen dan oksigen.
Kedua-duanya mempunyai gliserol dan asid lemak.
Kedua-duanya adalah molekul tidak berkutub.

GAMBAR FOTO 4.6
Makanan yang kaya dengan lipid



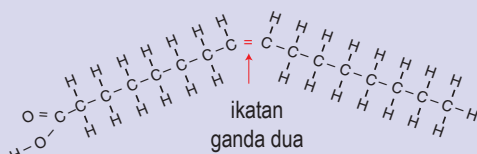
4.4.1

4.4.2

4.4.3

4.4.4

JADUAL 4.2 Perbezaan antara lemak tepu dengan lemak tak tepu

Lemak tepu	Lemak tak tepu
Asid lemak hanya mempunyai ikatan tunggal antara karbon. $\begin{array}{cccccccccccccccccccc} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & & & & & & & & & & & & & & & & & \\ \text{H}-\text{O}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{H} \\ & & & & & & & & & & & & & & & & & & & \\ & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	Asid lemak mempunyai sekurang-kurangnya satu ikatan ganda dua antara karbon. 
Tidak membentuk ikatan kimia dengan atom hidrogen tambahan kerana semua ikatan antara atom karbon tepu.	Ikatan ganda dua masih boleh menerima satu atau lebih atom hidrogen tambahan kerana atom karbon tidak tepu.
Didapati dalam bentuk pepejal pada suhu bilik.	Didapati dalam bentuk cecair pada suhu bilik.
Sumber: mentega dan lemak haiwan	Sumber: minyak zaitun dan minyak ikan

Dunia Biologi Kita



Lemak tepu tidak baik untuk kesihatan kerana boleh meningkatkan paras kolesterol di dalam darah dalam bentuk lipoprotein ketumpatan rendah (LDL). Hal ini boleh meningkatkan risiko serangan jantung. Lemak tepu juga boleh meningkatkan risiko penyakit diabetes.

Lilin

Lilin mengandungi satu molekul alkohol yang bergabung dengan satu molekul asid lemak dan bersifat kalis air.

Fosfolipid

Fosfolipid merupakan komponen utama membran plasma dan terdiri daripada satu molekul gliserol yang bergabung dengan dua molekul asid lemak dan satu kumpulan fosfat.

Steroid

Steroid ialah sebatian lipid yang tidak mengandungi asid lemak. Contoh steroid ialah kolesterol, testosteron, estrogen dan progesteron.

Kepentingan lipid dalam sel

Lemak berfungsi sebagai simpanan tenaga bagi haiwan. Selain itu, lemak juga berfungsi sebagai pelapik untuk melindungi organ-organ dalaman serta bertindak sebagai penebat haba bagi haiwan.

Lilin merupakan komponen penting dalam kutikel yang menutupi epidermis daun dan sebum yang dirembeskan oleh kulit kita. Fungsi glikolipid adalah untuk memastikan kestabilan membran plasma dan membantu dalam proses pengenalpastian sel. Kolesterol pula penting bagi sintesis hormon steroid.

Praktis Formatif 4.4

- 1 Nyatakan unsur-unsur yang terdapat dalam lipid.
- 2 Senaraikan jenis-jenis lipid.



- 3 Beri pendapat anda mengenai pengambilan steroid sintetik untuk membina otot badan.

4.5 Asid Nukleik



Aktiviti: Membina model DNA

Asid nukleik merupakan satu atau dua rantaian polimer yang terdiri daripada monomer nukleotida. Asid nukleik terbentuk daripada unsur karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan fosforus. Setiap nukleotida terdiri daripada **gula pentosa** (gula 5 karbon), **bes bernitrogen** dan **kumpulan fosfat** yang digabung bersama melalui proses kondensasi (Rajah 4.3). Terdapat dua jenis gula pentosa iaitu **ribosa** dan **deoksiribosa**. Bes bernitrogen terdiri daripada **adenina** (A), **guanina** (G), **sitosina** (C), **timina** (T) dan **urasil** (U).

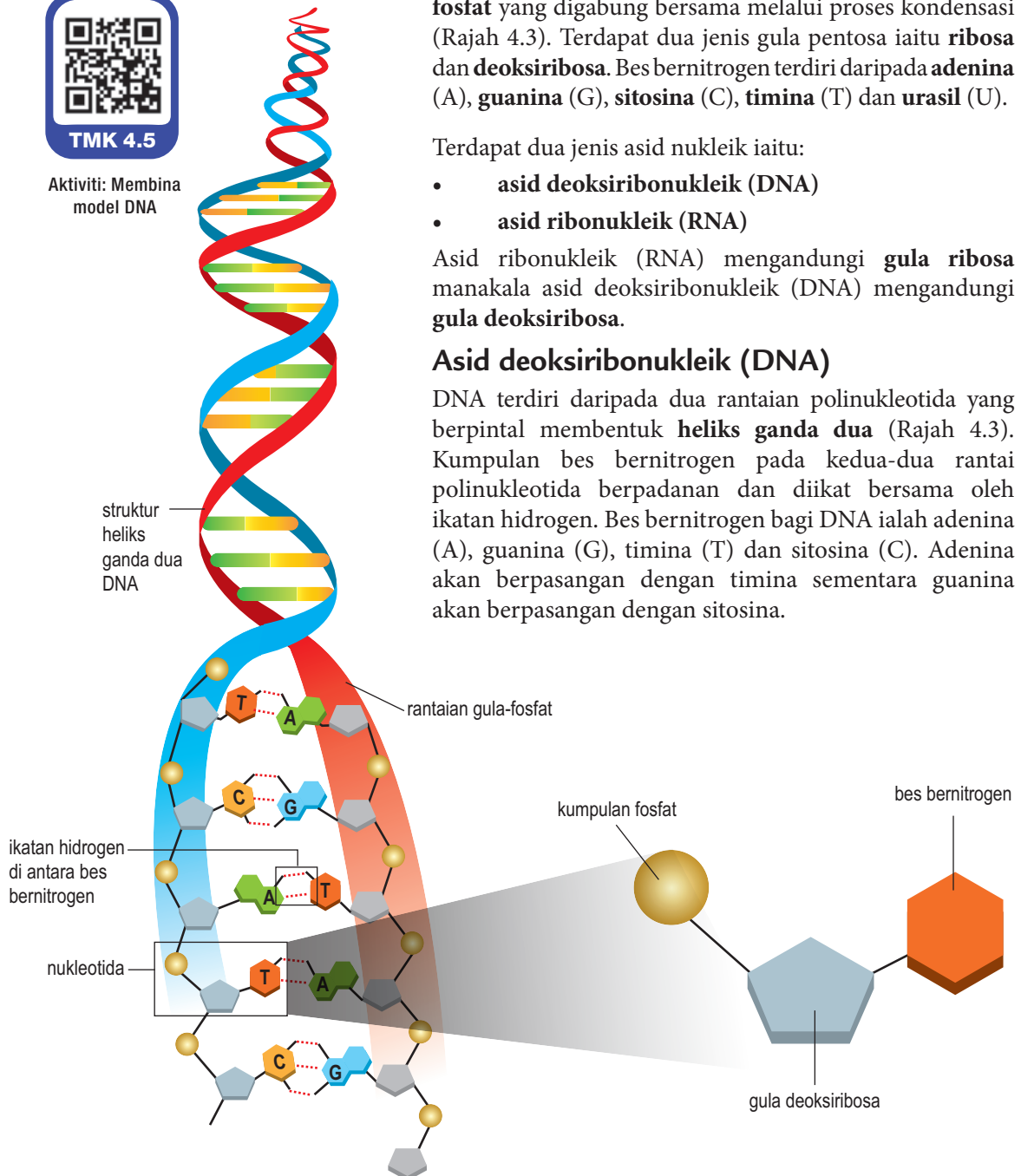
Terdapat dua jenis asid nukleik iaitu:

- **asid deoksiribonukleik (DNA)**
- **asid ribonukleik (RNA)**

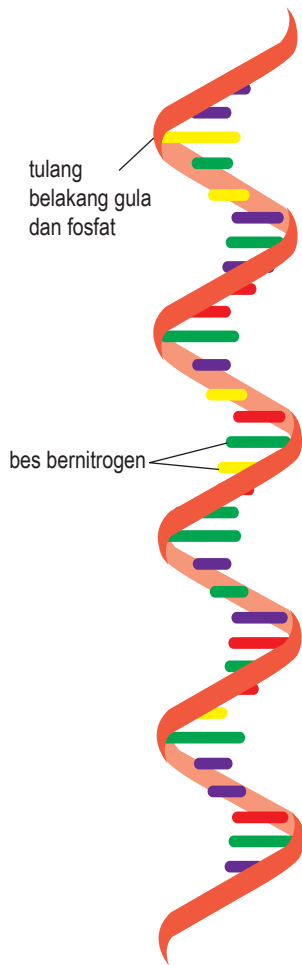
Asid ribonukleik (RNA) mengandungi **gula ribosa** manakala asid deoksiribonukleik (DNA) mengandungi **gula deoksiribosa**.

Asid deoksiribonukleik (DNA)

DNA terdiri daripada dua rantaian polinukleotida yang berpintal membentuk **heliks ganda dua** (Rajah 4.3). Kumpulan bes bernitrogen pada kedua-dua rantai polinukleotida berpadanan dan diikat bersama oleh ikatan hidrogen. Bes bernitrogen bagi DNA ialah adenina (A), guanina (G), timina (T) dan sitosina (C). Adenina akan berpasangan dengan timina sementara guanina akan berpasangan dengan sitosina.



RAJAH 4.3 Struktur heliks ganda dua DNA



RAJAH 4.4 Struktur RNA



Kuiz: Uji pemahaman anda mengenai asid nukleik

Asid ribonukleik (RNA)

Struktur RNA pula merupakan rantai polinukleotida tunggal dan lebih pendek berbanding dengan DNA (Rajah 4.4).

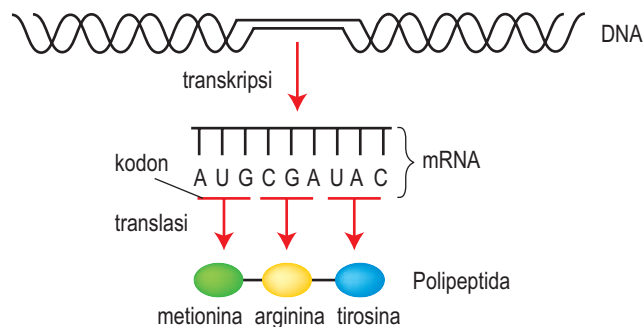
Bes bernitrogen bagi RNA ialah adenina, guanina, sitosina dan urasil. Timina di dalam DNA digantikan oleh urasil dalam RNA.

Terdapat tiga jenis RNA utama iaitu **RNA pengutus (mRNA)**, **RNA ribosom (rRNA)** dan **RNA pemindah (tRNA)**. Ketiga-tiga RNA ini terlibat dalam proses sintesis protein.

Kepentingan asid nukleik dalam sel

Tahukah anda bagaimana perkembangan ciri organisma seperti warna mata atau ketinggian berlaku? DNA adalah penting sebagai **pembawa maklumat pewarisan** dan penentuan ciri dalam organisma hidup. DNA mengandungi kod genetik yang dibawa oleh bes bernitrogen (A, G, C dan T) untuk sintesis polipeptida yang membentuk protein.

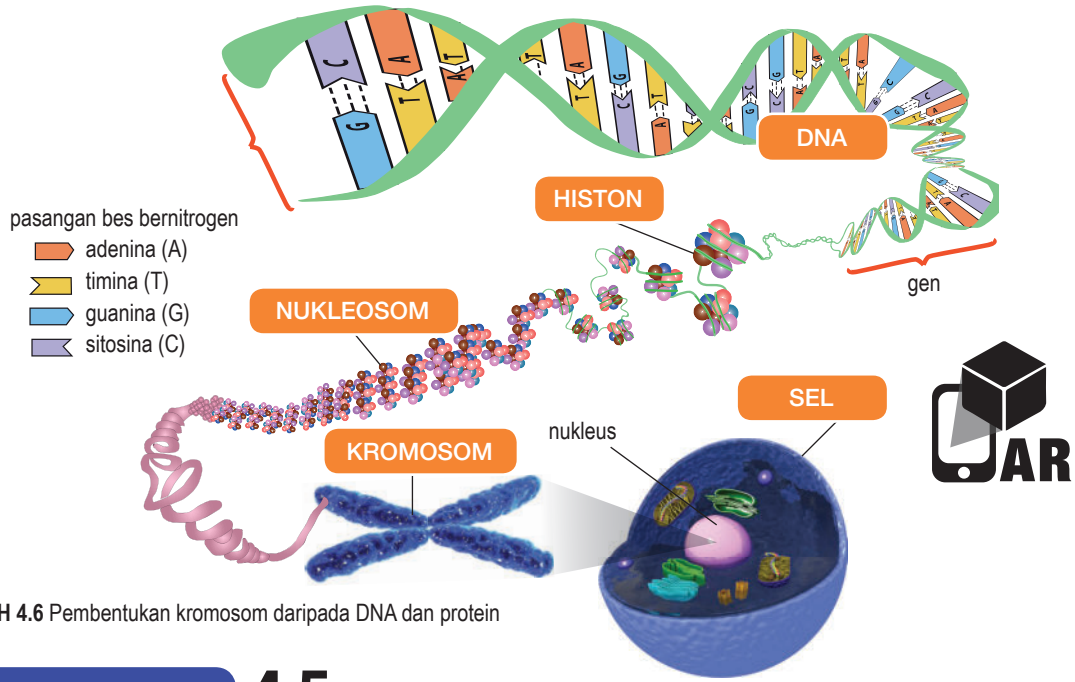
Kod genetik ditulis sebagai satu siri urutan tiga bes yang menentukan urutan asid amino dalam protein yang akan disintesis. Misalnya, kodon AUG (urutan bes: adenina, urasil, guanina) pada mRNA merupakan kod untuk asid amino metionina (Rajah 4.5). Urutan tiga bes pada DNA ditranskripsi pada kodon mRNA yang kemudiannya ditranslasi kepada urutan asid amino untuk membentuk satu rantai polipeptida. Ini bermakna urutan nukleotida dalam DNA menentukan urutan asid amino dalam rantai polipeptida yang membina protein yang berkaitan.



RAJAH 4.5 Kod genetik pada mRNA diterjemahkan kepada protein

Pembentukan kromosom daripada DNA dan protein

Kromosom terbentuk daripada rantaian polinukleotida DNA yang berpintal dengan protein yang disebut **histon**. Histon tidak membawa maklumat genetik. Molekul DNA dengan protein histon membentuk **nukleosom**. Nukleosom akan berpintal membentuk struktur kromosom.



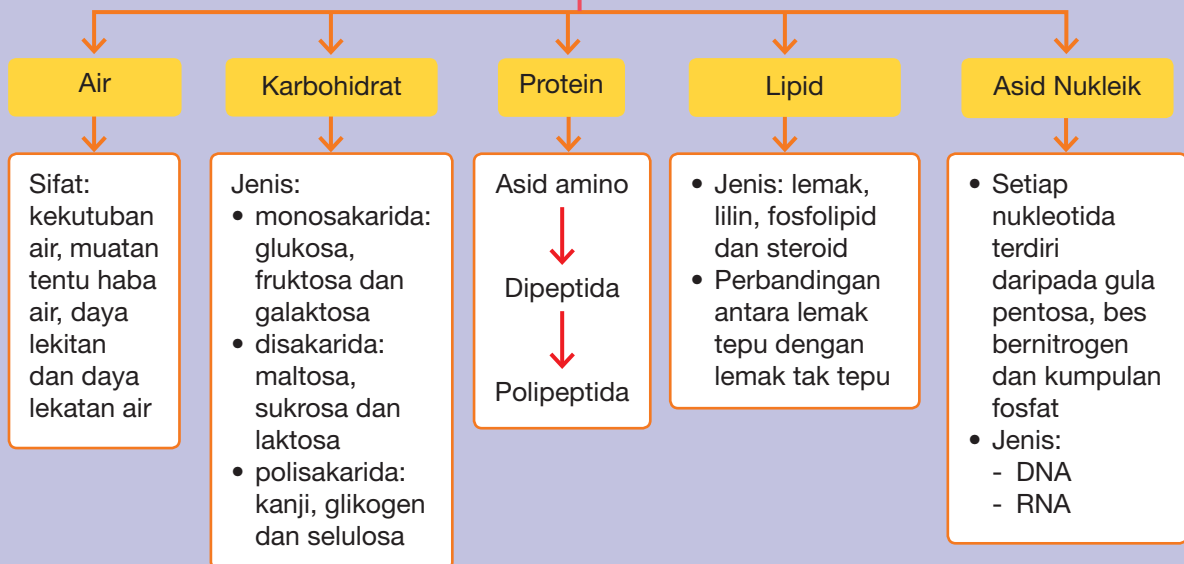
RAJAH 4.6 Pembentukan kromosom daripada DNA dan protein

Praktis Formatif 4.5

- 1 Nyatakan dua jenis asid nukleik.
- 2 Nyatakan komponen-komponen dalam nukleotida.
- 3 Terangkan mengapa struktur RNA lebih pendek berbanding dengan DNA.
- 4 Terangkan kemungkinan yang berlaku sekiranya sel tidak mempunyai asid nukleik.

Rumusan

KOMPOSISI KIMIA DALAM SEL





Refleksi Kendiri

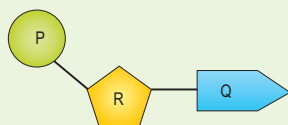
Adakah anda telah menguasai konsep penting berikut?

- Sifat air dan kepentingannya dalam sel
- Jenis-jenis karbohidrat dan kepentingannya dalam sel
- Unsur-unsur protein dan kepentingannya dalam sel
- Jenis lipid dan kepentingannya dalam sel
- Struktur asid nukleik dan kepentingannya dalam sel
- Pembentukan kromosom

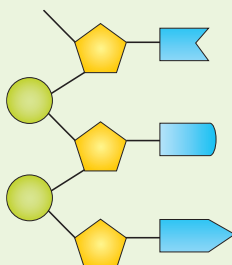


Praktis Sumatif 4

- 1 Lilin ialah sejenis lipid. Lilin didapati pada kutikel daun, buah-buahan dan biji. Terangkan fungsi lilin pada kulit buah.
- 2 Rajah 1 menunjukkan satu nukleotida.
 - (a) Namakan komponen P, Q dan R.
 - (b) Lengkapkan Rajah 2 untuk menunjukkan satu molekul DNA yang lengkap.



RAJAH 1



RAJAH 2

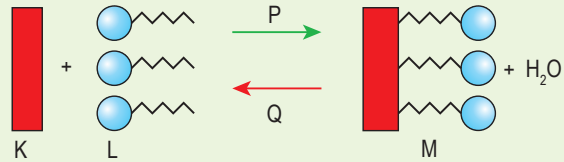
- 3 Nyatakan perbezaan antara
 - (a) struktur molekul DNA dengan molekul polipeptida
 - (b) struktur DNA dengan RNA

- 4 (a) Bagaimanakah air membantu dalam proses respirasi dan pencernaan?
 (b) Apakah ciri air yang membolehkan hidupan akuatik terus hidup sepanjang musim sejuk?



5 Rajah 3 menunjukkan tindak balas pembentukan dan penguraian lipid.

- (a) (i) Namakan bahagian berlabel K, L dan M.
 (ii) Nyatakan proses P dan Q.



RAJAH 3

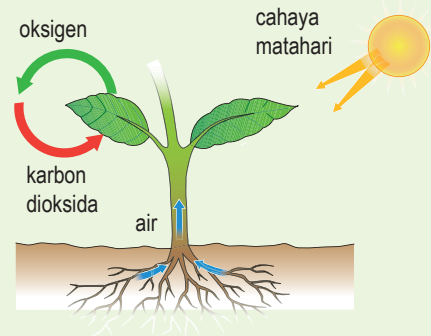
- (b) Asid lemak terbahagi kepada asid lemak tepu dan asid lemak tak tepu.



Nyatakan empat perbezaan antara lemak tepu dengan lemak tak tepu.

Soalan Esei

- 6 Rajah 4 menunjukkan penghasilan karbohidrat melalui proses fotosintesis. Karbohidrat ialah sejenis makromolekul.
 (a) Terangkan maksud makromolekul sebatian organik.
 (b) Jelaskan pembentukan polisakarida.
 (c) Bincangkan kepentingan sebatian organik utama dalam sel.



RAJAH 4

Sudut Pengayaan

- 7 Encik Ariff mengamalkan diet rendah karbohidrat. Cadangkan apa yang perlu dibuat untuk mengurangkan kanji dalam ubi kentang semasa penyediaan hidangan masakan.



- 8 Hasil kajian biologi telah banyak diaplikasikan dalam pelbagai industri bagi meningkatkan mutu dan produktiviti serta mengatasi masalah. Antara kajian yang kini dimanfaatkan oleh ahli sains alam sekitar ialah plastik terbiodegradasi dan bateri mesra alam. Sekumpulan ahli sains di Malaysia telah berjaya mencipta bateri mesra alam dengan menggunakan pulpa rumpai laut. Pada pendapat anda, bagaimanakah kajian mengenai unsur kimia dalam rumpai laut membantu ahli sains mencipta bahan mesra alam?



Jawapan lengkap boleh didapati dengan mengimbas kod QR yang disediakan

BAB 5

Metabolisme dan Enzim

***Apakah kegunaan
enzim yang diekstrak
daripada kulat?***

Tahukah ANDA...

- Apakah jenis-jenis metabolisme yang berlaku dalam sel?
- Apakah sifat-sifat umum enzim dan mekanisme tindakannya?
- Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi tindak balas enzim?
- Apakah aplikasi enzim dalam kehidupan harian?



5.1 Metabolisme

- 5.1.1 Mendefinisikan metabolisme.
- 5.1.2 Menyatakan jenis metabolisme dalam sel:
 - anabolisme
 - katabolisme

5.2 Enzim

- 5.2.1 Mendefinisikan enzim.
- 5.2.2 Menaakul keperluan enzim dalam metabolisme.
- 5.2.3 Memerihalkan penamaan enzim dengan penambahan -ase pada substrat.
- 5.2.4 Mencirikan sifat umum enzim.
- 5.2.5 Berkomunikasi tentang penglibatan komponen sel khusus dalam penghasilan:
 - enzim intrasel
 - enzim ekstrasel
- 5.2.6 Menerangkan mekanisme tindakan enzim dengan menggunakan hipotesis 'mangga dan kunci'.
- 5.2.7 Mentafsir rajah tenaga untuk menerangkan mekanisme tindakan enzim.
- 5.2.8 Menghubung kait mekanisme tindakan enzim dengan perubahan faktor berikut:
 - suhu
 - pH
 - kepekatan substrat
 - kepekatan enzim
- 5.2.9 Mengeksperimen untuk mengkaji kesan suhu dan pH terhadap aktiviti enzim amilase dan pepsin.

5.3 Aplikasi Enzim dalam Kehidupan Harian

- 5.3.1 Menjelaskan dengan contoh aplikasi enzim dalam kehidupan harian.

5.1 Metabolisme

Metabolisme merujuk kepada kesemua tindak balas kimia yang berlaku dalam organisma hidup. Proses-proses dalam metabolisme melibatkan penukaran makanan kepada tenaga dalam bentuk ATP dan pembentukan karbohidrat, protein, lipid dan asid nukleik.

Jenis-jenis metabolisme dalam sel

Metabolisme terbahagi kepada dua jenis iaitu **katabolisme** dan **anabolisme**. **Katabolisme** ialah proses penguraian bahan daripada bentuk yang kompleks kepada bentuk yang ringkas. Tindak balas ini membebaskan tenaga. Sebagai contoh, penguraian glukosa semasa respirasi sel untuk penghasilan tenaga.

Secara amnya, tindak balas katabolisme adalah seperti berikut:



Anabolisme merujuk kepada proses sintesis molekul kompleks daripada molekul ringkas. Tindak balas ini menggunakan atau menyerap tenaga. Sebagai contoh, penghasilan glukosa semasa fotosintesis.

Secara amnya, tindak balas anabolisme adalah seperti berikut:



5.2 Enzim

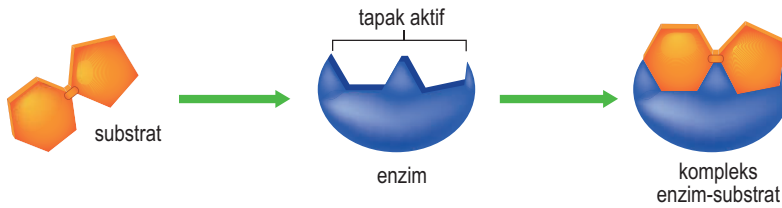
Lensa Biologi



Bakteria *Alcanivorax borkumensis* menghasilkan enzim hidroksilase yang berupaya menguraikan tumpahan minyak di laut dan menukarkannya kepada bahan tidak toksik.

Di dalam sel, tindak balas biokimia berlaku dengan kadar yang tinggi supaya proses-proses hidup sentiasa terpelihara. Tindak balas biokimia dapat berlaku dengan lebih cepat dalam sel kerana terdapat enzim yang membantu mempercepatkan tindak balas.

Enzim ialah mangkin organik yang kebanyakannya dibina daripada protein dan dihasilkan oleh sel organisma hidup. Namun, bukan semua enzim disintesis daripada protein. Bahan tindak balas yang diperlukan untuk tindak balas enzim dikenali sebagai **substrat**. Substrat bergabung dengan enzim pada tapak spesifik yang dikenali sebagai **tapak aktif** dan membentuk **kompleks enzim-substrat** (Rajah 5.1).



RAJAH 5.1 Pembentukan kompleks enzim-substrat

Penamaan enzim

Pada tahun 1960an, *The International Union of Biochemistry and Molecular Biology* (IUBMB) telah memperkenalkan sistem penamaan enzim berdasarkan substrat atau tindak balas yang dimungkinkan. Nama enzim diperoleh dengan penambahan '-ase' pada nama substrat yang dimungkinkan.

Contoh penambahan '-ase' kepada substrat ialah enzim laktase yang memungkinkan hidrolisis laktosa.



Zon Aktiviti

Kumpul maklumat tentang penamaan enzim secara konvensional dan berdasarkan *International Union of Biochemistry and Molecular Biology* (IUBMB). Bentangkan.

Namun, terdapat juga nama beberapa enzim yang tidak menurut sistem penamaan ini, terutamanya enzim yang telah ditemui sebelum penamaan sistematik diperkenalkan. Contohnya: tripsin, pepsin dan renin.

Sifat-sifat umum enzim





Glikolisis berasal daripada perkataan 'glukosa' dan 'lisis' (pemecahan), dan merupakan pemecahan glukosa oleh enzim heksokinase untuk menghasilkan tenaga dan piruvat.

Enzim intrasel dan enzim ekstrasel

Enzim yang disintesis di dalam sel untuk kegunaan sel itu sendiri dikenali sebagai **enzim intrasel**. Contohnya, enzim heksokinase yang digunakan dalam proses glikolisis semasa respirasi sel.

Manakala, enzim yang dirembes keluar sel dikenali sebagai **enzim ekstrasel**. Contohnya, enzim tripsin yang dihasilkan oleh sel pankreas dirembeskan ke dalam duodenum untuk mencernakan polipeptida.

Bagaimanakah enzim ekstrasel dihasilkan? Penghasilan enzim ekstrasel melibatkan beberapa komponen sel tertentu (Rajah 5.2).

1

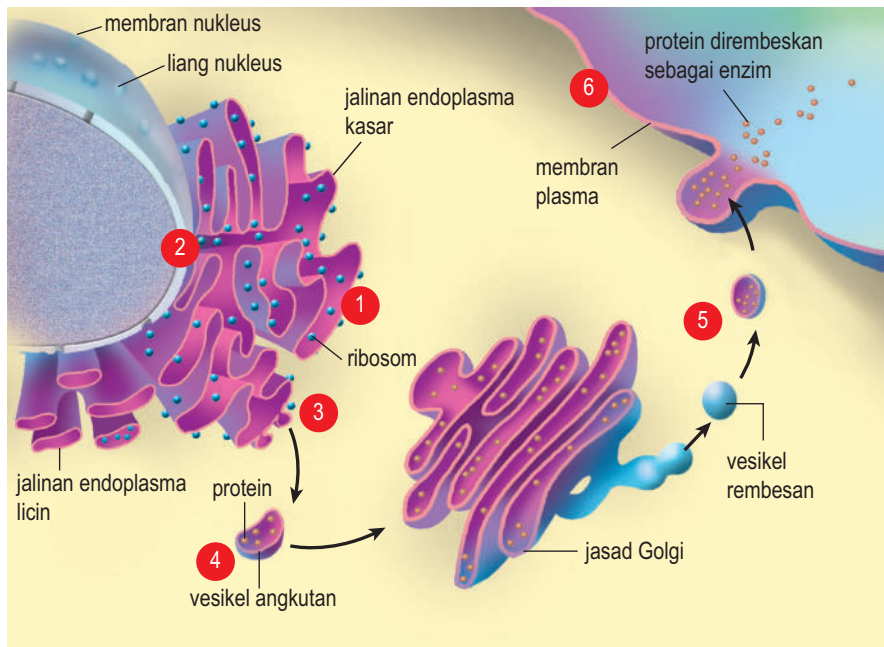
Ribosom merupakan tapak sintesis protein.

2

Protein yang telah disintesis di ribosom memasuki lumen jalinan endoplasma kasar dan diangkut menerusnya.

3

Apabila sampai di hujung jalinan endoplasma kasar, bahagian membran tersebut membentuk tunas yang menggantung untuk menghasilkan vesikel angkutan.



4

Vesikel angkutan yang mengandungi protein bergerak menuju ke arah jasad Golgi dan bercantum dengannya.

5

Di dalam jasad Golgi, protein diubah suai menjadi enzim dan dirembes dalam vesikel rembesan yang terbentuk daripada hujung jasad Golgi.

6

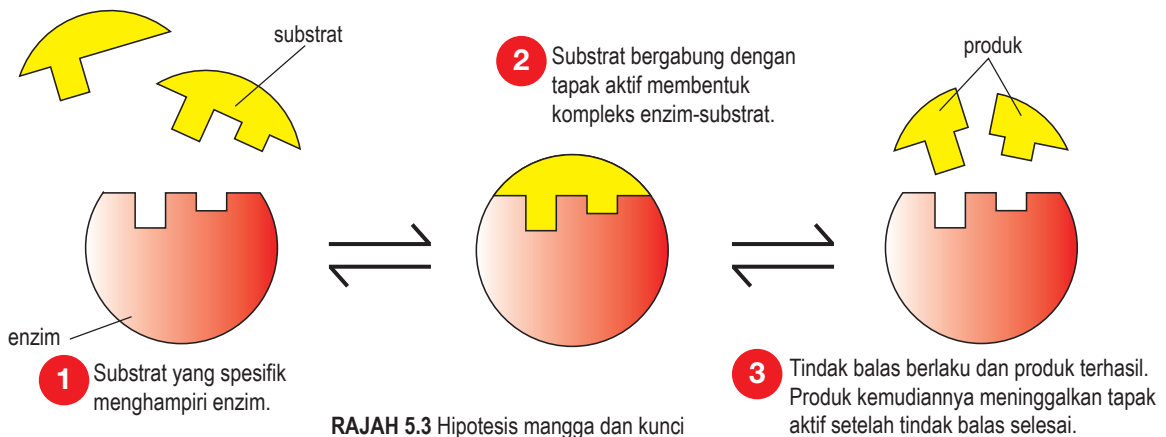
Vesikel rembesan akan bergerak menuju ke membran plasma dan bercantum dengannya, lalu merembeskan enzim ke luar sel.

RAJAH 5.2 Penghasilan enzim ekstrasel

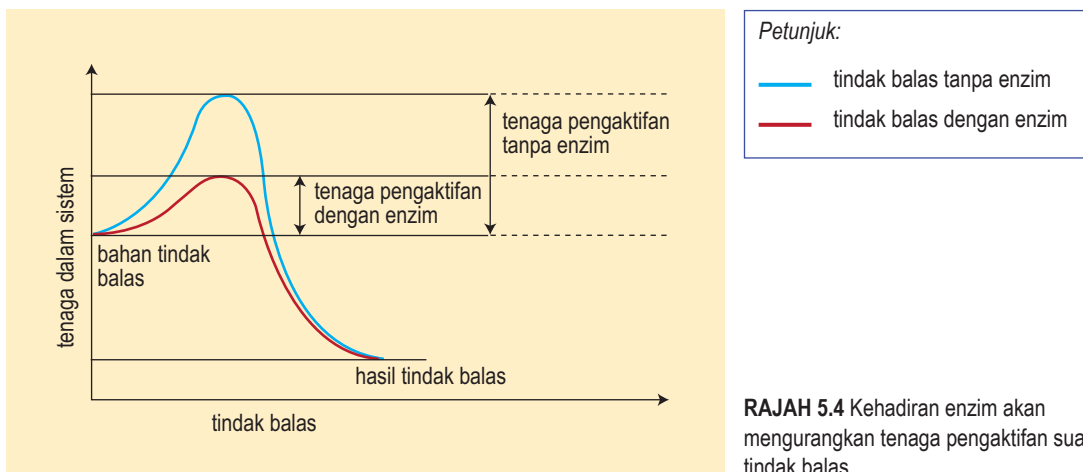
Mekanisme tindakan enzim

Hipotesis 'mangga dan kunci'

Kebanyakan enzim ialah protein kompleks yang terdiri daripada rantai polipeptida yang berlipat-lipat menjadi bentuk tiga dimensi. Bentuk tiga dimensi enzim mempunyai tapak aktif yang mempunyai konfigurasi spesifik dan saling berpelengkap dengan molekul substrat yang spesifik. Penggabungan molekul substrat pada tapak aktif enzim adalah spesifik, seolah-olah satu gabungan 'mangga dan kunci' (Rajah 5.3). Enzim diwakili oleh 'mangga' manakala substrat diwakili oleh 'kunci'.



Kebanyakan tindak balas di dalam sel memerlukan tenaga pengaktifan yang tinggi. **Tenaga pengaktifan** ialah tenaga yang diperlukan untuk memecah ikatan dalam molekul substrat sebelum tindak balas boleh berlaku. Enzim berfungsi mengurangkan tenaga pengaktifan (Rajah 5.4). Dengan itu, kadar tindak balas biokimia dipercepatkan dalam sel.



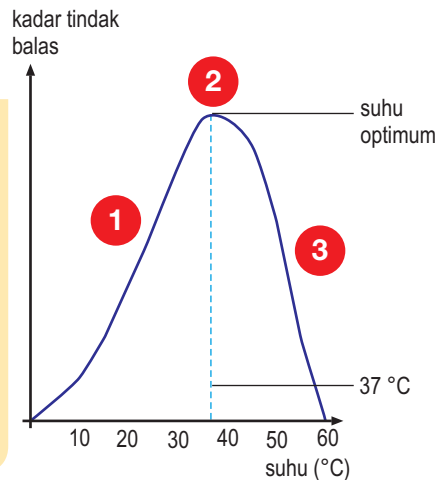
Mekanisme tindakan enzim dan perubahan faktor

Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi mekanisme tindakan enzim. Ikatan kimia dalam enzim boleh diubah dengan mudah melalui perubahan kimia dan fizikal persekitaran. Antara faktor tersebut ialah suhu, pH, kepekatan enzim dan kepekatan substrat.

Kesan suhu

Rajah 5.5 menunjukkan kesan suhu terhadap kadar tindak balas biokimia yang dikawal oleh enzim.

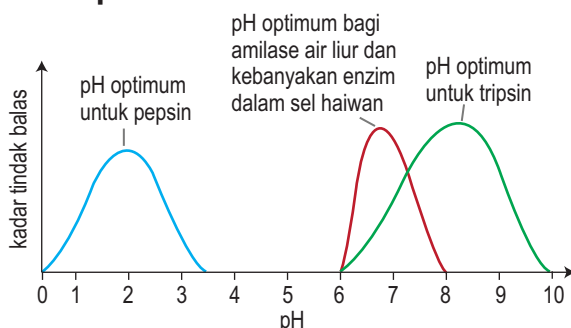
- 1 • Pada suhu yang rendah, kadar tindak balas yang dimungkinkan oleh enzim adalah rendah.
• Apabila suhu meningkat, tenaga kinetik molekul substrat dan enzim turut meningkat. Hal ini meningkatkan **frekuensi perlanggaran berkesan** antara molekul substrat dengan molekul enzim.
• Kadar tindak balas antara enzim dan substrat meningkat.
• Bagi setiap kenaikan suhu sebanyak 10 °C, kadar tindak balas yang dikawal oleh enzim akan meningkat sebanyak dua kali ganda sehingga mencapai suhu optimum.



- 2 Pada suhu optimum, tindak balas enzim adalah pada tahap maksimum. **Suhu optimum** untuk tindakan enzim dalam badan manusia ialah 37 °C.

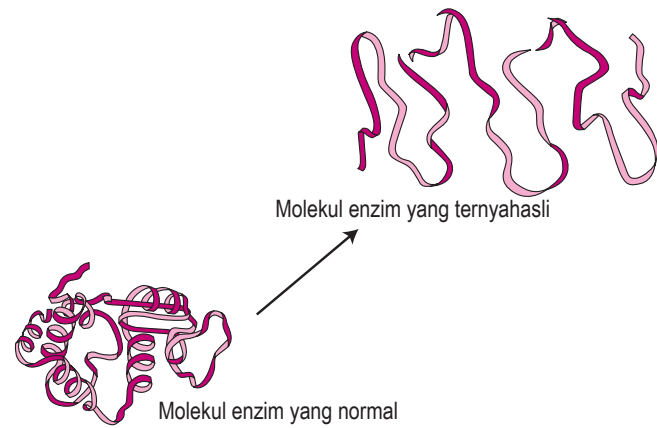
- 3 • Selepas mencapai suhu optimum, peningkatan suhu yang seterusnya akan mengurangkan aktiviti enzim dengan cepat sehingga aktiviti enzim berhenti pada suhu 60 °C.
• Pada suhu ini, enzim ternyahasli kerana ikatan kimia dalam molekul enzim terputus pada suhu yang tinggi.
• Enzim tidak dapat mengekalkan bentuk tiga dimensi. Tapak aktif enzim berubah. Substrat tidak dapat saling berpelengkap dengan tapak aktif enzim.

Kesan pH



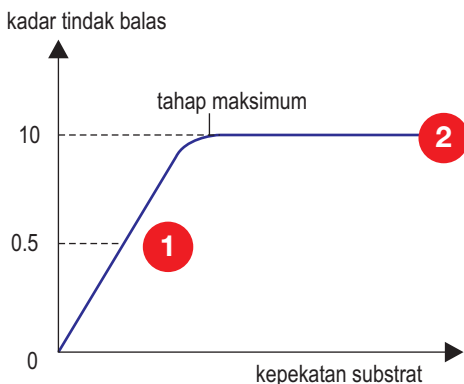
- Aktiviti enzim dipengaruhi oleh pH larutan persekitaran. Pada lazimnya, semua enzim bertindak dengan paling berkesan pada **pH optimum**.
- Kebanyakan enzim berfungsi paling cekap dalam julat pH 6 hingga 8. Misalnya, enzim amilase air liur berfungsi pada pH 6.8.
- Namun, terdapat beberapa pengecualian. Misalnya, enzim pepsin di dalam perut bertindak pada pH optimum dalam julat 1.5 hingga 2.5. Enzim tripsin dalam duodenum pula hanya dapat bertindak dengan baik dalam medium beralkali, iaitu pada pH sekitar 8.5 (Rajah 5.6).

- Perubahan nilai pH mengubah cas (ion H^+) tapak aktif enzim dan permukaan substrat. Ini menyebabkan kompleks enzim-substrat tidak dapat dibentuk.
- Apabila pH persekitaran kembali ke tahap optimum, cas pada tapak aktif dipulihkan. Enzim kembali berfungsi seperti normal.
- Perubahan nilai pH yang ekstrem akan memutuskan ikatan kimia struktur dan mengubah tapak aktif enzim. Enzim ternyahasli (Rajah 5.7).



RAJAH 5.7 Molekul enzim ternyahasli

Kesan kepekatan substrat



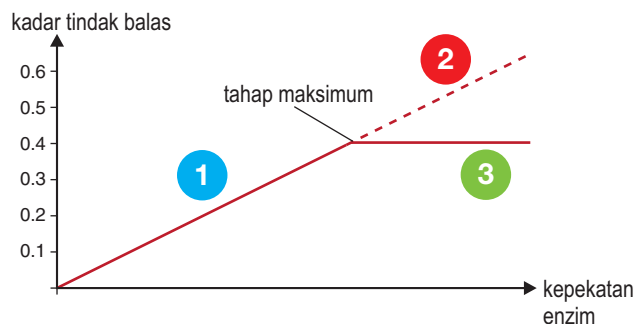
RAJAH 5.8 Kesan kepekatan substrat terhadap kadar tindak balas enzim

Sekiranya kepekatan enzim ditetapkan manakala kepekatan substrat ditambah, kadar tindak balas yang dikawal oleh enzim akan meningkat dan seterusnya, produk yang terbentuk juga bertambah (Rajah 5.8).

- Apabila kepekatan substrat ditambah, peluang untuk perlanggaran berkesan antara molekul substrat dan molekul enzim juga meningkat.
- Kadar tindak balas terus meningkat sehingga mencapai **tahap maksimum**. Kadar tindak balas menjadi malar.
- Pada tahap maksimum, kepekatan enzim menjadi **faktor pengehad**. Kadar tindak balas hanya dapat ditingkatkan dengan penambahan kepekatan enzim.
- Selepas mencapai tahap maksimum, semua tapak aktif enzim tepu dengan substrat dan terlibat dalam tindak balas pemangkinan.

Kesan kepekatan enzim

- Apabila kepekatan enzim ditambah, kadar tindak balas enzim akan meningkat kerana kehadiran lebih banyak tapak aktif yang tersedia untuk tindakan pemangkinan.
- Sekiranya kepekatan enzim dalam satu tindak balas digandakan, jumlah substrat yang ditukar kepada produk per unit masa juga digandakan dengan syarat bekalan substrat adalah berlebihan.
- Pada tahap maksimum, kepekatan substrat menjadi **faktor pengehad**. Kadar tindak balas hanya dapat ditingkatkan dengan penambahan substrat.



RAJAH 5.9 Kesan kepekatan enzim terhadap kadar tindak balas enzim

Pernyataan masalah

Apakah kesan suhu terhadap kadar tindak balas enzim amilase?

Hipotesis

Peningkatan suhu meningkatkan kadar tindak balas enzim amilase sehingga suhu optimum. Kadar tindak balas enzim menurun selepas suhu optimum.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Suhu

Bergerak balas: Kadar tindak balas enzim amilase

Dimalarkan: Kepekatan amilase, kepekatan ampaian kanji (substrat) dan pH medium tindak balas

Bahan

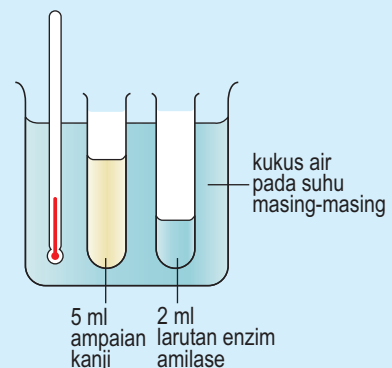
Ampaian kanji 1%, larutan enzim amilase 0.5%, larutan iodin, ais dan air suling

Radas

Bikar, tabung uji, picagari, penitis, rod kaca, jubin putih berlekuk, termometer, penunu Bunsen, tungku kaki tiga, kasa dawai, rak tabung uji, silinder penyukat dan jam randik

Prosedur

- 1 Dengan menggunakan picagari, masukkan 5 ml ampaian kanji 1% ke dalam setiap tabung uji yang berlabel A1, B1, C1, D1 dan E1.
- 2 Dengan menggunakan picagari yang lain, masukkan 2 ml larutan enzim amilase ke dalam setiap tabung uji yang dilabelkan A2, B2, C2, D2 dan E2.
- 3 Tabung-tabung uji A1 dan A2, B1 dan B2, C1 dan C2, D1 dan D2, E1 dan E2, masing-masing dimasukkan ke dalam 5 kukus air yang suhunya ditetapkan pada 20 °C, 30 °C, 40 °C, 50 °C dan 60 °C.
- 4 Rendam semua tabung uji selama 5 minit.
- 5 Sementara itu, sediakan sekeping jubin putih berlekuk kering dan titiskan setitis larutan iodin ke dalam lekuk jubin tersebut.
- 6 Selepas 5 minit rendaman, tuangkan ampaian kanji dalam tabung uji A1 ke dalam tabung uji A2. Kacau campuran tersebut menggunakan rod kaca. Mulakan jam randik dengan serta-merta.
- 7 Gunakan penitis untuk mengambil setitis campuran daripada tabung uji A2 dan titiskan dengan segera ke dalam lekuk pertama jubin yang mengandungi setitis larutan iodin (Lekuk yang pertama dianggap sebagai minit sifar).
- 8 Ulang ujian iodin setiap 30 saat. Bilas penitis dengan air di dalam bikar selepas setiap persampelan. Rekodkan masa yang diambil untuk hidrolisis kanji menjadi lengkap, iaitu masa apabila campuran kekal kuning keperangan apabila diuji dengan larutan iodin.
- 9 Rendam semua tabung uji di dalam kukus air masing-masing sepanjang eksperimen. Ulang langkah 5 hingga 8 untuk pasangan tabung uji B1, C1, D1 dan E1.



- 10 Rekodkan keputusan anda dalam jadual yang sesuai. Plotkan graf untuk menunjukkan kadar tindak balas enzim (minit^{-1}) melawan suhu ($^{\circ}\text{C}$).

Keputusan

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Masa untuk hidrolisis kanji menjadi lengkap (minit)	Kadar tindak balas (minit^{-1})
20		
30		
40		
50		
60		

Perbincangan

- 1 Mengapakah anda perlu merendam tabung uji di dalam kukus air masing-masing selama 5 minit pada permulaan eksperimen?
- 2 Apakah hasil tindakan amilase terhadap kanji?
- 3 Apakah fungsi larutan iodin?
- 4 Berdasarkan graf yang anda lukis, terangkan kesan suhu terhadap aktiviti enzim.

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai untuk eksperimen ini.

Aktiviti 5.2

Mengkaji kesan pH terhadap aktiviti enzim pepsin

Eksperimen

Pernyataan masalah

Apakah pH optimum bagi tindak balas enzim pepsin?

Hipotesis

pH 2 paling optimum bagi tindak balas enzim pepsin.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: pH medium tindak balas

Bergerak balas: Kejernihan atau kekeruhan campuran tindak balas

Dimalarkan: Kepekatan albumen, kepekatan larutan pepsin dan suhu medium tindak balas

Bahan

Ampaian albumen (putih telur), larutan pepsin 1 %, asid hidroklorik 0.1 M, larutan natrium hidroksida 0.1 M, kukus air bersuhu 37°C , kertas pH dan air suling

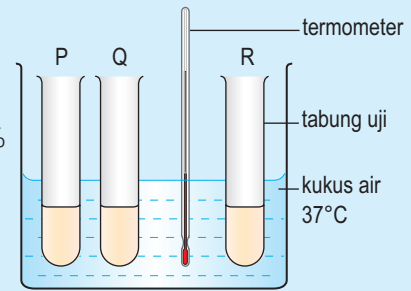
Radas

Bikar, penitis, termometer, tabung uji, picagari 5 ml (tanpa jarum), jam randik, penunu Bunsen, tungku kaki tiga, kasa dawai, termometer dan rak tabung uji



Prosedur

- 1 Sediakan tiga tabung uji dan label sebagai P, Q dan R.
- 2 Masukkan 5 ml ampaijan albumen ke dalam setiap tabung uji dengan picagari.
- 3 Tambahkan larutan berikut ke dalam setiap tabung uji:
 - P: 1 ml asid hidroklorik 0.1 M + 1 ml larutan pepsin 1%
 - Q: 1 ml air suling + 1 ml larutan pepsin 1%
 - R: 1 ml larutan natrium hidroksida 0.1 M + 1 ml larutan pepsin 1%
- 4 Celup sehelai kertas pH ke dalam setiap tabung uji dan rekodkan pH campuran.
- 5 Masukkan semua tabung uji ke dalam kukus air yang suhunya ditetapkan pada 37 °C selama 20 minit.
- 6 Perhatikan keadaan campuran pada permulaan eksperimen dan selepas 20 minit.
- 7 Rekod keputusan dalam jadual.



Keputusan

Tabung uji	pH	Kejernihan atau kekeruhan campuran	
		0 minit	Selepas 20 minit
P			
Q			
R			

Perbincangan

- 1 Mengapakah tabung uji perlu direndam dalam kukus air yang suhunya ditetapkan pada 37 °C?
- 2 Apakah kesan pH terhadap tindakan pepsin ke atas albumen?
- 3 Bincang keputusan yang diperoleh untuk tabung uji P, Q dan R.

Keputusan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai untuk eksperimen ini.

Praktis Formatif 5.1



- 1 Apakah yang akan berlaku sekiranya ribosom dalam suatu sel pankreas tidak berfungsi?
- 2 Mengapakah suhu badan kita mesti dikekalkan pada suhu 37 °C?
- 3 Apakah pH optimum untuk tindakan enzim pepsin?
- 4 Y ialah enzim yang memangkinkan hidrolisis sukrosa kepada glukosa dan fruktosa. Apakah enzim Y?

5.3

Aplikasi Enzim dalam Kehidupan Harian

Enzim telah lama digunakan secara meluas dalam bidang komersial dan keperluan harian. Enzim yang digunakan diekstrak daripada sumber semula jadi seperti bakteria ataupun dihasilkan secara sintetik.

Enzim tersekat gerak ialah enzim yang bergabung dengan bahan yang lengai dan tak larut untuk meningkatkan rintangan enzim terhadap perubahan faktor seperti pH dan suhu. Melalui cara ini, molekul enzim akan kekal di kedudukan sama sepanjang tindak balas pemangkinan dan kemudiannya mudah diasingkan daripada hasil. Teknologi ini dikenali sebagai **teknologi imobilisasi enzim**. Teknologi ini digunakan dalam pelbagai aplikasi industri (Gambar foto 5.1).

Praktis Formatif 5.2

- 1 Bagaimanakah enzim terhasil?
- 2 Bagaimanakah teknologi imobilisasi enzim membantu mempercepatkan tindak balas yang dimangkinkan oleh enzim?
- 3 Nyatakan contoh-contoh industri yang menggunakan enzim dalam penghasilan produk.



■ Enzim pencernaan digunakan dalam bidang perubatan



■ Enzim laktase dalam susu bebas laktosa



■ Enzim pektinase dan selulase dalam penghasilan jus



■ Enzim amilase, lipase, protease dan selulase dalam bio detergen



■ Enzim tripsin mengeluarkan bulu daripada kulit haiwan untuk produk kulit



■ Enzim protease mengasingkan kulit ikan



GAMBAR FOTO 5.1 Teknologi imobilisasi enzim digunakan untuk pelbagai aplikasi industri



Rumusan

METABOLISME DAN ENZIM

Metabolisme

- Anabolisme
- Katabolisme

Enzim

- Penamaan enzim: penambahan -ase pada substrat
- Sifat-sifat umum enzim
- Enzim intrasel dan enzim ekstrasel
- Mekanisme tindakan enzim—hipotesis 'mangga dan kunci'
- Faktor yang mempengaruhi tindakan enzim
 - Suhu
 - pH
 - Kepekatan substrat
 - Kepekatan enzim

Aplikasi Enzim dalam Kehidupan Harian

- Enzim pencernaan
- Susu bebas laktosa dan jus buah
- Bio detergen
- Produk kulit (mengasingkan bulu daripada kulit haiwan)



Refleksi Kendiri

Adakah anda telah menguasai konsep penting berikut?

- Jenis-jenis metabolisme
- Sifat-sifat umum enzim
- Mekanisme tindakan enzim
- Faktor-faktor yang mempengaruhi mekanisme tindakan enzim
- Aplikasi enzim dalam kehidupan harian



Praktis Sumatif 5

-  1 Sesetengah tukang masak kadang-kadang membalut daging dengan daun betik dan daging tersebut diperap selama 5 jam sebelum dimasak. Apakah tujuan membalut dengan daun betik?
-  2 Mengapakah epal yang telah dididihkan selepas dikupas tidak bertukar menjadi warna perang?
-  3 (a) Enzim digunakan dalam industri dan kehidupan harian. Terangkan penggunaan enzim untuk mengekstrak agar-agar daripada rumpai laut.
(b) Nyatakan satu kegunaan lipase dalam industri makanan.
- 4 (a) Nyatakan dua sifat enzim.
(b) Jelaskan mengapa hanya substrat tertentu dapat bergabung dengan enzim.
(c) (i) Apakah hipotesis yang boleh digunakan untuk menjelaskan mekanisme tindakan enzim? Dalam hipotesis ini, apakah yang mewakili struktur enzim dan struktur substrat?
(ii) Apakah ciri enzim yang boleh menjelaskan hipotesis ini?

Soalan Esei

-  5 (a) Sekiranya anda merupakan seorang pengusaha makanan, cadangkan satu enzim yang boleh anda gunakan dalam pemprosesan daging dan ikan. Nyatakan fungsi enzim ini.
(b) Bincangkan bagaimana sifat enzim mempengaruhi tindakannya.

Sudut Pengayaan

-  6 Enzim yang hadir dalam strain bakteria yang hidup di kawasan mata air panas boleh diekstrak untuk ditambahkan ke dalam serbuk pencuci pakaian. Cadangkan mengapa enzim daripada bakteria ini sesuai digunakan sebagai serbuk pencuci pakaian.
-  7 Mengapakah keracunan sianida menyebabkan kematian serta-merta?
-  8 Buah-buahan segar boleh diproses untuk menghasilkan jus. Buah-buahan dihancurkan dan diperah sebelum jusnya dapat diekstrak. Sel tumbuhan mempunyai dinding selulosa yang kuat. Akan tetapi, sekiranya enzim yang mengandungi enzim pektinase digunakan, banyak jus dapat diekstrakkan. Berdasarkan pengetahuan ini, cadangkan satu eksperimen makmal bagi memperoleh lebih banyak jus buah berbanding dengan kaedah pemerahan.



Jawapan lengkap boleh didapati dengan mengimbas kod QR yang disediakan

BAB 6

Pembahagian Sel



***Bolehkah organisma
seiras dihasilkan?***

Tahukah ANDA...

- Bagaimanakah tumbesaran berlaku?
- Bagaimanakah organisma menghasilkan sel baharu?
- Bagaimanakah variasi genetik dihasilkan?

6.1 Pembahagian Sel

- 6.1.1** Memerihalkan:
- kariokinesis (pembahagian nukleus)
 - sitokinesis (pembahagian sitoplasma)
- 6.1.2** Memerihalkan haploid, diploid, kromatin, kromosom homolog, kromosom paternal dan kromosom maternal.

6.2 Kitar Sel dan Mitosis

- 6.2.1** Memerihalkan fasa dalam kitar sel:
- Interfasa
 - fasa G_1
 - fasa S
 - fasa G_2
 - fasa M
 - mitosis
 - sitokinesis
- 6.2.2** Menyusun peringkat mitosis mengikut urutan.
- 6.2.3** Berkomunikasi tentang struktur sel dalam setiap peringkat mitosis dan sitokinesis melalui lukisan berlabel.
- 6.2.4** Membanding dan membezakan mitosis dan sitokinesis antara sel haiwan dengan sel tumbuhan.
- 6.2.5** Membincangkan keperluan mitosis dalam:
- perkembangan embrio
 - pertumbuhan organisma
 - penyembuhan luka pada kulit
 - penjanaan semula
 - pembiakan aseks

6.3 Meiosis

- 6.3.1** Menyatakan pengertian meiosis.
- 6.3.2** Mengenali pasti jenis sel yang menjalankan meiosis.
- 6.3.3** Menyatakan keperluan meiosis dalam:
- pembentukan gamet (gametogenesis)
 - menghasilkan variasi genetik
 - mengekalkan bilangan kromosom diploid dari generasi ke generasi
- 6.3.4** Menerangkan peringkat-peringkat dalam meiosis mengikut urutan yang betul:
- meiosis I • meiosis II
- 6.3.5** Melukis dan melabel struktur sel dalam setiap peringkat meiosis I, meiosis II dan sitokinesis.
- 6.3.6** Membanding dan membezakan antara meiosis dengan mitosis.

6.4 Isu Pembahagian Sel Terhadap Kesihatan Manusia

- 6.4.1** Menghuraikan kesan ketidaknormalan mitosis terhadap kesihatan manusia:
- tumor • kanser
- 6.3.2** Menilai kesan ketidaknormalan meiosis terhadap individu:
- sindrom Down



6.1 Pembahagian Sel

Sel dalam badan kita sentiasa tumbuh, membahagi dan mati. Oleh itu, sel yang mati mesti diganti dengan sel baharu. Sel badan menghasilkan sel yang baharu melalui proses pembahagian sel. Pembahagian sel melibatkan dua peringkat iaitu kariokinesis dan sitokinesis.

- **Kariokinesis** melibatkan pembahagian nukleus.
- **Sitokinesis** melibatkan pembahagian sitoplasma.

Sel badan organisma boleh dibahagi kepada **sel soma** dan **sel pembiakan** atau **gamet**.

Fikirkan!



Apakah yang akan berlaku sekiranya sel tidak dapat menjalani pembahagian sel?



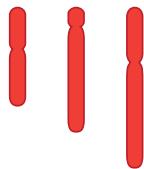
Dalam sel diploid, satu set kromosom berasal daripada induk jantan atau **kromosom paternal** dan satu set lagi berasal daripada induk betina atau **kromosom maternal**. Kedua-dua kromosom paternal dan kromosom maternal mempunyai ciri struktur yang serupa. Pasangan kromosom ini disebut **kromosom homolog**. **Kromatin** ialah kromosom yang menyerupai bebenang halus yang panjang.



TMK 6.1

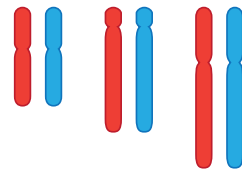
Kepentingan pembahagian sel (Dicapai pada 21 Ogos 2019)

Haploid (n): Satu salinan setiap kromosom



Tiga kromosom tanpa pasangan

Diploid ($2n$): Dua salinan setiap kromosom



Tiga pasang kromosom homolog (satu set kromosom paternal, satu set kromosom maternal)

RAJAH 6.1 Kromosom haploid dan diploid

Praktis Formatif 6.1

1 Berikan definisi bagi istilah berikut:

- | | |
|------------------|----------------------|
| (a) kariokinesis | (c) kromatin |
| (b) sitokinesis | (d) kromosom homolog |

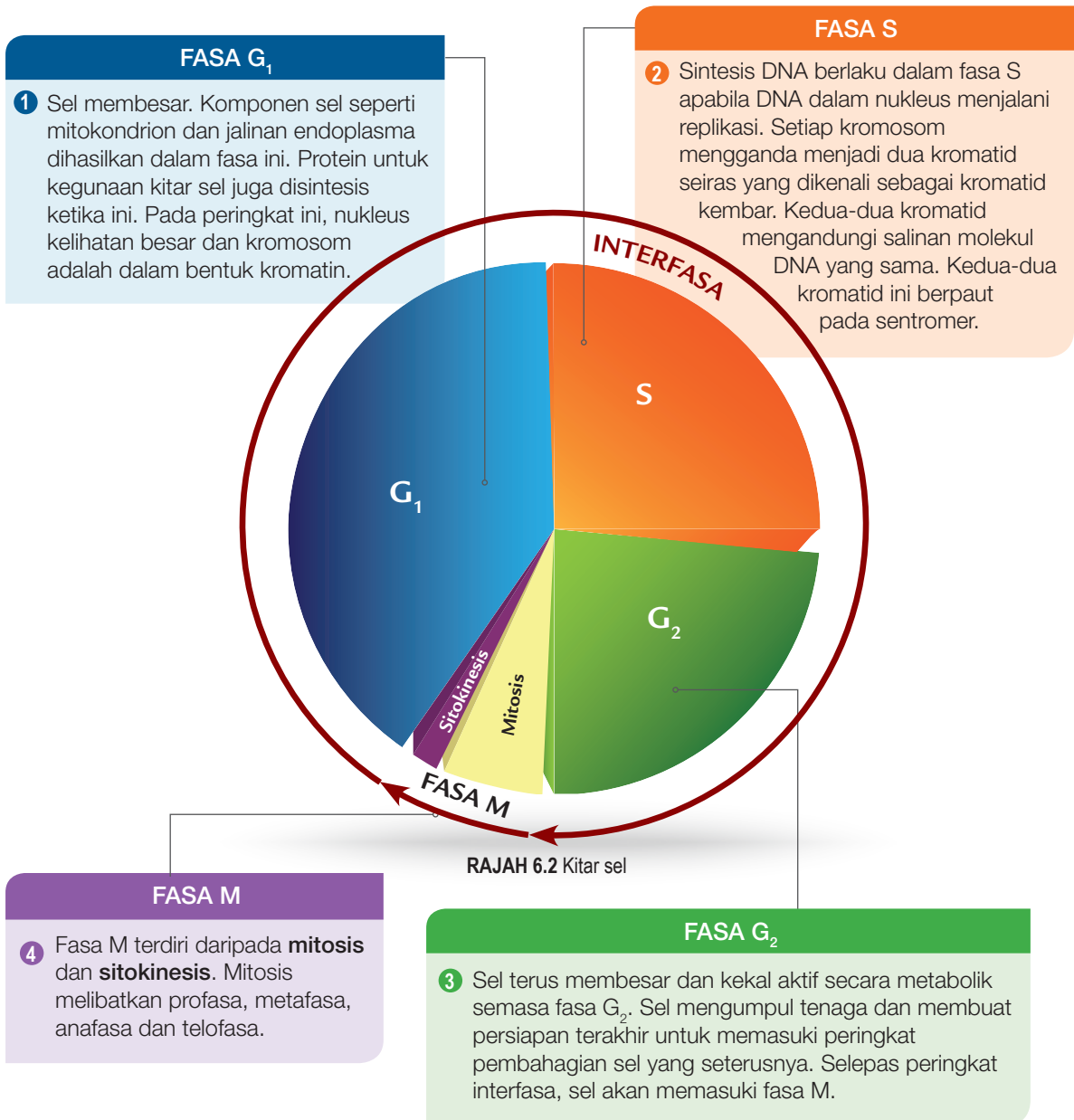


2 Ramalkan apa akan berlaku sekiranya sel dalam organ pembiakan manusia tidak dapat menghasilkan sel haploid.

6.2 Kitar Sel dan Mitosis

Apakah itu kitar sel?

Kitar sel merujuk kepada turutan kejadian yang melibatkan penggandaan DNA serta pembahagian sel untuk menghasilkan dua sel anak. Kitar sel terdiri daripada **interfasa** dan **fasa M**. **Interfasa** merupakan fasa yang paling panjang dalam kitar sel. Fasa ini terdiri daripada **fasa G₁**, **S** dan **G₂**.





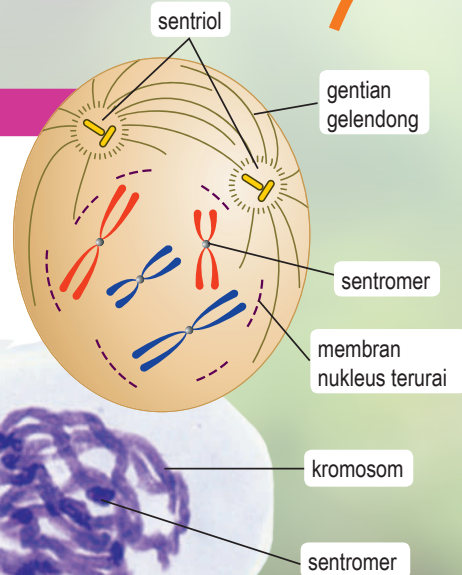
Kegagalan pembahagian mitosis dalam sel soma tidak akan diwarisi oleh generasi seterusnya.

Mitosis

Mitosis ditakrifkan sebagai proses pembahagian nukleus sel induk menjadi dua nukleus. Setiap nukleus mengandungi bilangan kromosom dan kandungan genetik yang sama dengan nukleus sel induk.

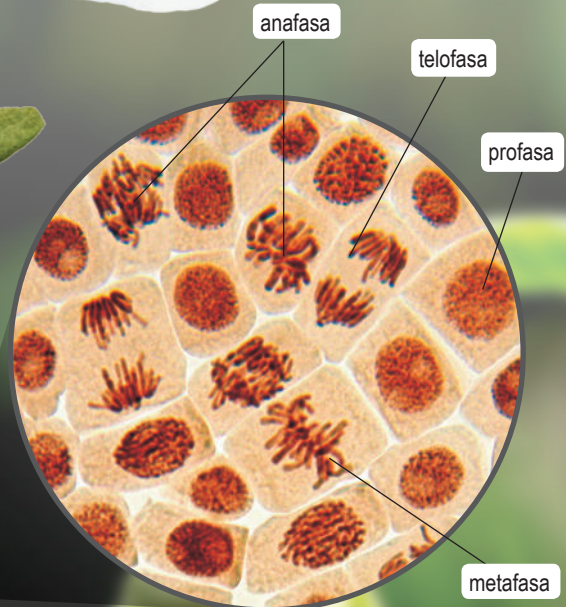
PROFASA

- Di dalam nukleus, kromatin mula memendek dan menebal bagi membentuk struktur kromosom yang dapat dilihat dengan mikroskop cahaya.
- Kromosom kelihatan terdiri daripada dua bebenang seiras yang disebut **kromatid kembar**.
- Kedua-dua kromatid kembar terikat di **sentromer**.
- Membran nukleus terurai, nukleolus menghilang, sentriol berpindah ke kutub bertentangan dan gentian gelendong mula terbentuk.



TMK 6.2

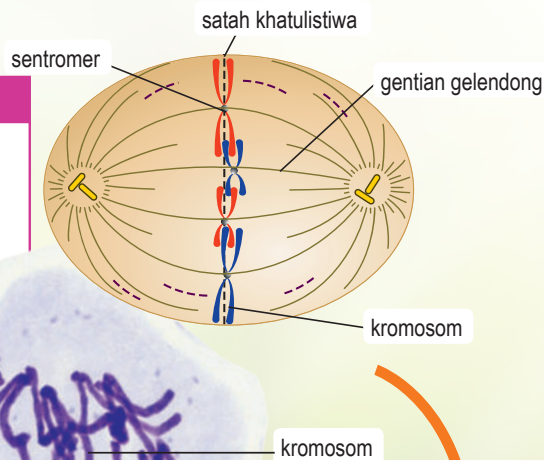
Aktiviti: Mereka bentuk model tiga dimensi peringkat-peringkat dalam mitosis



GAMBAR FOTO 6.1 Mitosis pada hujung akar tumbuhan

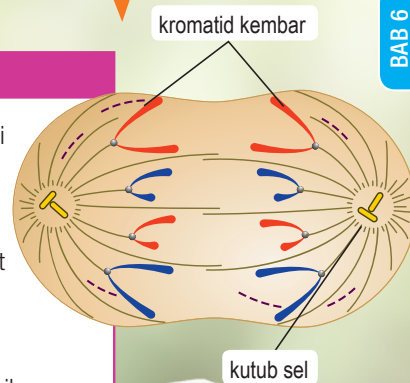
METAFASA

- Sentriol berada di kutub sel yang bertentangan.
- Gentian gelendong menetapkan kromosom pada satah khatulistiwa.
- Kromosom tersusun dalam satu barisan di satah khatulistiwa.
- Metafasa berakhir apabila sentromer mula membahagi.



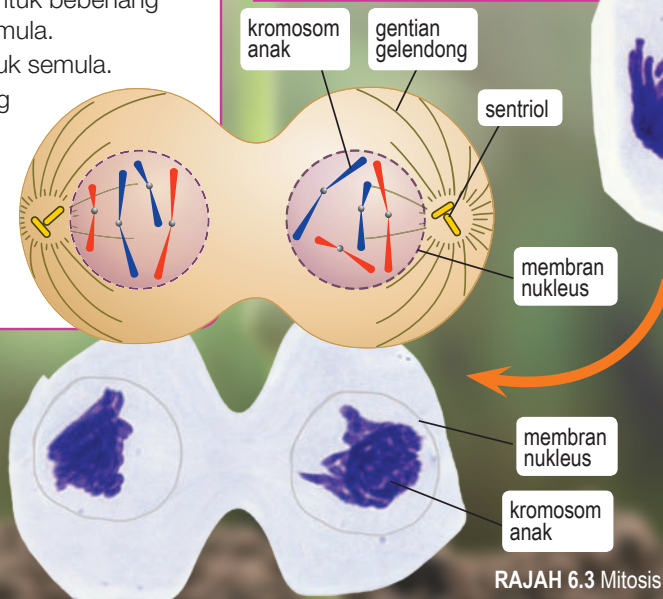
ANAFASA

- Sentromer membahagi dua dan kromatid kembar berpisah.
- Gentian gelendong memendek, mengecut dan kromatid kembar tertarik ke kutub sel yang bertentangan.
- Anafasa berakhir apabila kromatid sampai di kutub sel.

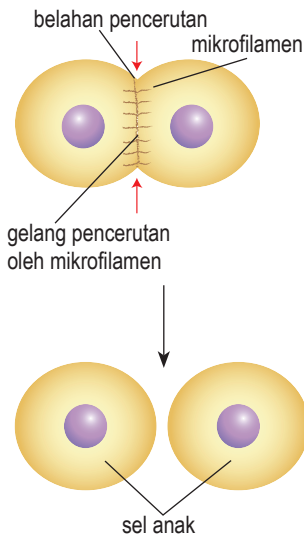


TELOFASA

- Apabila sampai di kutub bertentangan, kromatid kini dikenali sebagai kromosom anak.
- Setiap kutub sel mempunyai satu set kromosom yang lengkap dan seiras.
- Kromosom berbentuk bebenang halus kromatin semula.
- Nukleolus terbentuk semula.
- Gentian gelendong menghilang.
- Membran nukleus baharu terbentuk.
- Peringkat telofasa diikuti oleh sitokinesis.



RAJAH 6.3 Mitosis



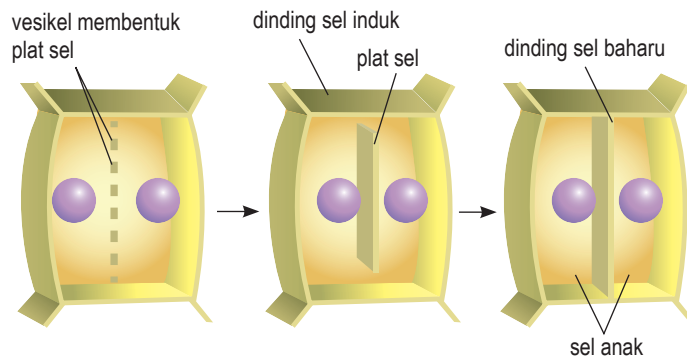
RAJAH 6.4 Sitokinesis dalam sel haiwan

Perbezaan mitosis dan sitokinesis antara sel haiwan dengan sel tumbuhan

Sel tumbuhan tidak mempunyai sentriol. Namun begitu, sel tumbuhan masih berupaya membentuk gentian gelendong semasa mitosis.

Sitokinesis berbeza antara sel haiwan dan sel tumbuhan. Sitokinesis ialah pembahagian sitoplasma yang berlaku sebaik sahaja selepas nukleus terbentuk iaitu pada akhir telofasa. Bagi sel haiwan, sitokinesis berlaku apabila membran plasma mencerut di bahagian tengah sel di antara dua nukleus (Rajah 6.4). Mikrofilamen yang terdapat di tempat pencerutan mengecut menyebabkan sel mencerut sehingga terputus menjadi dua sel anak.

Sitokinesis dalam sel tumbuhan pula bermula apabila vesikel yang dibentuk bercantum membentuk plat sel di bahagian tengah sel (Rajah 6.5). Plat sel dikelilingi oleh membran plasma baharu dan bahan dinding sel baharu terbentuk di ruang antara plat sel. Plat sel berkembang ke arah luar sehingga bercantum dengan membran plasma. Pada akhir sitokinesis, gentian selulosa dihasilkan oleh sel untuk menguatkan dinding sel baharu. Dua sel anak terbentuk. Setiap sel anak berkeadaan diploid.



RAJAH 6.5 Sitokinesis dalam sel tumbuhan



■ Bagi perkembangan embrio dan pertumbuhan organisma, mitosis memastikan pertambahan sel yang pesat dapat berlaku.

Keperluan mitosis

Mitosis penting dalam proses hidup berikut.



■ Melalui proses mitosis, cicak mampu menghasilkan ekor yang baharu (penjanaan semula) sekiranya ekor terputus.



■ Mitosis membantu organisma seperti hidra menghasilkan individu baharu melalui pembentukan tunas.



■ Apabila kecederaan berlaku pada badan kita, mitosis akan menghasilkan sel-sel baharu menggantikan sel-sel yang mati atau rosak.

GAMBAR FOTO 6.2 Keperluan mitosis bagi organisma hidup



■ Teknik pengkulturan menggunakan sel stem daripada haiwan yang kemudiannya dikultur di dalam makmal untuk menghasilkan daging.



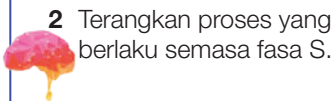
■ Terapi sel stem menggunakan sel stem daripada sumsum tulang bagi merawat rawan yang rosak.

■ Dalam bidang pertanian, teknik pengkulturan tisu tumbuhan digunakan untuk menghasilkan anak-anak pokok melalui pengkulturan sel-sel induknya tanpa melalui proses persenyawaan.



Praktis Formatif 6.2

1 Nyatakan aplikasi mitosis dalam bidang pertanian.



2 Terangkan proses yang berlaku semasa fasa S.



3 Ramalkan apa yang akan berlaku sekiranya gentian gelendong gagal terbentuk.

4 Terangkan keperluan mitosis dalam proses hidup.

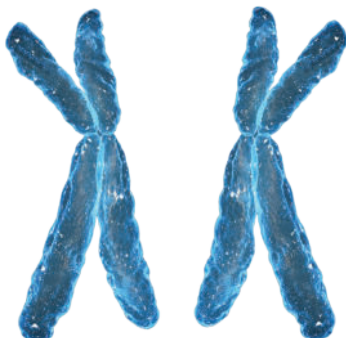
GAMBAR FOTO 6.3 Aplikasi mitosis dalam bidang perubatan dan pertanian

BAB 6

6.3 Meiosis

Meiosis ialah proses pembahagian sel yang berlaku dalam organ pembiakan untuk menghasilkan gamet yang mempunyai bilangan kromosom separuh (haploid) daripada bilangan kromosom sel induknya (diploid). Meiosis berlaku di dalam testis (jantan/lelaki) dan ovari (betina/perempuan) bagi haiwan dan manusia.

Keperluan meiosis

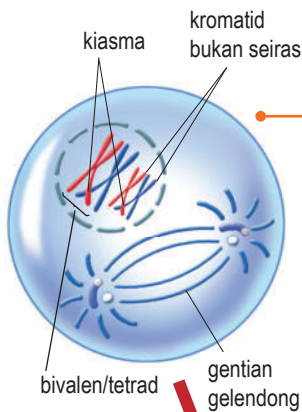


GAMBAR FOTO 6.4
Kromosom homolog

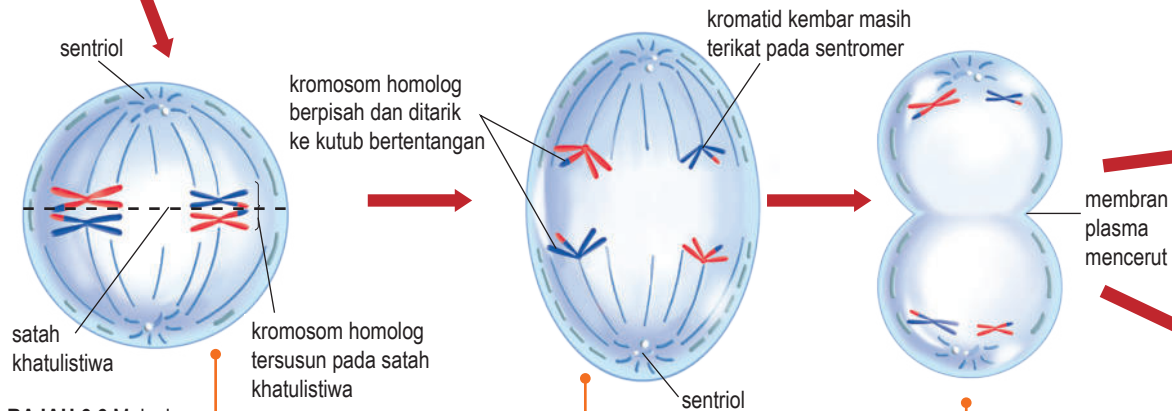
Meiosis membentuk gamet melalui proses **gametogenesis** serta memastikan **bilangan kromosom diploid** sesuatu organisma yang menjalankan pembiakan seks sentiasa dikekalkan dari satu generasi ke satu generasi. Meiosis juga menghasilkan **variasi genetik** dalam spesies yang sama. Meiosis dibahagikan kepada dua peringkat pembahagian sel iaitu **meiosis I** dan **meiosis II**.

- Meiosis I terdiri daripada **profasa I**, **metafasa I**, **anafasa I** dan **telofasa I**.
- Meiosis II terdiri daripada **profasa II**, **metafasa II**, **anafasa II** dan **telofasa II**.

PROFASA I



- Kromatin **memendek, menebal** dan membentuk kromosom yang jelas kelihatan. Kromosom homolog berpasangan (**sinapsis**) membentuk **bivalen** (ataupun dikenali sebagai **tetrad** iaitu terdapat empat kromatid bagi kromosom homolog).
- Proses **pindah silang** iaitu pertukaran bahan genetik antara kromatid-kromatid bukan seiras berlaku. Pindah silang menghasilkan **kombinasi gen** yang **baharu** pada kromosom. Tempat di mana kromatid bersilang disebut **kiasma**. Pada akhir profasa I, membran nukleus dan nukleolus mula menghilang. Kedua-dua sentriol bergerak ke kutub sel bertentangan. Gentian gelendong terbentuk antara sentriol.



RAJAH 6.6 Meiosis

METAFASA I

- Kromosom homolog tersusun di **satah khatulistiwa**.
- Satu kromosom daripada setiap pasangan kromosom homolog terikat pada gentian gelendong dari satu kutub sel dan homolognya terikat pada gentian gelendong dari kutub sel bertentangan.
- Kromatid kembar masih terikat bersama kerana sentromer masih belum berpisah.

ANAFASA I

- Gentian gelendong mengecut menyebabkan setiap kromosom homolog berpisah daripada pasangan homolognya dan tertarik ke kutub sel yang bertentangan.
- Setiap kromosom masih terdiri daripada sepasang kromatid kembar yang terikat pada sentromer dan bergerak sebagai satu unit.

TELOFASA I

- Kromosom tiba di kutub sel bertentangan.
- Setiap kutub sel mengandungi bilangan kromosom haploid yang terdiri daripada satu set kromosom sahaja.
- Gentian gelendong kemudiannya menghilang.
- Nukleolus muncul semula dan membran nukleus terbentuk.
- Telofasa I disusuli oleh proses sitokinesis yang menghasilkan dua sel anak.
- Kedua-dua sel anak yang terhasil berada dalam keadaan **haploid**.
- Interfasa bagi meiosis I lazimnya singkat dan DNA tidak menjalani replikasi.



PROFASA II

- Nukleolus dan membran nukleus menghilang.
- Setiap kromosom terdiri daripada kromatid kembar yang bercantum di sentromer.
- Gentian gelendong mula terbentuk di dalam kedua-dua sel anak.

ANAFASA II

- Sentromer kromatid kembar berpisah.
- Pasangan **kromatid kembar** berpisah dan bergerak ke kutub bertentangan didahului oleh sentromer.
- Setiap kromatid pada peringkat ini dikenali sebagai **kromosom**.

kromatid kembar berpisah

empat sel anak haploid

membran nukleus

dua sel anak haploid

METAFASA II

- **Kromosom** tersusun secara rawak pada satah khatulistiwa bagi setiap sel anak.
- Setiap kromatid terikat pada gentian gelendong di **sentromer**.
- Metafasa II tamat apabila sentromer berpisah.

TELOFASA II

- Kromosom tiba di kutub sel.
- Gentian gelendong menghilang. Membran nukleus dan nukleolus terbentuk semula.
- Bilangan kromosom setiap sel anak adalah separuh daripada bilangan kromosom induk.
- Telofasa II berakhir dengan proses **sitokinesis** yang menghasilkan **empat sel anak** yang **haploid**.
- Setiap sel haploid mempunyai **separuh daripada bilangan kromosom** sel induk. Kandungan genetik juga berbeza daripada sel induk yang diploid. Sel haploid berkembang menjadi gamet.

Zon Aktiviti



Bina alat berfikir untuk membanding dan membezakan:

- meiosis I dan meiosis II
- meiosis dan mitosis

Perbandingan dan perbezaan antara meiosis dengan mitosis

Anda telah mempelajari dua jenis pembahagian sel iaitu mitosis dan meiosis. Apakah peristiwa utama yang membezakan mitosis dan meiosis dan antara meiosis I dan meiosis II? Banding dan bezakan antara kedua-dua jenis pembahagian sel.

Praktis Formatif 6.3

1 Nyatakan perbezaan paling ketara antara meiosis I dan meiosis II.



2 Huraikan bagaimana meiosis I mengurangkan bilangan kromosom dalam sel anak.

6.4

Isu Pembahagian Sel Terhadap Kesihatan Manusia

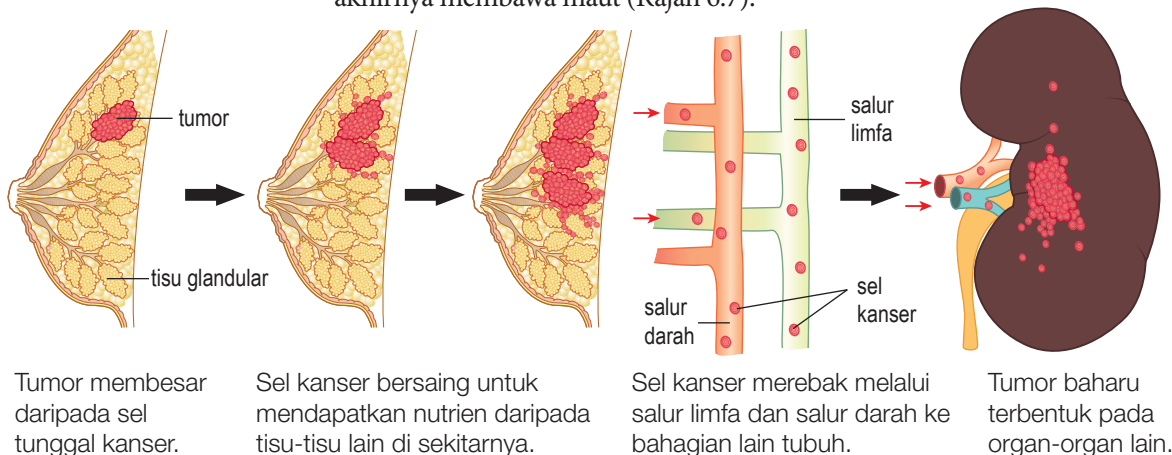


TMK 6.3

Video: Kanser
(Dicapai pada 21 Ogos 2019)

Kitar sel dikawal oleh sistem kawalan khas pada setiap fasa G_1 , S, G_2 dan M untuk memastikan pembahagian sel berlaku dengan sempurna. Walau bagaimanapun, kadang-kadang pembahagian sel yang tidak terkawal akan menyebabkan pembentukan tumor.

Tumor terbahagi kepada dua jenis iaitu **tumor benigna** dan **tumor malignan**. Tumor benigna adalah tidak berbahaya dan boleh dibuang melalui pembedahan. Tumor malignan pula dikenali sebagai **kanser**. Kanser disebabkan oleh beberapa faktor iaitu radiasi (sinar x, sinar gama dan sinar ultraungu), bahan kimia (seperti tar dalam tembakau), karsinogen (seperti formaldehid dan benzena), faktor genetik serta bakteria dan virus. Hal ini akan menyebabkan sel-sel membahagi berterusan dan menghasilkan tumor. Sel kanser akan merebak dan memusnahkan sel-sel normal di sekitarnya. Keadaan ini akan mengganggu fungsi tisu-tisu di sekitarnya. Kanser yang tidak dikesan pada peringkat awal akan menyebabkan kerosakan organ dan akhirnya membawa maut (Rajah 6.7).



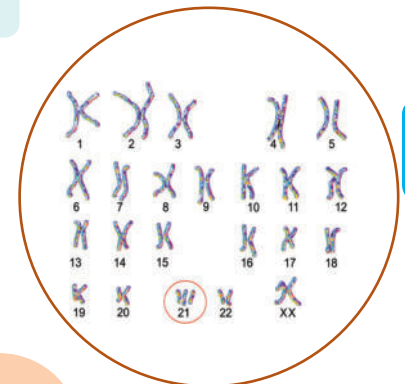
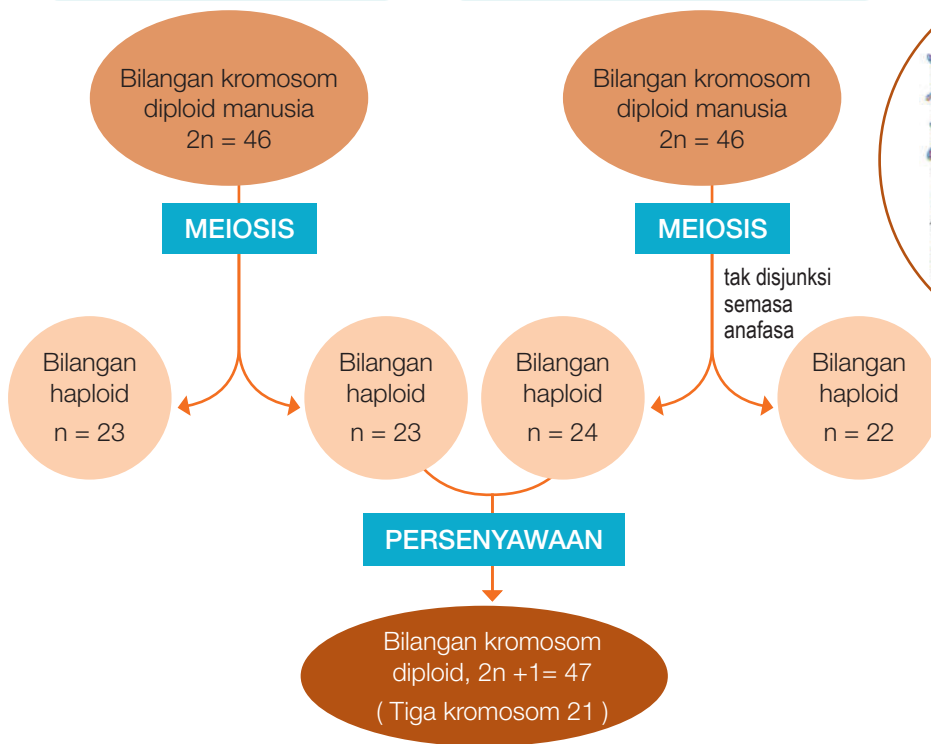
RAJAH 6.7 Perkembangan kanser payudara

Ketidaknormalan semasa pembahagian meiosis juga akan menyebabkan penyakit genetik, contohnya sindrom Down. Hal ini berlaku kerana gentian gelendong gagal berfungsi ketika anafasa I atau anafasa II. Akibatnya, kromosom gagal berpisah (tak disjungsi). Gamet mempunyai bilangan kromosom tidak normal (22 atau 24 kromosom). Jika persenyawaan antara gamet normal (23 kromosom) dan gamet abnormal (24 kromosom) berlaku, zigot akan mempunyai 47 kromosom iaitu satu keadaan yang tidak normal (Rajah 6.8).

Dalam pembahagian meiosis yang normal, kromosom dibahagikan dengan sekata antara gamet.

Sekiranya kromosom homolog atau kromatid kembar gagal berpisah, taburan kromosom induk semasa meiosis adalah tidak sekata.

GAMBAR FOTO 6.5 Kanak-kanak sindrom Down menunjukkan ciri-ciri tertentu seperti pertumbuhan badan terbantut dan kerencatan mental



GAMBAR FOTO 6.6 Set kromosom lengkap individu yang menghidap sindrom Down

RAJAH 6.8 Pembentukan trisomi 21

Individu sindrom Down mempunyai 47 kromosom, iaitu terdapat kromosom tambahan pada set ke-21. Keadaan ini juga dikenali sebagai **trisomi 21**. Sindrom ini boleh menyebabkan kerencatan mental, mata sepet dan lidah sedikit terjelir.

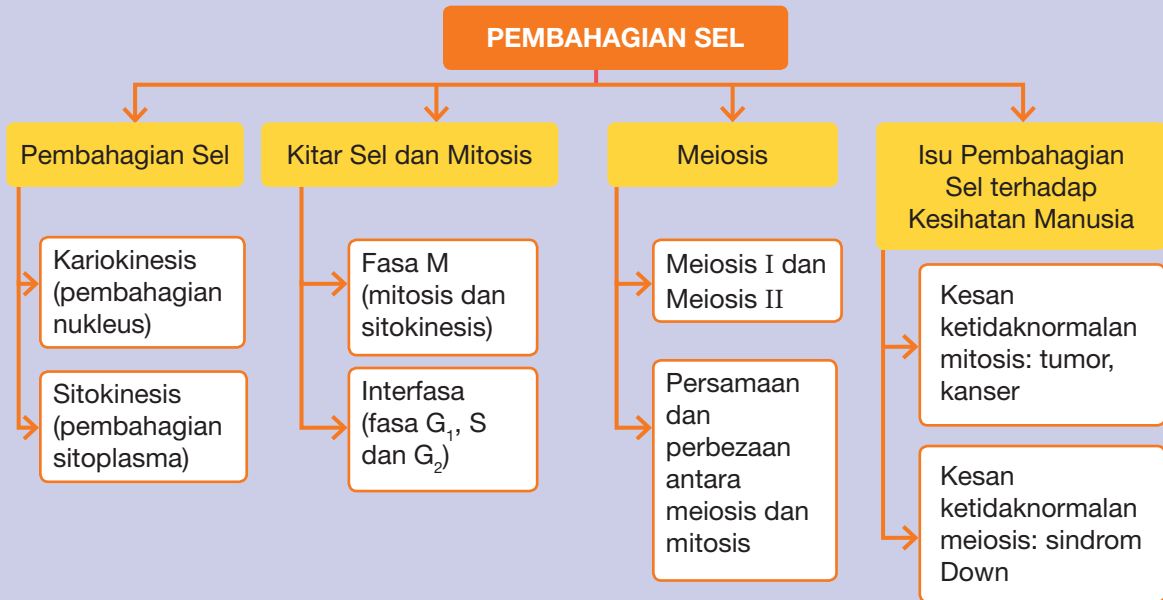
Praktis Formatif 6.4

1 Terangkan mengapa kaedah radioterapi digunakan untuk mengawal atau menghentikan pertumbuhan sel kanser.

2 Keadaan tak disjungsi dalam manusia boleh menyebabkan penyakit genetik seperti sindrom Down. Nyatakan bilangan kromosom dan ciri-ciri yang terdapat pada individu sindrom Down.



Rumusan



Refleksi Kendiri

Adakah anda telah menguasai konsep penting berikut?

- Definisi kariokinesis, sitokinesis, haploid, diploid, kromatin, kromosom homolog, kromosom paternal dan kromosom maternal
- Kitar sel
- Peringkat-peringkat mitosis
- Perbezaan mitosis dan sitokinesis antara sel haiwan dengan sel tumbuhan
- Peringkat-peringkat meiosis
- Perbezaan dan persamaan antara meiosis dengan mitosis
- Keperluan mitosis dan meiosis
- Kesan ketidaknormalan mitosis dan meiosis terhadap kesihatan manusia

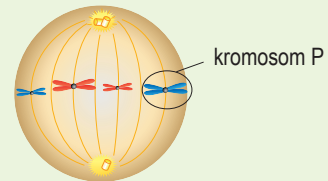


Praktis Sumatif 6

- 1 Namakan urutan proses mitosis.
- 2 Apakah fungsi sentriol dalam pembahagian sel haiwan?
- 3 Nyatakan satu perbezaan antara metafasa mitosis dengan metafasa I meiosis.
- 4 (a) Terangkan kepentingan proses pembahagian sel yang berlaku di hujung akar tumbuhan.
(b) Seorang peladang ingin menghasilkan sebilangan besar pokok mangga jenis baka baik dalam masa yang singkat untuk tujuan komersial. Nyatakan dan huraikan teknik yang boleh digunakan oleh peladang tersebut.



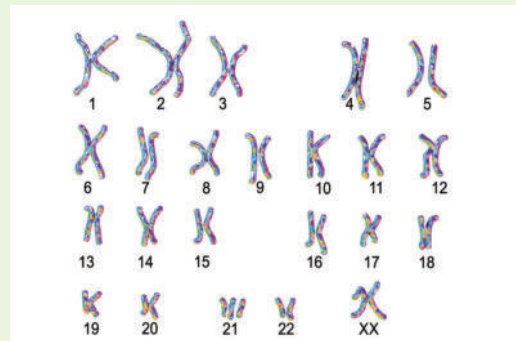
- 5 Rajah 1 menunjukkan suatu sel yang berada di peringkat M dalam kitar sel. Lukiskan kedua-dua sel yang akan terbentuk sekiranya kromosom P tidak berpisah.



RAJAH 1

Soalan Esei

- 6 Rajah 2 menunjukkan set lengkap kromosom seorang individu.
(a) Nyatakan penyakit genetik yang dihidapi oleh individu tersebut.
(b) Terangkan bagaimana individu ini boleh menghidapi penyakit genetik tersebut.



RAJAH 2

- 7 Sel kanser terbentuk selepas sel normal terdedah kepada faktor Y.
(a) Terangkan pembentukan sel kanser.
(b) Nyatakan dua contoh faktor Y yang menyebabkan pembentukan sel kanser.
(c) Nyatakan dua cara untuk mengelakkan perkembangan sel kanser.

Sudut Pengayaan

- 8 Perkembangan dalam bidang kultur tisu tumbuhan telah membolehkan ahli sains meningkatkan kualiti dan kuantiti sesuatu tanaman. Para ahli sains di Malaysia telah berjaya mempatenkan produk yang boleh disembur pada pokok orkid bagi membantu mengatasi jangkitan yang disebabkan oleh virus. Cabang bioteknologi ini dikenali sebagai teknologi *RNA interference*. Pada pendapat anda, bolehkah teknologi semburan ini diguna pakai untuk semua organisma sebagai perlindungan daripada jangkitan penyakit?



Jawapan lengkap boleh didapati dengan mengimbas kod QR yang disediakan

BAB

7

Respirasi Sel



Tahukah ANDA...

- Apakah keperluan tenaga dalam proses metabolisme?
- Apakah substrat utama dalam penghasilan tenaga?
- Apakah jenis-jenis respirasi?
- Apakah proses-proses yang berlaku dalam respirasi aerob dan fermentasi?

Bagaimanakah tempe diproses?



7.1 Penghasilan Tenaga Melalui Respirasi Sel

- 7.1.1 Mewajarkan keperluan tenaga dalam proses metabolisme.
- 7.1.2 Mengenal pasti substrat utama dalam penghasilan tenaga.
- 7.1.3 Menyenaraikan jenis respirasi sel:
 - respirasi aerob
 - respirasi anaerob
 - fermentasi

7.2 Respirasi Aerob

- 7.2.1 Mengkonsepsikan penghasilan tenaga daripada glukosa semasa respirasi aerob dalam sel.
- 7.2.2 Menulis persamaan perkataan bagi respirasi aerob dalam sel.
- 7.2.3 Mengeksperimen untuk mengkaji proses respirasi aerob.

7.3 Fermentasi

- 7.3.1 Menyatakan faktor yang menyebabkan fermentasi berlaku dalam sel.
- 7.3.2 Menjelaskan dengan contoh penghasilan tenaga daripada glukosa semasa fermentasi dalam:
 - sel otot manusia
 - *Lactobacillus*
 - yis
 - tumbuhan seperti padi
- 7.3.3 Menulis dan menerangkan persamaan perkataan:
 - fermentasi asid laktik
 - fermentasi alkohol
- 7.3.4 Mengeksperimen untuk mengkaji fermentasi yis.
- 7.3.5 Membanding dan membezakan antara respirasi aerob dengan fermentasi.

7.1

Penghasilan Tenaga melalui Respirasi Sel

Dalam Bab 5, anda telah mempelajari mengenai dua jenis tindak balas metabolisme iaitu **anabolisme** dan **katabolisme**. Kedua-dua jenis tindak balas ini melibatkan tenaga.

- Proses katabolisme membebaskan tenaga.
- Proses anabolisme menggunakan tenaga.

Tanpa tenaga, proses anabolisme seperti pembentukan protein yang menjadi bahan asas otot tidak akan berlaku.

Zon Aktiviti



Jalankan perbincangan dalam kumpulan tentang keperluan tenaga dalam proses metabolisme.

Substrat utama dalam penghasilan tenaga

Respirasi sel dijalankan untuk menghasilkan tenaga bagi keperluan aktiviti semua sel hidup. **Respirasi sel** ialah proses pengoksidaan molekul organik melalui beberapa peringkat bagi membebaskan tenaga. Substrat utama bagi respirasi sel ialah **glukosa**. Tenaga kimia yang terdapat di dalam glukosa dibebaskan untuk menghasilkan tenaga yang diperlukan oleh sel. Dalam manusia dan haiwan, glukosa diperoleh melalui pencernaan karbohidrat daripada makanan yang dimakan.

Di dalam tumbuhan hijau pula, tenaga cahaya diperangkap oleh klorofil untuk menjalankan proses fotosintesis bagi menghasilkan glukosa.

Jenis respirasi sel

Terdapat dua jenis respirasi sel iaitu respirasi aerob dan respirasi anaerob. **Respirasi aerob** berlaku dalam kehadiran oksigen. **Respirasi anaerob** berlaku tanpa kehadiran oksigen. **Fermentasi** ialah laluan alternatif untuk mendapatkan tenaga selain daripada respirasi sel. Dalam fermentasi, proses penguraian glukosa tidak berlaku dengan lengkap dalam keadaan oksigen terhad atau tanpa oksigen. Bab ini memberikan penekanan kepada respirasi aerob dan fermentasi sahaja.

Praktis Formatif 7.1

- 1 Berikan lima contoh keperluan tenaga dalam proses metabolisme.
- 2 Nyatakan substrat utama dalam penghasilan tenaga.
- 3 Nyatakan maksud respirasi sel dan jenis-jenis respirasi sel.



- 4 Terangkan cara manusia, haiwan dan tumbuhan memperoleh glukosa untuk penghasilan tenaga.

7.2

Respirasi Aerob



Video: Respirasi aerob
(Dicapai pada 21 Ogos 2019)

Fikirkan!



Bilangan mitokondrion dalam sel otot atlet meningkat setelah menjalani latihan intensif. Terangkan bagaimana ini menyumbang kepada pencapaian atlet berbanding dengan mereka yang tidak menjalani latihan intensif.

Glikolisis

Glukosa $\longrightarrow$ Piruvat
(Berlaku di dalam sitoplasma)

Pengoksidaan piruvat

Karbon dioksida + air + tenaga
(Berlaku di dalam mitokondrion)

Proses respirasi aerob diringkaskan seperti berikut.

- Molekul ATP terhasil apabila kumpulan fosfat tak organik ditambahkan kepada adenosina difosfat (ADP).



- Molekul ATP mempunyai ikatan fosfat yang lemah.
- Apabila ikatan fosfat pada molekul ATP diputuskan, tenaga yang terbebas dibekalkan kepada sel untuk membantu kita menjalankan aktiviti-aktiviti harian.



Proses keseluruhan pengoksidaan glukosa diringkaskan seperti berikut:

Persamaan Perkataan:



Pernyataan masalah

Adakah organisma hidup menjalankan respirasi aerob?

Hipotesis

Organisma hidup menggunakan oksigen dan membebaskan karbon dioksida semasa respirasi aerob.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Kehadiran organisma hidup

Bergerak balas: Peningkatan aras cecair berwarna

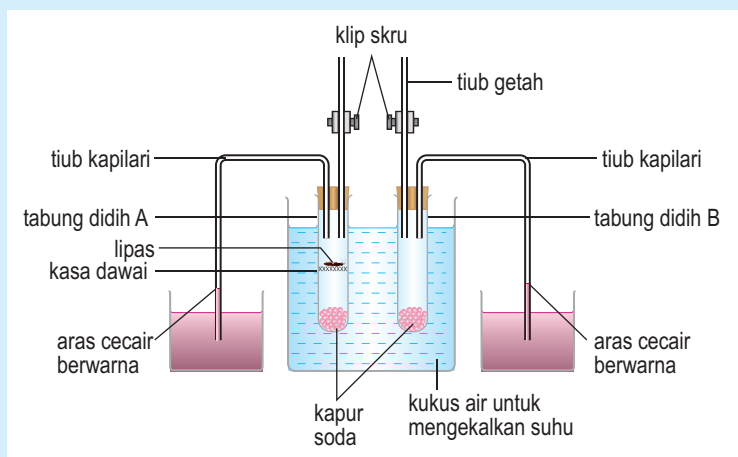
Dimalarkan: Aras awal cecair berwarna

Bahan

Air, cecair berwarna, kapur soda, organisma hidup (lipas) dan jeli petroleum

Radas

Tabung didih, klip skru, kasa dawai, bikar 250 ml, tiub kapilari, pembaris, tiub getah dan kukus air



Susunan radas untuk mengkaji proses respirasi aerob

Perhatian!

Sapu semua sambungan dengan jeli petroleum untuk memastikan radas yang disediakan adalah kedap udara.

Lensa Biologi

Susunan radas yang ditunjukkan dikenali sebagai respirometer. Respirometer digunakan untuk mengukur kadar respirasi suatu organisma dengan menganggar kadar penggunaan oksigen.

Prosedur

- 1 Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan di dalam rajah di atas.
- 2 Sediakan dua tabung didih yang berlabel A dan B.
- 3 Isi kedua-dua tabung didih dengan 10 g kapur soda.
- 4 Masukkan kasa dawai di bahagian tengah tabung didih A.
- 5 Letak seekor lipas di atas kasa dawai tabung didih A manakala tabung didih B tidak diisi dengan sebarang organisma.
- 6 Sapu semua sambungan pada susunan radas dengan jeli petroleum.
- 7 Tutup klip skru dan tandakan aras awal ketinggian cecair berwarna di dalam tiub kapilari bagi kedua-dua tabung didih.
- 8 Biarkan susunan radas selama 1 jam.
- 9 Ukur dan rekod aras akhir ketinggian cecair berwarna di dalam kedua-dua tiub kapilari selepas 1 jam dengan menggunakan pembaris.



10 Catat pemerhatian di dalam jadual yang disediakan.

Keputusan

Tabung didih	Aras awal (cm)	Aras akhir (cm)	Perbezaan aras (cm)
A			
B			

Perbincangan

- 1 Apakah tujuan penyediaan tabung uji B?
- 2 Apakah fungsi kapur soda di dalam tabung didih?
- 3 Adakah berlaku sebarang perubahan pada aras cecair berwarna di dalam tiub kapilari A? Terangkan jawapan anda.

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Praktis Formatif 7.2

- 1 Nyatakan maksud respirasi aerob.
- 2 Cadangkan substrat lain selain daripada glukosa yang boleh digunakan oleh sel untuk respirasi sel.
- 3 Nyatakan persamaan perkataan bagi respirasi aerob.
- 4 Huraikan proses-proses yang berlaku dalam respirasi aerob untuk menghasilkan tenaga.



7.3 Fermentasi

Fermentasi ialah proses penguraian glukosa tidak lengkap dalam keadaan oksigen terhad atau tanpa oksigen. Fermentasi berbeza daripada respirasi aerob dalam laluan metaboliknya selepas peringkat glikolisis. Selepas glikolisis, piruvat yang terhasil akan menjalani sama ada **fermentasi alkohol** atau **fermentasi asid laktik**.





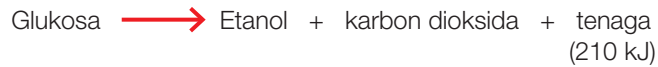
Video: Respirasi anaerob
(Dicapai pada 21 Ogos 2019)

FERMENTASI

Proses penguraian glukosa tidak lengkap dalam keadaan oksigen terhad atau tanpa oksigen.

FERMENTASI ALKOHOL

Proses penguraian glukosa tidak lengkap kepada etanol, karbon dioksida dan tenaga.



YIS

- Etanol digunakan dalam pembuatan bir dan wain.
- Karbon dioksida yang dibebaskan menaikkan adonan dalam pembuatan roti.



TUMBUHAN

- Pokok padi yang tumbuh di kawasan berair yang kekurangan oksigen berupaya menjalankan **fermentasi alkohol**.
- Etanol yang dihasilkan di dalam tisu semasa proses fermentasi adalah toksik kepada kebanyakan tumbuhan tetapi sel pokok padi mempunyai toleransi yang tinggi terhadap etanol berbanding spesies lain.
- Pokok padi menghasilkan banyak enzim alkohol dehidrogenase yang boleh menguraikan molekul etanol kepada karbon dioksida yang tidak toksik.



Aktiviti 7.2

Menghasilkan dan memasarkan produk makanan yang dihasilkan melalui fermentasi

Projek

Prosedur

- 1 Guru anda akan membahagikan kelas kepada beberapa kumpulan.
- 2 Setiap kumpulan perlu memilih satu produk makanan yang dihasilkan melalui proses fermentasi dan memasarkan produk tersebut di sekolah. Contoh produk makanan termasuklah tapai, dadiah atau roti.
- 3 Setiap kumpulan perlu menyediakan kertas cadangan sebelum menjalankan projek. Kertas cadangan perlulah mengandungi:
 - pengenalan kepada projek termasuklah objektif
 - kos pelaksanaan
 - pelan penghasilan dan pemasaran produk makanan
 - hasil yang diharapkan
- 4 Jika perlu, dapatkan khidmat nasihat guru atau ibu bapa untuk memastikan projek berjalan lancar.
- 5 Jalankan projek sepertimana yang telah dirancang.
- 6 Pada penghujung projek, setiap kumpulan perlu menyediakan laporan lengkap.



FERMENTASI ASID LAKTIK

Proses penguraian glukosa kepada asid laktik dan tenaga.

Glukosa $\longrightarrow$ Asid laktik + tenaga

LACTOBACILLUS

- Bakteria *Lactobacillus* menjalankan **fermentasi** susu untuk menghasilkan **dadih**.
- Lactobacillus* bertindak ke atas laktosa (gula susu) dan menukarkannya kepada asid laktik.
- Asid laktik seterusnya menggumpalkan kasein (protein susu) menjadi dadih atau yogurt.
- Asid laktik merupakan punca rasa masam yogurt.

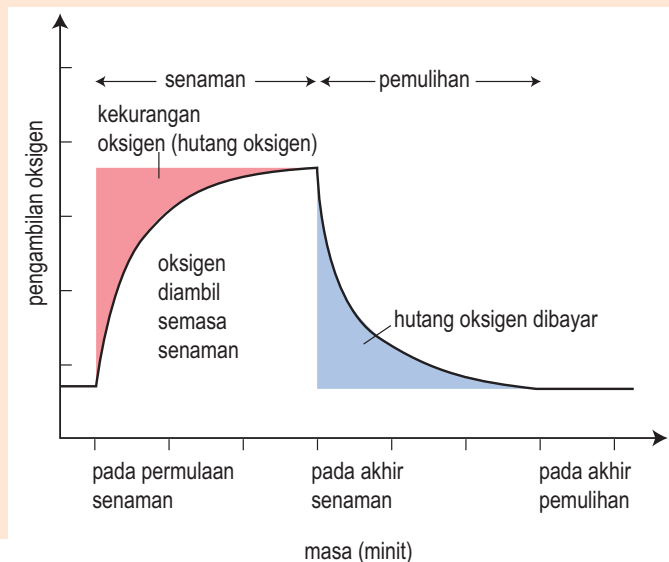
Fikirkan!



Sesetengah bakteria hanya boleh hidup dalam keadaan anaerob. Ramalkan apa yang akan berlaku kepada bakteria jenis ini sekiranya oksigen dibekalkan.

SEL OTOT MANUSIA

- Proses ini dilakukan oleh sel otot ketika melakukan aktiviti cergas.
- Ketika aktiviti cergas, kadar penggunaan oksigen melebihi kadar yang dibekalkan oleh sistem peredaran darah.
- Otot berada dalam keadaan kekurangan oksigen dan dikatakan mengalami **hutang oksigen**.
- Dalam proses ini, glukosa tidak dapat diuraikan dengan sepenuhnya. Bagi setiap molekul glukosa yang diuraikan, hanya dua molekul ATP atau 150 kJ tenaga dihasilkan.
- Asid laktik yang dihasilkan terkumpul sehingga mencapai satu kepekatan yang boleh menyebabkan kelesuan dan kekejangan otot.
- Setelah aktiviti cergas berhenti, pengambilan oksigen berlebihan mengoksidakan asid laktik kepada karbon dioksida, air dan tenaga. Apabila semua asid laktik sudah disingkirkan, **hutang oksigen** dikatakan telah **dibayar**.
- Rajah 7.1 menunjukkan kekurangan oksigen dan hutang oksigen dibayar.



RAJAH 7.1 Kekurangan oksigen dan hutang oksigen dibayar

7.3.2

7.3.3

Pernyataan masalah

Apakah hasil yang diperoleh melalui proses fermentasi yis?

Hipotesis

Fermentasi yis menghasilkan tenaga, karbon dioksida dan etanol.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Kehadiran yis

Bergerak balas: Perubahan suhu, perubahan air kapur dan bau etanol

Dimalarkan: Isi padu larutan glukosa terdidih dan keadaan anaerob

Bahan

Ampaian yis 5%, larutan glukosa 5% terdidih, air kapur dan minyak parafin

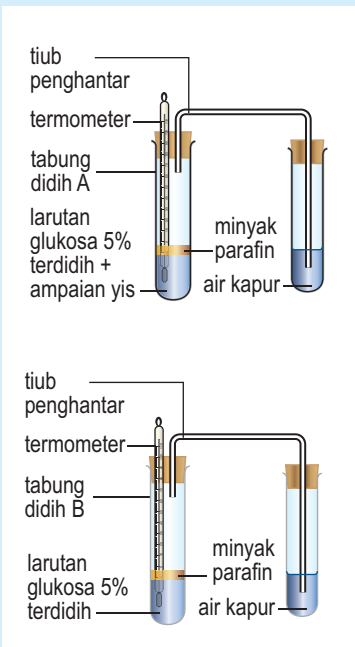
Radas

Tabung didih, tabung uji, termometer, silinder penyukat, tiub penghantar dan penutup gabus

Prosedur

- 1 Isi 2 tabung didih dengan 15 ml larutan glukosa 5% yang telah dididihkan dan dibiarkan sejuk.
- 2 Label tabung didih sebagai A dan B.
- 3 Masukkan 5 ml ampaian yis 5% ke dalam tabung didih A.
- 4 Tambahkan minyak parafin ke dalam kedua-dua tabung didih.
- 5 Tutup kedua-dua tabung didih dengan penutup gabus berlubang yang mempunyai satu tiub penghantar. Sediakan 2 tabung uji dengan 2 ml air kapur masing-masing. Celupkan setiap hujung tiub penghantar ke dalam setiap tabung uji yang mengandungi air kapur.
- 6 Biarkan radas selama 1 jam.
- 7 Ukur dan rekod suhu awal dan suhu akhir dengan menggunakan termometer.
- 8 Catat pemerhatian dalam jadual.

Perhatian!
Pastikan hujung tiub penghantar direndam di dalam air kapur.



Susunan radas untuk mengkaji proses fermentasi yis

Keputusan

Tabung didih	Suhu (°C)		Perubahan pada air kapur	Bau larutan
	Awal eksperimen	Akhir eksperimen		
A				
B				

Perbincangan

- 1 Bagaimanakah cara untuk mengekalkan keadaan anaerob untuk memastikan proses fermentasi boleh berlaku?
- 2 Apakah fungsi menyediakan tabung didih B?



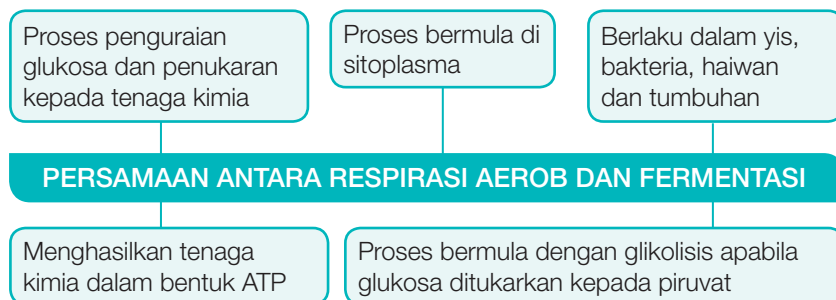
- 3 Apakah tujuan mendidihkan larutan glukosa terlebih dahulu?
- 4 Bagaimanakah keputusan yang diperoleh menunjukkan fermentasi telah berlaku di dalam tabung didih A?

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Perbandingan antara respirasi aerob dengan fermentasi

Fermentasi mempunyai beberapa persamaan dan perbezaan berbanding dengan respirasi aerob (Rajah 7.2 dan Jadual 7.1).



RAJAH 7.2 Persamaan antara respirasi aerob dan fermentasi

Fikirkan!



Mengapakah respirasi aerob lebih sesuai bagi yis berbanding fermentasi?

JADUAL 7.1 Perbezaan antara respirasi aerob dan fermentasi

PERBEZAAN	
Respirasi Aerob	Fermentasi
Proses penguraian glukosa secara lengkap dengan kehadiran oksigen.	Proses penguraian glukosa secara tidak lengkap tanpa kehadiran oksigen atau dalam keadaan oksigen terhad.
Berlaku dalam sitoplasma dan mitokondrion.	Berlaku dalam sitoplasma.
Menghasilkan air.	Tidak menghasilkan air.
Glukosa dioksidakan secara lengkap kepada karbon dioksida dan air.	Glukosa dioksidakan secara tidak lengkap kepada etanol dan karbon dioksida atau asid laktik.
Satu molekul glukosa menghasilkan 2898 kJ.	Satu molekul glukosa menghasilkan 210 kJ (fermentasi alkohol) atau 150 kJ (fermentasi asid laktik).

Praktis Formatif 7.3

- 1 Nyatakan di mana proses fermentasi biasanya berlaku.
- 2 Berikan tiga contoh mikroorganisma dan makanan yang dapat dihasilkan melalui proses fermentasi.
- 3 Semasa membantu ayah menebas rumput di kawasan kebun, anda telah terserempak

dengan seekor ular. Oleh sebab terlalu takut, anda melarikan diri menjauhi ular tersebut. Huraikan proses respirasi sel yang berlaku dalam sel otot kaki anda.

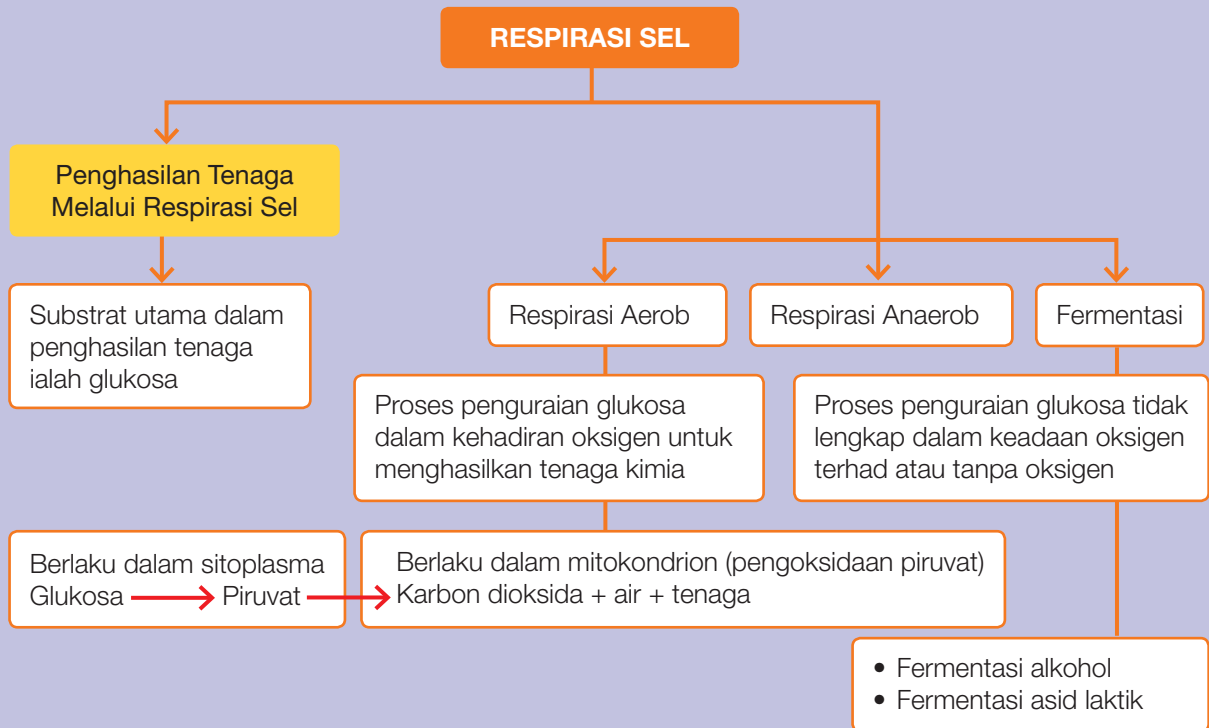
- 4 Nyatakan perbezaan antara proses respirasi aerob dengan fermentasi.



7.3.5



Rumusan



Refleksi Kendiri

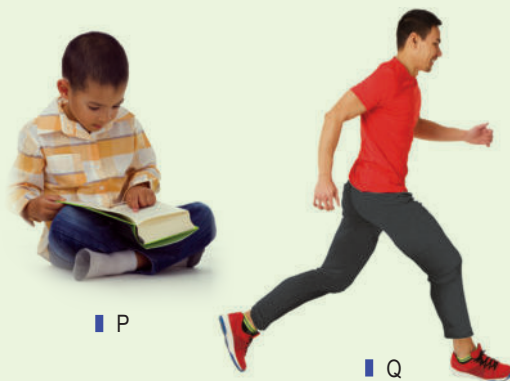
Adakah anda telah menguasai konsep penting berikut?

- Keperluan tenaga dalam proses metabolisme
- Substrat utama dalam penghasilan tenaga
- Jenis respirasi sel
- Penghasilan tenaga daripada glukosa semasa respirasi aerob dalam sel
- Persamaan perkataan bagi respirasi aerob dalam sel
- Faktor yang menyebabkan fermentasi berlaku dalam sel
- Contoh penghasilan tenaga daripada glukosa semasa fermentasi
- Fermentasi asid laktik dan fermentasi alkohol
- Proses fermentasi yis
- Perbezaan antara respirasi aerob dengan fermentasi



Praktis Sumatif 7

- 1 Apakah kegunaan hasil fermentasi alkohol?
- 2 Mengapakah otot menjalankan respirasi sel yang menghasilkan asid laktik semasa aktiviti cergas?
- 3 Mengapakah respirasi sel dalam otot yang menghasilkan asid laktik membekalkan kurang tenaga jika dibandingkan dengan respirasi aerob?
- 4 Jelaskan mengapa seorang individu lazimnya lebih cepat berasa lesu berbanding seorang atlet, apabila kedua-duanya berlari bersama.
- 5 Seorang pelari pecut 100 meter biasanya menahan nafas semasa berlari berbanding dengan seorang pelari jarak jauh. Selepas berlari, pelari pecut memerlukan 7 liter oksigen untuk menyingkirkan asid laktik yang terkumpul dalam sel ototnya. Huraikan perbezaan ini dengan seorang pelari jarak jauh.
- 6 Gambar foto 1 menunjukkan aktiviti yang dilakukan oleh dua individu, P dan Q.



GAMBAR FOTO 1

- (a) (i) Berdasarkan Gambar foto 1, kenal pasti respirasi yang berlaku dalam otot individu P dan Q.
(ii) Nyatakan hasil respirasi dalam P dan Q.
- (b) Dalam acara larian pecut 100 meter di Hari Kejohanan Sukan, seorang murid telah mengalami kekejangan otot dan terpaksa menghentikan lariannya. Terangkan mengapa kekejangan otot boleh berlaku.
- (c) Pokok padi ditanam di kawasan yang ditenggelami air dan mempunyai kebolehan bertoleransi dengan etanol berbanding dengan tumbuhan lain.
 - (i) Nyatakan jenis fermentasi yang berlaku dalam sel pokok padi.
 - (ii) Tuliskan persamaan perkataan bagi proses fermentasi yang berlaku dalam sel pokok padi.
 - (iii) Cadangkan satu sel lain yang boleh menjalankan proses fermentasi seperti dalam soalan c(ii).

Soalan Esei

- 7 (a) Terangkan keperluan tenaga dalam proses metabolisme.
(b) Bandingkan respirasi aerob dengan fermentasi.
(c) Mikroorganisma seperti yis dan bakteria biasanya memainkan peranan penting dalam proses fermentasi untuk menghasilkan makanan. Terangkan mengapa dadih menjadi rosak sekiranya tidak disimpan dalam peti sejuk.

Sudut Pengayaan

8 Seseorang yang tidak biasa bersenam akan mengalami kekejangan otot apabila melakukan senaman cergas kerana pengumpulan asid laktik di dalam sel. Namun bagi atlet berprestasi tinggi, senaman cergas lazimnya tidak akan menyebabkan masalah ini kerana tubuh mereka mempunyai toleransi yang tinggi bagi asid laktik. Pada pendapat anda, bagaimanakah atlet berprestasi tinggi mengatasi masalah tersebut? Berikan hujah anda.

9 Kajian menunjukkan pengambilan natrium bikarbonat atau serbuk penaik (*baking soda*) dapat meningkatkan tahap kecekapan otot semasa aktiviti lasak yang melibatkan fermentasi otot. Beri justifikasi.

10 Semasa menjalankan satu eksperimen dengan menggunakan yis, Mei Ling mendapati bahawa sekiranya jus anggur disimpan dengan yis dalam satu bekas tertutup, yis akan menguraikan glukosa dalam anggur dengan perlahan-lahan. Akan tetapi, sekiranya bekas tersebut tidak lagi mengandungi oksigen, yis akan menguraikan glukosa pada kadar yang cepat dan kandungan alkohol dalam bekas akan meningkat dengan cepat. Pada akhir eksperimen, Mei Ling mendapati kadar penguraian glukosa kembali menjadi perlahan walaupun masih terdapat buah anggur yang belum diuraikan. Jelaskan pemerhatian Mei Ling.

11 Puan Susan cuba membuat roti dengan menggunakan yis kering yang dibelinya dari kedai. Apabila beliau mencampurkan yis kering dengan tepung gandum, beliau mendapati rotinya tidak naik selepas setengah jam. Jelaskan bagaimana anda dapat membantu Puan Susan menyelesaikan masalahnya.



Jawapan lengkap boleh didapati dengan mengimbas kod QR yang disediakan

TEMA 2

FISIOLOGI MANUSIA DAN HAIWAN



Tema ini bertujuan memberikan pemahaman mengenai proses fisiologi yang berlaku dalam manusia dan haiwan. Tema ini memberi fokus kepada proses fisiologi iaitu respirasi, nutrisi, kepekaan, perkumuhan, pergerakan, pembiakan dan pertumbuhan serta pembahagian sel.

Bab 8 Sistem Respirasi dalam Manusia dan Haiwan

Bab 9 Nutrisi dan Sistem Pencernaan Manusia

Bab 10 Pengangkutan dalam Manusia dan Haiwan

Bab 11 Keimunan Manusia

Bab 12 Koordinasi dan Gerak Balas dalam Manusia

Bab 13 Homeostasis dan Sistem Urinari Manusia

Bab 14 Sokongan dan Pergerakan dalam Manusia dan Haiwan

Bab 15 Pembiakan Seks, Perkembangan dan Pertumbuhan dalam Manusia dan Haiwan

BAB

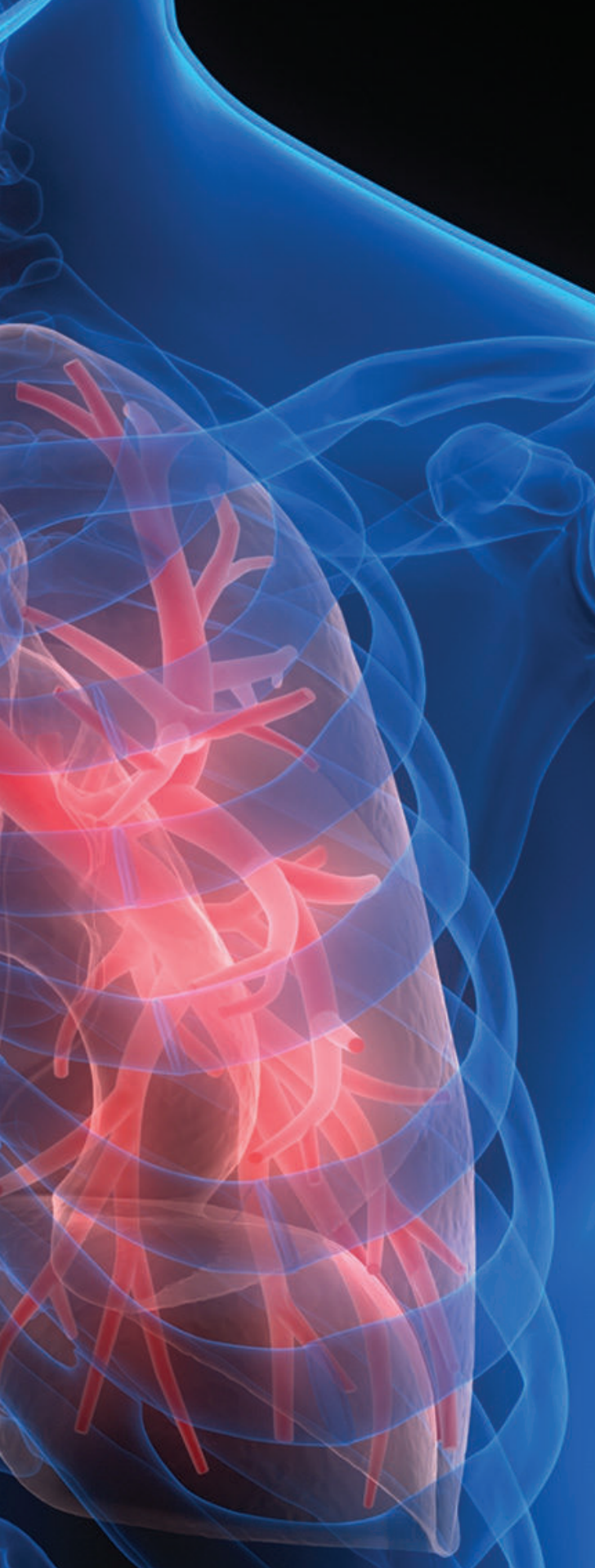
8

Sistem Respirasi dalam Manusia dan Haiwan

***Mengapakah
sistem
respirasi
penting bagi
manusia dan
haiwan?***

Tahukah ANDA...

- Apakah perbezaan struktur respirasi dalam:
 - serangga • amfibia
 - ikan • manusia
- Apakah penyesuaian struktur respirasi dan fungsinya dalam pertukaran gas?
- Apakah mekanisme pernafasan dalam manusia dan haiwan?
- Bagaimanakah pertukaran gas antara paru-paru dengan darah dan antara darah dengan tisu berlaku?
- Bagaimanakah pengangkutan gas respirasi dari paru-paru ke tisu dan dari tisu ke paru-paru berlaku?
- Apakah isu kesihatan yang berkaitan sistem respirasi manusia?



8.1 Jenis Sistem Respirasi

- 8.1.1** Mengenal pasti struktur respirasi dalam:
- serangga
 - ikan
 - amfibia
 - manusia
- 8.1.2** Memerihalkan penyesuaian struktur respirasi dan fungsinya dalam pertukaran gas bagi:
- haiwan
 - manusia
- 8.1.3** Membanding dan membezakan antara struktur respirasi manusia dan haiwan.

8.2 Mekanisme Pernafasan

- 8.2.1** Membanding dan membezakan antara mekanisme pernafasan dalam manusia dengan haiwan.

8.3 Pertukaran Gas dalam Manusia

- 8.3.1** Berkomunikasi tentang respirasi luar dan respirasi dalam:
- pertukaran gas antara peparu dengan darah
 - pengangkutan gas respirasi dari peparu ke tisu
 - pertukaran gas antara darah dengan tisu
 - pengangkutan gas respirasi dari tisu ke peparu

8.4 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Respirasi Manusia

- 8.4.1** Bercerita tentang kesan *Chronic Obstructive Pulmonary Disease* (COPD) terhadap sistem respirasi manusia:
- asma
 - bronkitis kronik
 - emfisema

8.1

Jenis Sistem Respirasi

Struktur respirasi dan penyesuaiannya dalam pertukaran gas



Aktiviti: Mengkaji struktur respirasi dalam serangga, katak dan tikus

Zon Aktiviti



Kaji kesan pertambahan jumlah luas permukaan terhadap resapan sebagai analogi dalam pertukaran gas.

Anda telah mempelajari organ respirasi dan sistem pernafasan manusia dan haiwan dalam Tingkatan 3. **Struktur respirasi** ialah **permukaan respirasi** bagi membolehkan pertukaran gas berlaku antara sel organisma yang berespirasi dengan persekitaran luar. Anda juga telah mempelajari dalam Tema 1, organisma unisel seperti *Amoeba* sp. tidak memerlukan struktur respirasi yang khas kerana mempunyai nisbah jumlah luas permukaan kepada isi padu yang besar untuk pertukaran gas respirasi secara **resapan**.

Nisbah jumlah luas permukaan kepada isi padu (JLP/I) bergantung pada saiz organisma. Semakin besar saiz organisma, semakin kecil nisbah jumlah luas permukaan kepada isi padu organisma tersebut. Ini bermaksud untuk organisma yang besar dan kompleks, isi padu badan yang memerlukan oksigen bertambah lebih daripada jumlah luas permukaannya. Ini menjelaskan mengapa organisma yang besar dan kompleks tidak boleh mengekalkan pertukaran gas dengan cara resapan melalui permukaan badan sahaja. Organisma bersaiz besar memerlukan struktur respirasi khas untuk pertukaran gas yang cekap.

Bagaimanakah struktur respirasi organisma bersaiz besar beradaptasi untuk pertukaran gas yang cekap?

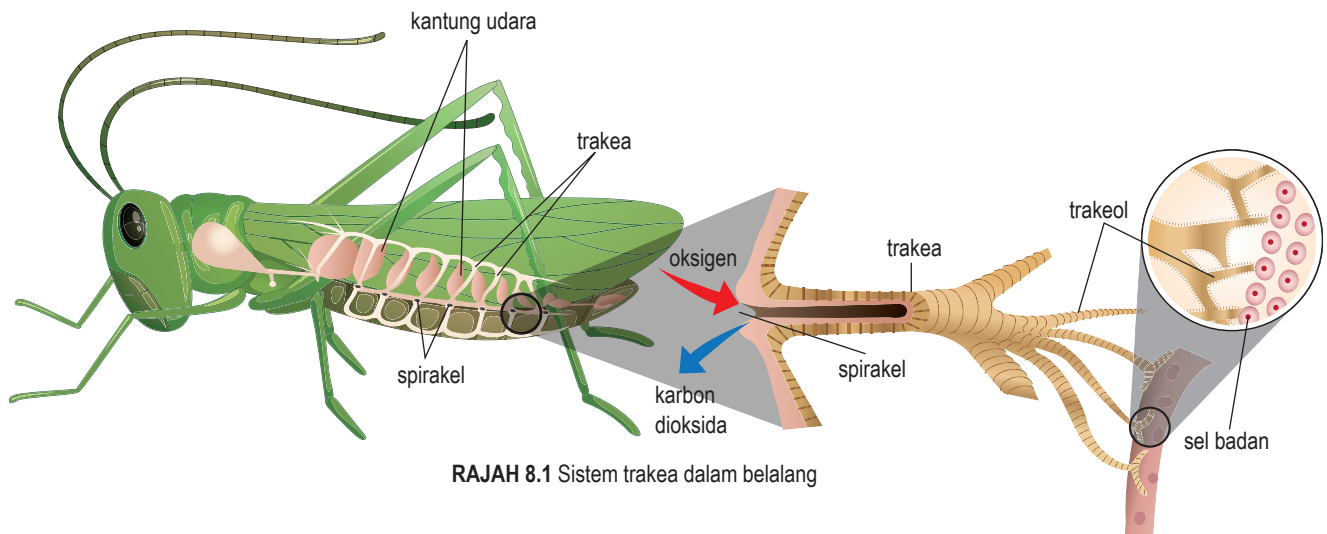
Ciri penyesuaian struktur respirasi untuk pertukaran gas yang efisien bagi organisma bersaiz besar

- **Nisbah jumlah luas permukaan kepada isi padu (JLP/I) yang besar** untuk pertukaran gas respirasi yang cekap.
- Struktur respirasi yang **nipis**, iaitu setebal satu sel, yang memudahkan resapan gas respirasi berlaku.
- Permukaan struktur respirasi yang sentiasa **lembap** membenarkan gas respirasi melarut di dalamnya.
- Struktur respirasi dilengkapi **jaringan kapilari darah** (melainkan serangga), yang membenarkan pengangkutan gas respirasi yang cekap.

Struktur respirasi serangga dan penyesuaianya

Sistem pernafasan serangga ialah **sistem trakea** (Rajah 8.1).

- Terdapat liang kecil pada toraks dan abdomen serangga iaitu **spirakel**. Spirakel membolehkan udara masuk ke dalam sistem tiub udara iaitu **sistem trakea**.
- Trakea bercabang untuk membentuk salur yang lebih halus yang disebut **trakeol**. Trakeol merupakan permukaan respirasi. Trakeol mempunyai ciri-ciri berikut yang membolehkan pertukaran gas respirasi yang cekap.
 - **Bilangan trakeol yang banyak** menyediakan jumlah luas permukaan yang besar untuk pertukaran gas.
 - Dinding trakeol adalah **nipis** dan **lembap**. Hal ini membolehkan gas oksigen meresap ke dalam sel manakala karbon dioksida meresap keluar dari sel ke dalam trakeol dengan cepat.
- Sesetengah serangga mempunyai **kantung udara** dalam sistem trakeanya. Kantung ini berisi udara untuk mempercepatkan penghantaran gas respirasi semasa pergerakan badan yang cergas.



RAJAH 8.1 Sistem trakea dalam belalang

Struktur respirasi ikan dan penyesuaianya

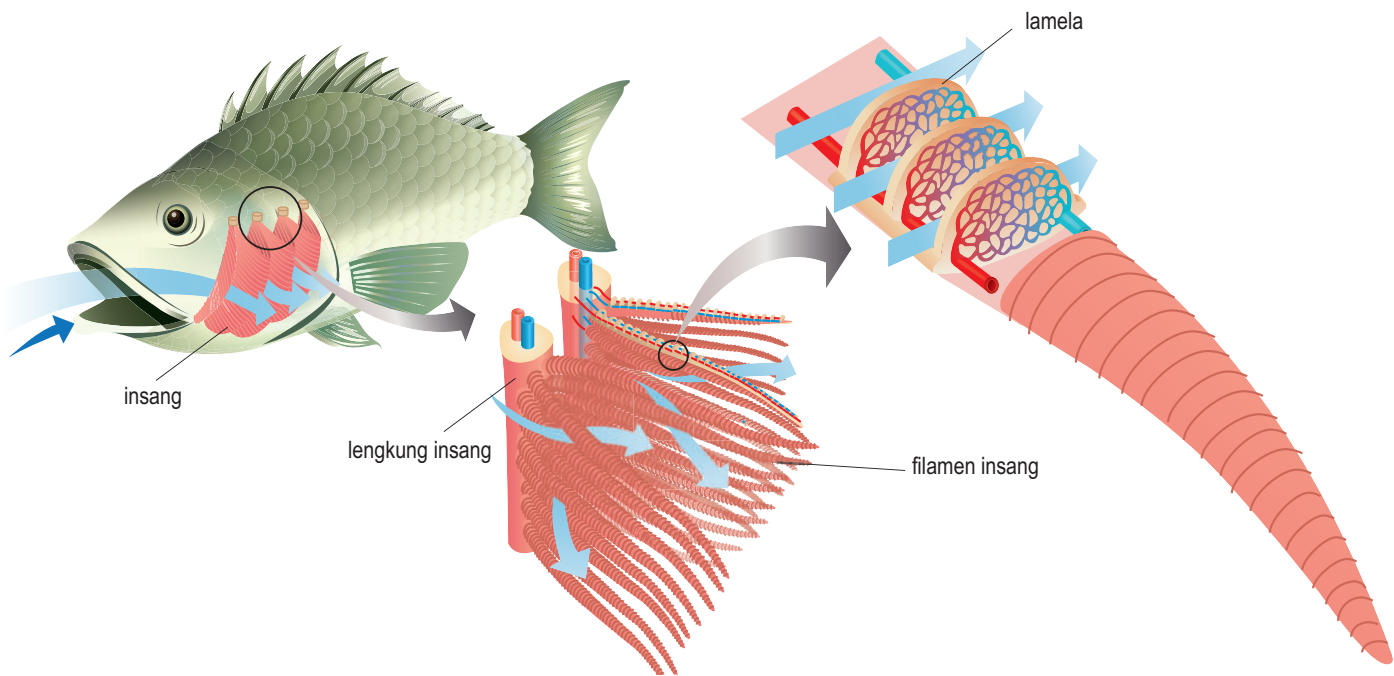
Struktur respirasi ikan ialah **insang** (Rajah 8.2). Insang terdiri daripada barisan **filamen** yang disokong oleh **lengkung insang**. Ciri-ciri filamen berikut membolehkan pertukaran gas respirasi berlaku dengan cekap.

- Filamen mempunyai banyak **unjuran nipis** dan **pipih** yang disebut **lamela**. Bilangan filamen dan lamela yang banyak memberikan jumlah luas permukaan yang besar untuk proses pertukaran gas yang cekap.
- Membran lamela insang adalah **nipis** dan dibekalkan dengan **banyak kapilari darah** bagi memudahkan peresapan dan pengangkutan oksigen dan karbon dioksida.

Fikirkan!

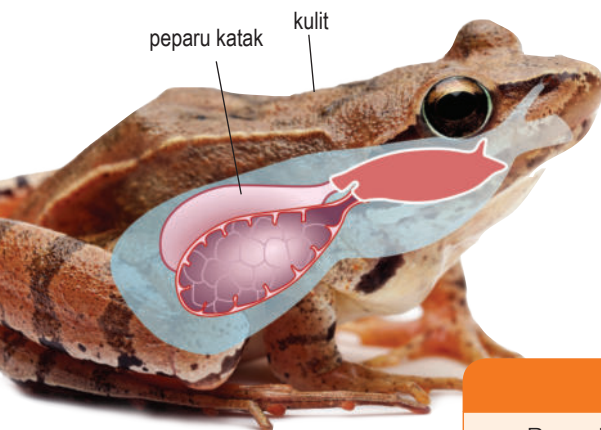


Mengapakah insang ikan tidak boleh berfungsi sekiranya ikan tidak berada dalam air?



RAJAH 8.2 Struktur respirasi ikan

Struktur respirasi katak dan penyesuaianannya



RAJAH 8.3 Struktur respirasi katak

Kulit

Dalam keadaan **kurang aktif**, katak menggunakan **kulit** untuk pertukaran gas (Rajah 8.3).

- Kulit adalah **nipis** dan **sangat telap** terhadap gas respirasi.
- Kulit yang **lembap** membenarkan gas respirasi melarut ke dalamnya.
- Di bawah kulit, terdapat banyak **jaringan kapilari darah** untuk mengangkut gas respirasi.

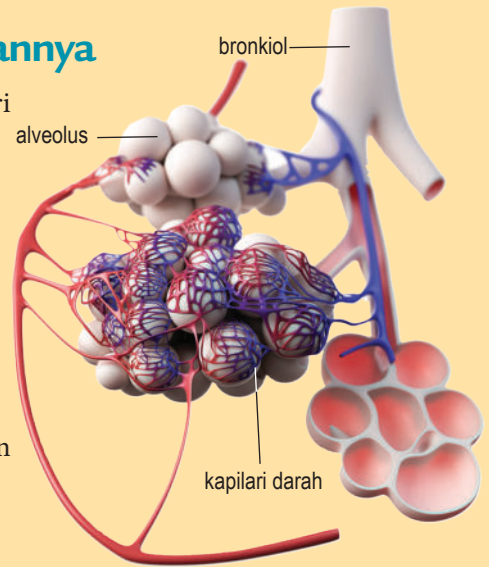
Peparu

- Permukaan peparu katak **berlipat-lipat** untuk menambahkan jumlah luas permukaan bagi pertukaran gas (Rajah 8.3).
- Membran peparu yang **nipis** memudahkan resapan gas respirasi.
- Dinding peparu yang sentiasa **lembap** membolehkan gas respirasi melarut ke dalamnya.
- Peparu juga kaya dengan **jaringan kapilari darah** untuk mengangkut gas respirasi dengan lebih cepat.

Struktur respirasi manusia dan penyesuaiannya

Struktur respirasi manusia ialah **alveolus** yang mempunyai ciri-ciri pertukaran gas respirasi yang cekap (Rajah 8.4):

- Bilangan alveolus yang banyak menyediakan **jumlah luas permukaan yang besar** untuk peresapan gas respirasi.
- Dinding alveolus sentiasa **lembap**. Gas oksigen dan gas karbon dioksida boleh melarut dengan mudah, dan seterusnya meresap melalui dinding alveolus ke dalam kapilari darah.
- Alveolus dilingkari oleh **jaringan kapilari darah** yang banyak untuk mempercepatkan peresapan gas respirasi.
- Dinding alveolus yang nipis, iaitu **setebal satu sel**, memudahkan peresapan gas.



RAJAH 8.4 Alveolus

Perbandingan dan perbezaan struktur respirasi manusia dan haiwan

Jadual 8.1 menunjukkan persamaan dan perbezaan antara struktur respirasi manusia dengan haiwan.

JADUAL 8.1 Persamaan dan perbezaan antara struktur respirasi manusia dengan haiwan

Persamaan				
• Kesemua struktur respirasi mempunyai nisbah jumlah luas permukaan kepada isi padu yang besar untuk pertukaran gas respirasi yang cekap. • Kesemua struktur respirasi nipis dan ini memudahkan resapan gas respirasi berlaku dengan cepat. • Kesemua struktur respirasi sentiasa lembap dan ini membenarkan gas respirasi melarut ke dalamnya. • Struktur respirasi dilengkapi jaringan kapilari darah (melainkan serangga), yang membenarkan pengangkutan gas respirasi yang cepat.				
Perbezaan				
Ciri	Serangga	Ikan	Katak	Manusia
Struktur respirasi	Trakeol	Filamen dan lamela insang	Kulit dan peparu	Alveolus
Bagaimana nisbah jumlah luas permukaan kepada isi padu yang tinggi bagi struktur respirasi diperoleh	Bilangan trakeol yang banyak	Bilangan filamen dan lamela insang yang banyak	• Permukaan dalam peparu yang berlipat-lipat • Keseluruhan permukaan kulit	Bilangan alveolus yang banyak

Praktis Formatif 8.1

- 1 Nyatakan ciri penyesuaian struktur respirasi manusia.
- 2 Terangkan bagaimana kulit katak disesuaikan untuk pertukaran gas yang cekap.

- 3 Nyatakan ciri-ciri trakeol yang membantu pertukaran gas respirasi dalam serangga.

- 4 Ramalkan apa yang akan berlaku kepada ikan yang insangnya terkoyak akibat tersangkut pada jaring.



8.2

Mekanisme Pernafasan

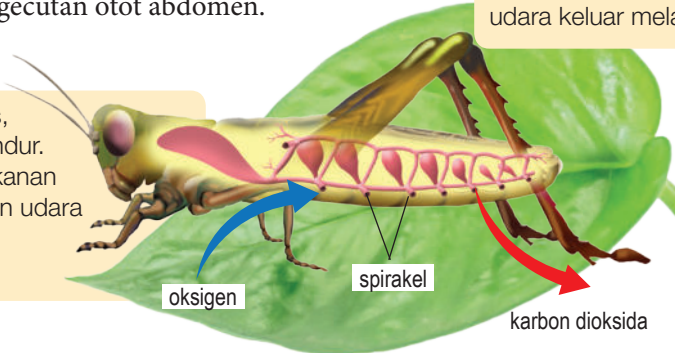
Manusia dan haiwan mempunyai mekanisme pernafasan yang berlainan. **Pernafasan** merupakan proses tarikan dan hembusan nafas yang berulang.

Mekanisme pernafasan serangga

Udara masuk ke dalam dan keluar trakea dibantu oleh pengenduran dan pengecutan otot abdomen.

Semasa menghembus nafas, otot abdomen mengecut. Ini meningkatkan tekanan udara dalam trakea dan seterusnya memaksa udara keluar melalui spirakel.

Semasa menarik nafas, otot abdomen mengendur. Hal ini menurunkan tekanan udara dalam trakea dan udara memasuki trakea melalui spirakel.



Video: Mekanisme pernafasan serangga
(Dicapai pada 21 Ogos 2019)

Mekanisme pernafasan katak

Katak bernafas melalui rongga mulut dan peparu apabila berada dalam keadaan aktif. Urutan tarikan dan hembusan nafas diringkaskan di bawah.



■ Rongga mulut diisi udara



■ Udara dipaksa masuk ke dalam peparu



■ Hembusan nafas

Tarikan nafas

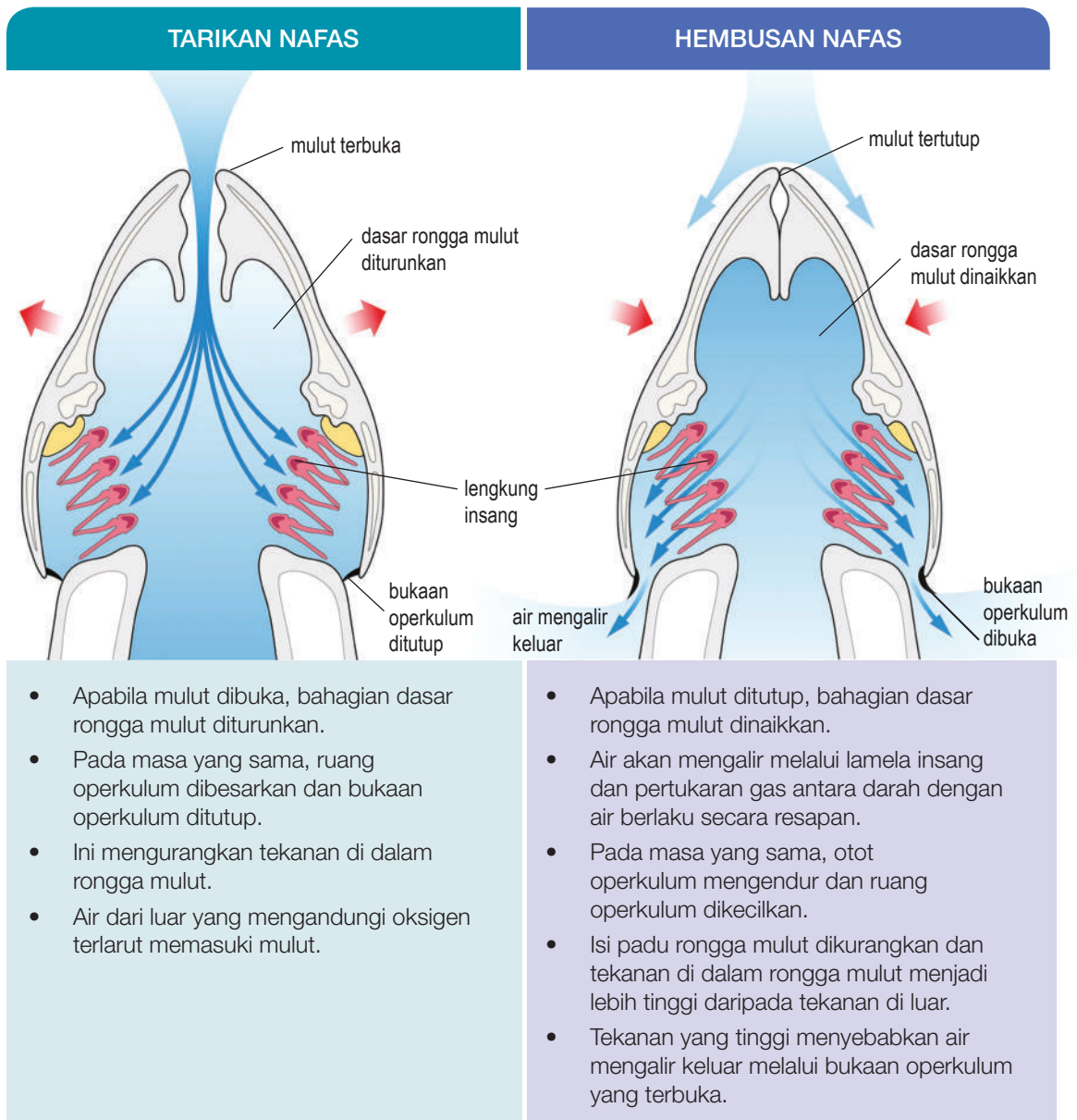
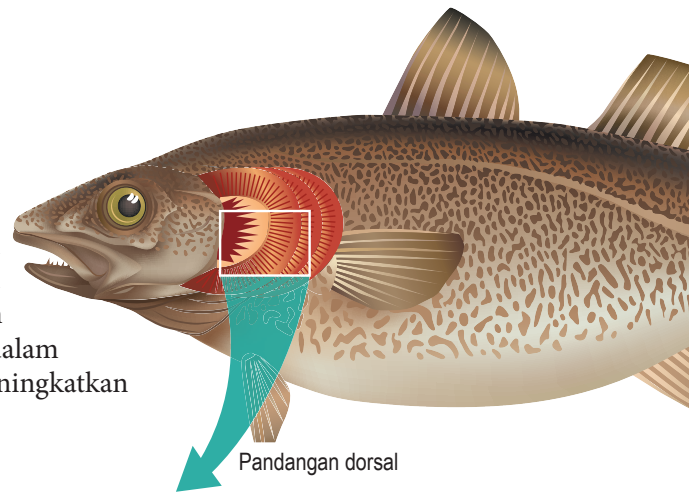
- Apabila katak bernafas melalui lubang hidung, mulut dan glotis tertutup dan dasar rongga mulut diturunkan.
- Tekanan udara yang rendah dalam rongga mulut menarik udara masuk ke dalam rongga mulut melalui lubang hidung.
- Apabila glotis terbuka, lubang hidung tertutup dan dasar rongga mulut naik.
- Tekanan udara yang meningkat menolak udara ke dalam peparu.

Hembusan nafas

- Apabila peparu mengecut, udara disingkirkan daripada peparu.
- Hal ini dibantu oleh tekanan abdomen dan sifat kekenyalan peparu.
- Sebahagian udara keluar melalui lubang hidung manakala yang selebihnya bercampur dengan udara di dalam rongga mulut.

Mekanisme pernafasan ikan

Mekanisme pernafasan ikan dibantu oleh tindakan mulut dan operkulum. Ikan melakukan ventilasi dengan berenang dan dengan membuka dan menutup operkulum. Ini mendorong air masuk ke dalam mulut dan seterusnya melalui insang. Ventilasi meningkatkan pengaliran air pada permukaan respirasi.

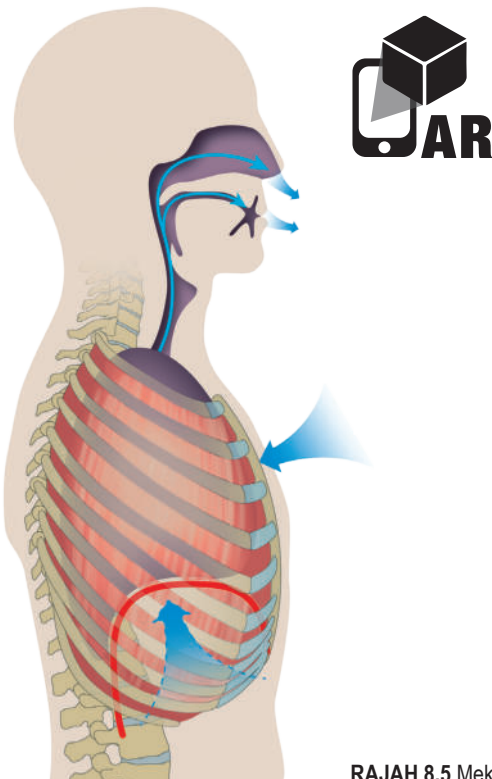
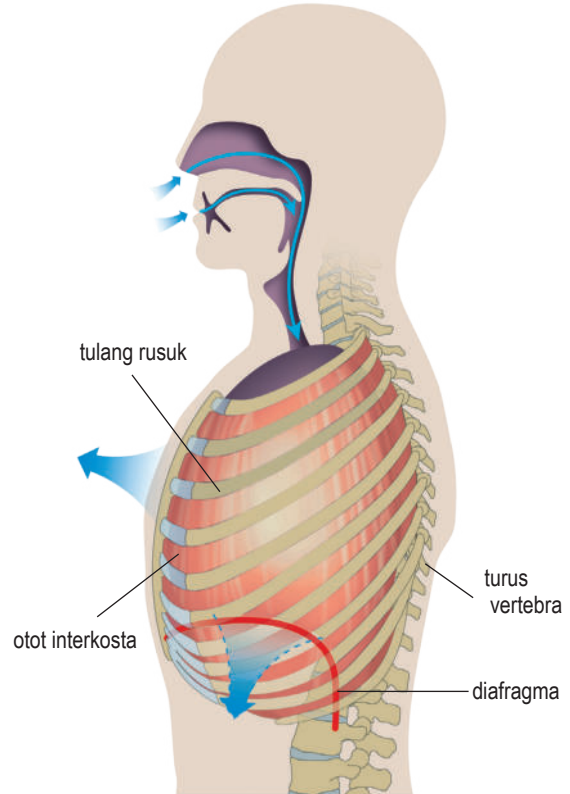


Mekanisme pernafasan manusia

Mekanisme tarikan nafas dan hembusan nafas manusia ditunjukkan dalam Rajah 8.5.

TARIKAN NAFAS

- 1 Otot interkosta luar mengecut manakala otot interkosta dalam mengendur.
- 2 Tindakan ini menyebabkan sangkar rusuk dinaikkan ke atas dan ke arah depan.
- 3 Pada masa yang sama, otot diafragma mengecut dan diafragma turun ke bawah menjadi leper dan mendatar.
- 4 Kedua-dua pergerakan ini menyebabkan isi padu rongga toraks bertambah dan tekanan rongga toraks berkurang.
- 5 Tekanan atmosfera yang lebih tinggi di luar mendesak udara masuk ke dalam paru.



HEMBUSAN NAFAS

- 1 Otot interkosta luar mengendur manakala otot interkosta dalam mengecut.
- 2 Tindakan ini menyebabkan sangkar rusuk digerakkan ke bawah dan ke dalam.
- 3 Pada masa yang sama, otot diafragma mengendur dan diafragma melengkung ke atas, berbentuk kubah.
- 4 Kedua-dua pergerakan ini menyebabkan isi padu rongga toraks berkurang dan tekanan rongga toraks bertambah.
- 5 Udara didesak keluar daripada paru.

RAJAH 8.5 Mekanisme tarikan nafas dan hembusan nafas manusia

Membanding dan membezakan antara mekanisme pernafasan dalam manusia dengan haiwan

Apakah persamaan dan perbezaan antara mekanisme pernafasan dalam manusia dengan haiwan? Jadual 8.2 menghuraikan perbandingan antara mekanisme pernafasan dalam manusia dengan haiwan.

JADUAL 8.2 Perbandingan antara mekanisme pernafasan dalam manusia dengan haiwan

Persamaan				
- Manusia dan haiwan mempunyai struktur khas berotot untuk mengembang dan mengecutkan rongga pernafasan. - Mekanisme pernafasan melibatkan perubahan isi padu dan tekanan dalam rongga pernafasan.				
Perbezaan antara mekanisme pernafasan serangga, ikan, katak dan manusia				
Ciri	Serangga	Ikan	Katak	Manusia
Liang pernafasan	Spirakel	Mulut dan operkulum	Lubang hidung	Lubang hidung
Struktur yang membantu pernafasan	Toraks, abdomen	Operkulum dan rongga mulut berotot	Rongga mulut dengan dinding yang berotot	Diafragma, sangkar rusuk dan otot interkosta
Mekanisme pernafasan	Dibantu oleh pengecutan dan pengenduran otot abdomen	Dibantu oleh pergerakan dasar rongga mulut dan otot operkulum	Dibantu oleh pergerakan pantas dasar rongga mulut dan sifat kekenyalan peparu	Dibantu oleh pengecutan dan pengenduran otot interkosta dan otot diafragma serta pergerakan sangkar rusuk ke atas dan depan serta ke bawah dan ke dalam

Praktis Formatif 8.2

- 1 Nyatakan fungsi spirakel dalam mekanisme pernafasan serangga.
- 2 Bagaimanakah otot abdomen membantu serangga bernafas?
- 3 Nyatakan dua ciri perbezaan antara mekanisme pernafasan ikan dengan manusia.
- 4 Terangkan mekanisme tarikan nafas dalam manusia.

Zon Aktiviti

Bina model untuk menunjukkan tindakan otot diafragma semasa pernafasan dalam manusia.

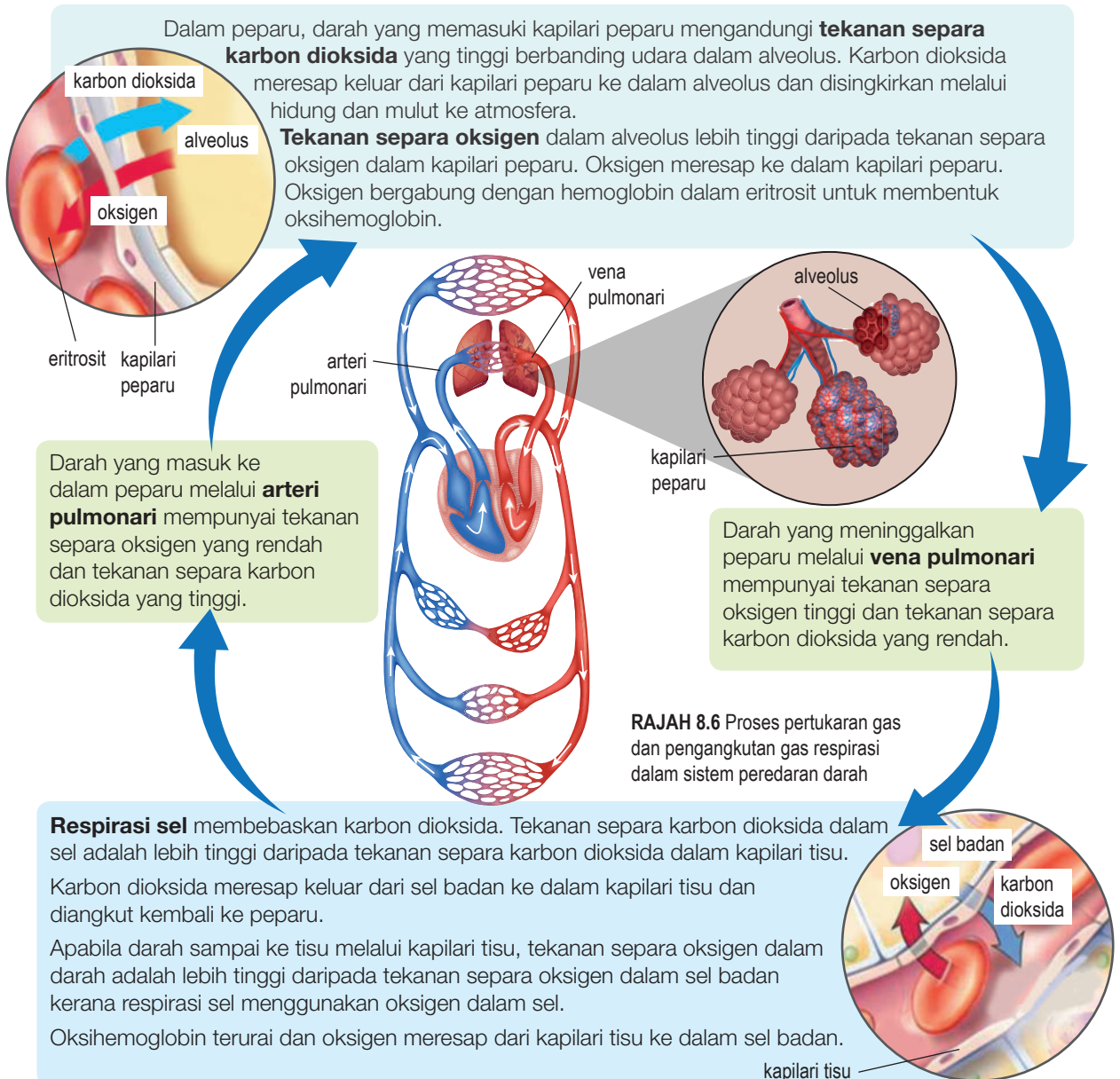
8.3

Pertukaran Gas dalam Manusia

Tekanan separa oksigen dan karbon dioksida

Resapan gas bergantung pada perbezaan tekanan separa antara dua kawasan. Resapan gas berlaku dari kawasan tekanan separa tinggi ke kawasan tekanan separa rendah, iaitu menuruni kecerunan tekanan separa gas.

Proses pertukaran gas dan proses pengangkutan gas respirasi



Pengangkutan karbon dioksida dalam sistem peredaran darah

Karbon dioksida diangkut melalui tiga cara:

- 70% diangkut dalam bentuk ion bikarbonat (HCO_3^-)
- 23% karbon dioksida bergabung dengan hemoglobin untuk membentuk karbaminohemoglobin
- 7% karbon dioksida terlarut diangkut sebagai asid karbonik (H_2CO_3)

Pengangkutan karbon dioksida dari sel badan ke kapilari tisu

- Karbon dioksida (CO_2) yang dibebaskan oleh sel badan berpadu dengan air (H_2O) dalam eritrosit untuk membentuk asid karbonik (H_2CO_3).
- Enzim karbonik anhidrase dalam eritrosit memungkinkan tindak balas ini.
- Asid karbonik (H_2CO_3) kemudiannya terurai kepada ion bikarbonat (HCO_3^-) dan ion hidrogen (H^+).
- Kemudian HCO_3^- meresap ke dalam plasma darah dan diangkut ke paru.

Pengangkutan karbon dioksida dari kapilari paru ke alveolus

- Setibanya di kapilari paru, ion bikarbonat (HCO_3^-) dalam plasma darah meresap semula ke dalam eritrosit.
- Ion bikarbonat bergabung dengan ion hidrogen (H^+) semula untuk membentuk asid karbonik (H_2CO_3).
- Asid karbonik (H_2CO_3) kemudiannya terurai menjadi karbon dioksida dan air.
- Karbon dioksida meresap keluar melalui kapilari paru ke dalam alveolus dan disingkir keluar semasa udara dihembus keluar.

Fikirkan!



Jelaskan mengapa hemoglobin fetus mempunyai peratus ketepuan oksigen yang lebih tinggi berbanding hemoglobin orang dewasa.

Lensa Biologi



Tekanan atmosfera pada aras laut ialah 760 mm Hg. Oleh sebab atmosfera terdiri daripada 21% oksigen (mengikut isi padu), tekanan separa oksigen ialah 0.21×760 mm Hg atau 160 mm Hg. Ini bermaksud tekanan oksigen dalam tekanan atmosfera ialah 160 mm Hg. Tekanan separa karbon dioksida pada aras laut ialah 0.23 mm Hg.

Praktis Formatif 8.3

- 1 Apakah nilai tekanan separa oksigen dalam tekanan atmosfera?
- 2 Dalam bentuk apakah karbon dioksida diangkut di dalam sistem peredaran darah manusia?
- 3 Terangkan pengangkutan karbon dioksida dari kapilari paru ke alveolus.
- 4 Dalam bentuk apakah oksigen diangkut ke tisu?

Fikirkan!



Terangkan mengapa pendedahan kepada karbon monoksida untuk masa yang singkat adalah lebih berbahaya bagi seseorang individu berbanding pendedahan kepada karbon dioksida.

8.4

Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Respirasi Manusia

Zon Aktiviti

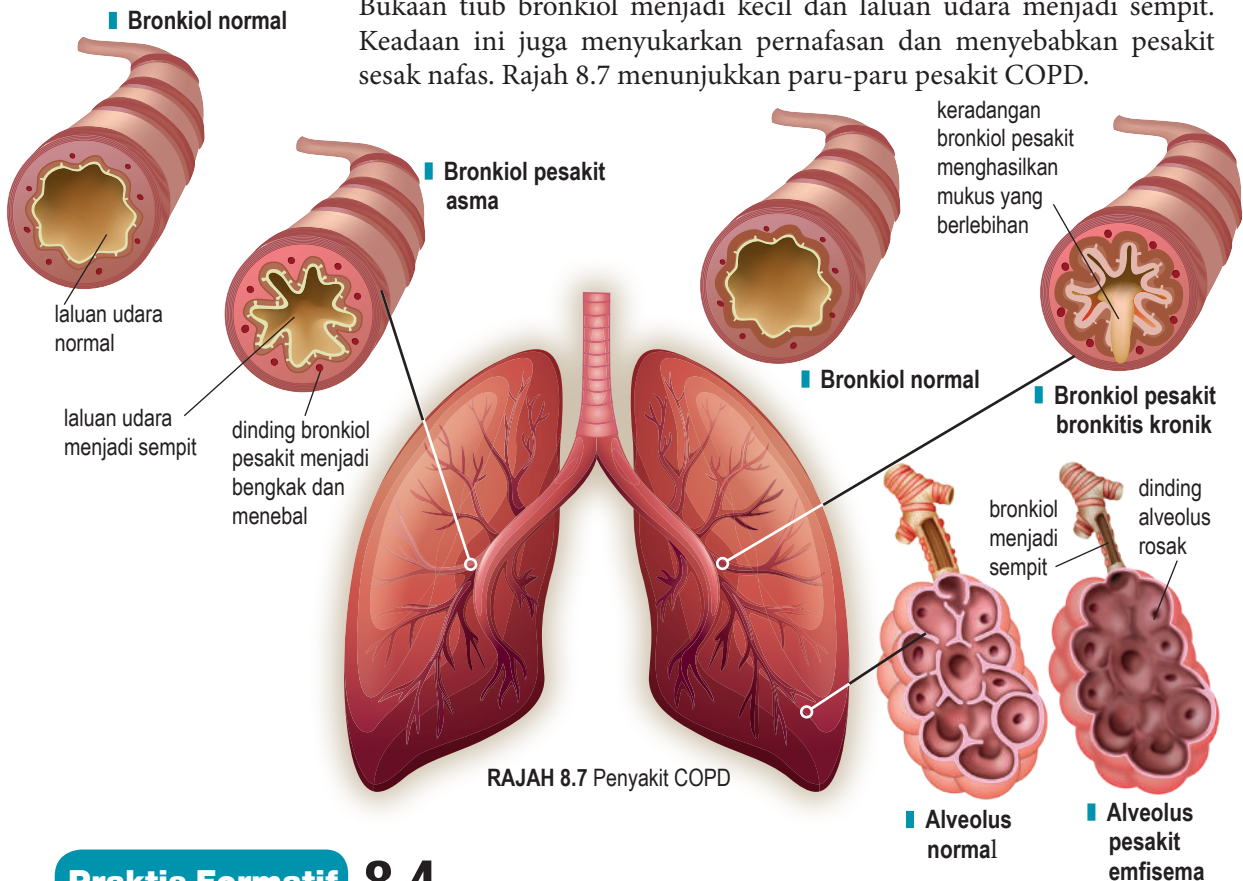
Bincang tentang faktor-faktor penyebab dan kaedah rawatan untuk penyakit asma, bronkitis kronik dan emfisema.



Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) ialah penyakit yang merangkumi penyakit **asma**, **bronkitis kronik** dan **emfisema**. Dalam penyakit **emfisema**, alveolus hilang kekenyalan dan saiz bertambah. Dinding alveolus rosak, jumlah luas permukaan alveolus berkurang dan pertukaran gas menjadi kurang efisien.

Dalam penyakit **bronkitis kronik**, bronkiol menjadi radang, bengkak dan tersumbat. Ini mengurangkan aliran udara dan menyukarkan pernafasan. Mukus yang banyak terbentuk pula menyebabkan batuk berterusan. Silium yang rosak menyukarkan penyingkiran mukus.

Bagi pesakit **asma**, dinding bronkiol menjadi bengkak dan menebal. Bukaian tiub bronkiol menjadi kecil dan laluan udara menjadi sempit. Keadaan ini juga menyukarkan pernafasan dan menyebabkan pesakit sesak nafas. Rajah 8.7 menunjukkan paru-paru pesakit COPD.



RAJAH 8.7 Penyakit COPD

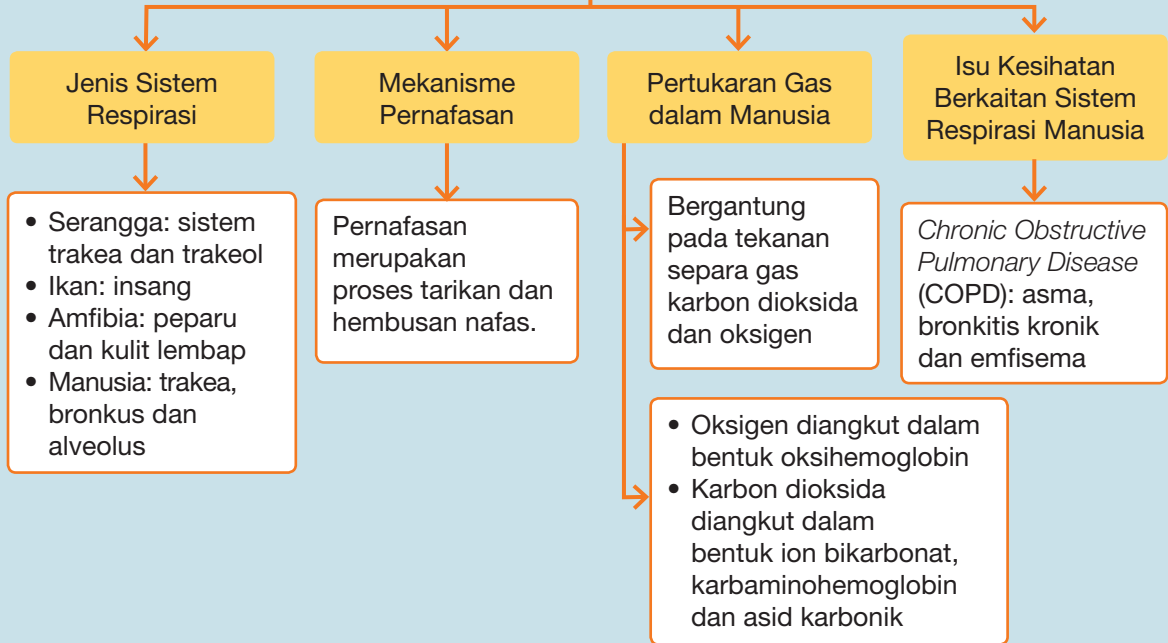
Praktis Formatif 8.4

- 1 Apakah kesan penyakit bronkitis kronik terhadap bronkiol?
- 2 Jelaskan keadaan dinding bronkiol pesakit asma.
- 3 Bagaimanakah penggunaan alat sedut membantu seseorang pesakit asma bernafas?
- 4 Terangkan mengapa pertukaran gas menjadi kurang efisien bagi pesakit yang menghidap penyakit emfisema.



Rumusan

SISTEM RESPIRASI DALAM MANUSIA DAN HAIWAN



Refleksi Kendiri

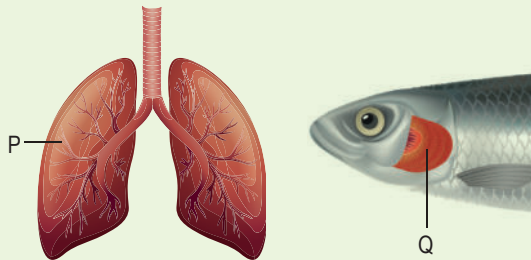
Adakah anda telah menguasai konsep penting berikut?

- Struktur respirasi dalam haiwan dan manusia
- Penyesuaian struktur respirasi dan fungsinya dalam pertukaran gas
- Struktur respirasi manusia dan haiwan
- Mekanisme pernafasan dalam manusia dan haiwan
- Pertukaran gas antara peparu dengan darah dan antara darah dengan tisu
- Pertukaran gas respirasi dari peparu ke tisu dan dari tisu ke peparu
- Isu kesihatan yang berkaitan dengan respirasi manusia



Praktis Sumatif 8

- 1 Jelaskan mengapa sistem pengangkutan tidak diperlukan untuk mengangkut gas respirasi dalam serangga.
- 2 Mengapakah peparu amfibia tidak secekap peparu manusia?
- 3 Diafragma seorang individu tidak dapat berfungsi lagi akibat satu kemalangan. Terangkan bagaimana keadaan ini memberi kesan kepada mekanisma pernafasan individu tersebut.
- 4 Bagaimanakah peningkatan kadar denyutan jantung semasa keadaan cemas dapat membantu seseorang menghadapi keadaan cemas tersebut?
- 5 (a) Seorang perokok tegar mudah mendapat batuk berterusan. Terangkan bagaimana keadaan ini boleh menjejaskan fungsi sistem respirasi.
(b) Huraikan satu penyakit lain yang mungkin dihadapi oleh perokok tegar tersebut.
(c) Terangkan kesan tar yang terkandung di dalam asap rokok terhadap perokok.
- 6 Salah satu kesan penyakit emfisema ialah kehilangan kekenyalan alveolus. Terangkan kesan ini terhadap pertukaran gas.
- 7 (a) Namakan struktur P dan Q yang masing-masing membantu manusia dan ikan menjalankan pertukaran gas.



RAJAH 1

- (b) Terangkan mekanisme pernafasan ikan.
- (c) Huraikan dua persamaan ciri struktur P dan Q yang disesuaikan untuk membantu P dan Q berfungsi dengan berkesan.
- (d) Berikan dua sebab mengapa kadar pembekalan oksigen ke sel badan manusia adalah lebih cepat daripada kadar pembekalan oksigen ke sel badan ikan sekiranya kedua-duanya mempunyai saiz yang sama.

Soalan Esei

- 8 Sistem respirasi manusia dan belalang mempunyai struktur penyesuaian yang berlainan untuk memaksimumkan kadar pertukaran gas. Nyatakan persamaan dan perbezaan antara sistem respirasi manusia dengan sistem pernafasan belalang.

- 9 (a) Huraikan bagaimana udara dapat disedut masuk ke dalam peparu.
(b) Huraikan bagaimana satu molekul karbon dioksida diangkut dari sel badan ke alveolus untuk disingkirkan.

Sudut Pengayaan

- 10  Pencemaran udara menyukarkan pernafasan dalam haiwan dan manusia. Sekiranya anda seorang ahli sains, haiwan manakah yang akan anda pilih sebagai petunjuk tahap pencemaran udara di sesuatu kawasan? Nyatakan justikasi pilihan anda.
- 11  Semua mamalia bernafas melalui peparu, begitu juga dengan mamalia yang hidup di dalam laut seperti ikan paus. Bagaimanakah ikan paus bernafas semasa berada di dalam air?



Jawapan lengkap boleh
didapati dengan mengimbas
kod QR yang disediakan

BAB 9

Nutrisi dan Sistem Pencernaan Manusia

Pencetak makanan 3D

Bolehkah makanan direka bentuk mengikut keperluan nutrisi manusia?

Tahukah ANDA...

- Apakah struktur sistem pencernaan manusia?
- Bagaimanakah makanan dicerna dan diserap?
- Bagaimanakah asimilasi makanan berlaku?
- Bagaimanakah penyahtinjaan berlaku?
- Apakah itu gizi seimbang?

9.1 Sistem Pencernaan

- 9.1.1** Mengetahui struktur sistem pencernaan manusia.

9.2 Pencernaan

- 9.2.1** Mengetahui jenis pencernaan:
- pencernaan fisik
 - pencernaan kimia
- 9.2.2** Menjelaskan proses dan hasil pencernaan karbohidrat dalam mulut.
- 9.2.3** Menjelaskan proses dan hasil pencernaan protein dalam perut.
- 9.2.4** Mengetahui pencernaan karbohidrat, protein dan lipid dalam usus kecil.
- 9.2.5** Melakukan eksperimen untuk mengetahui pencernaan kanji, protein dan lipid dalam sampel makanan.

9.3 Penyerapan

- 9.3.1** Mengetahui struktur vilus dalam ileum.
- 9.3.2** Berkomunikasi tentang penyerapan ileum dan vilus dalam penyerapan makanan tercerna.

9.4 Asimilasi

- 9.4.1** Mengetahui peranan sistem peredaran dalam asimilasi makanan tercerna.
- 9.4.2** Menjelaskan fungsi hati dalam asimilasi makanan tercerna:
- metabolisme makanan tercerna (karbohidrat dan protein)
 - penyimpanan nutrisi
 - penyalutan

9.5 Penyaringan

- 9.5.1** Menjelaskan fungsi usus besar:
- penyerapan air dan vitamin
 - pembentukan tinja

9.6 Gizi Seimbang

- 9.6.1** Melakukan eksperimen untuk mengetahui nilai tenaga dalam sampel makanan.
- 9.6.2** Melakukan eksperimen untuk menentukan kandungan vitamin C dalam jus buah-buahan atau sayur-sayuran.
- 9.6.3** Menjelaskan perubahan diet bagi individu yang:
- mengalami obesiti
 - mengalami penyakit tertentu
 - diabetes melitus
 - kardiovaskular
 - kanser

9.7 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Pencernaan dan Tabiat Pemakanan

- 9.7.1** Menjelaskan kesan mengubah suai organ pencernaan terhadap kesihatan manusia.
- 9.7.2** Menjelaskan isu-isu kesihatan berkaitan penyaringan.
- 9.7.3** Menhubungkaitkan isu kesihatan berkaitan tabiat pemakanan.

9.1 Sistem Pencernaan

Struktur sistem pencernaan manusia

Sistem pencernaan manusia terdiri daripada **salur alimentari** yang panjang dan berotot bermula dari mulut hingga ke dubur (Rajah 9.1).

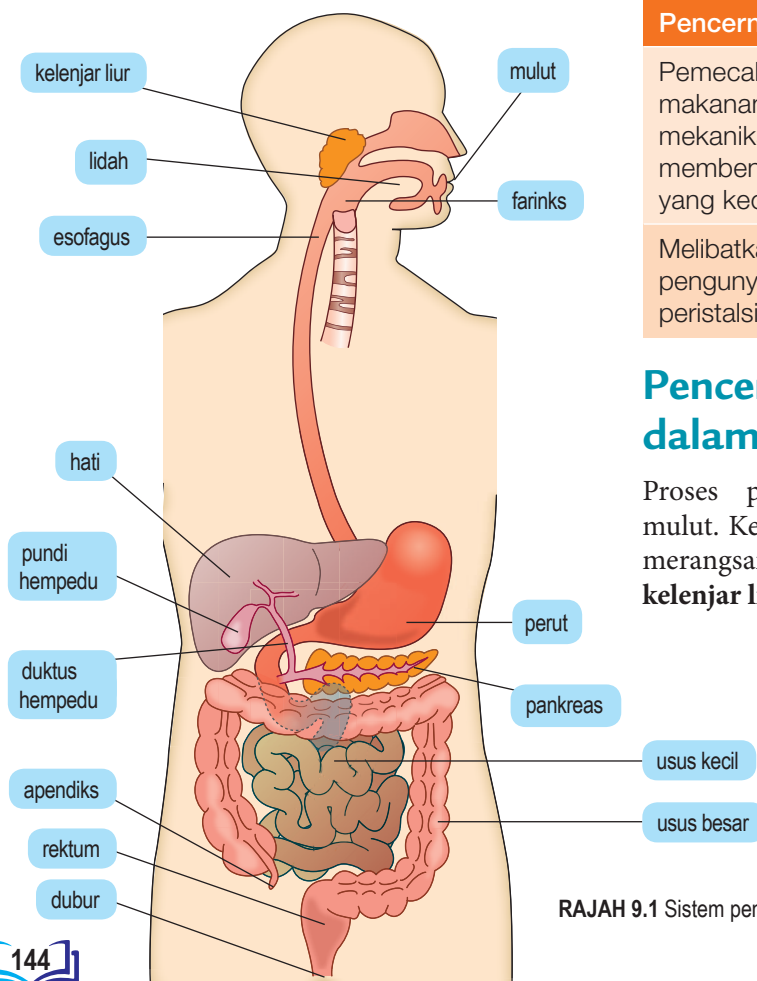
Bahagian-bahagian dalam salur alimentari ialah mulut, esofagus, perut, usus kecil, usus besar serta dubur. Organ lain sistem pencernaan ialah hati, pundi hempedu dan pankreas. **Kelenjar liur**, **kelenjar gaster** dan **kelenjar usus** merembeskan jus pencernaan ke dalam salur alimentari.

9.2 Pencernaan

Jenis pencernaan

Pencernaan ialah proses penguraian butiran makanan besar dan kompleks kepada butiran kecil yang ringkas dan terlarut supaya mudah diserap.

Pencernaan terdiri daripada dua bahagian iaitu **pencernaan fizikal** dan **pencernaan kimia**.



Pencernaan fizikal

Pemecahan makanan secara mekanikal untuk membentuk butiran yang kecil

Melibatkan pengunyahan dan peristalsis

Pencernaan kimia

Proses penguraian molekul kompleks menjadi molekul ringkas

Melibatkan tindakan enzim

Pencernaan karbohidrat dalam mulut

Proses pencernaan bermula di dalam mulut. Kehadiran makanan di dalam mulut merangsang perembesan air liur oleh **kelenjar liur**.



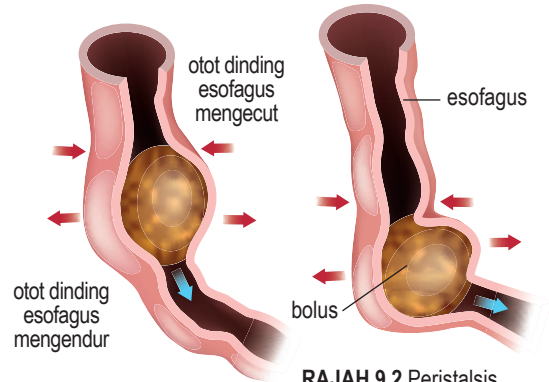
RAJAH 9.1 Sistem pencernaan manusia

- Air liur mengandungi enzim **amilase air liur** yang menghidrolisis kanji menjadi maltosa.
- pH air liur berada dalam julat 6.5–7.5, iaitu sesuai untuk amilase air liur bertindak dengan optimum.



Air liur membantu makanan membentuk bolus dan menjadikannya lebih mudah untuk ditelan. Semasa penelanan, epiglotis akan menutup bukaan trakea supaya makanan tidak memasuki trakea. Dalam esofagus, bolus makanan digerakkan secara peristalsis.

Peristalsis ialah tindakan pengecutan dan pengenduran otot secara beritma di sepanjang salur alimentari. Peristalsis menolak bolus melalui esofagus sehingga memasuki perut (Rajah 9.2).



RAJAH 9.2 Peristalsis

Pencernaan protein dalam perut

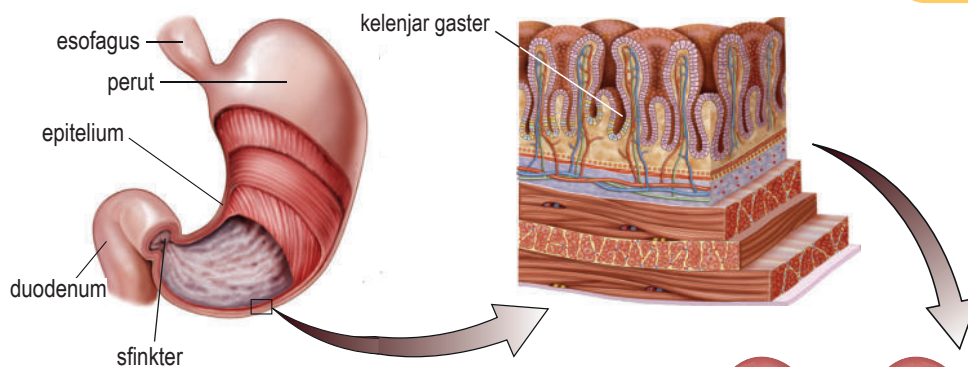
Permukaan dalam dinding perut dilapisi oleh sel epitelium yang mengalami pengubahsuaian struktur dan fungsi untuk membentuk **kelenjar gaster** (Rajah 9.3). Sel-sel epitelium ini terdiri daripada **sel utama**, **sel parietal** dan **sel mukus**.

- Sel utama merembeskan **pepsinogen**.
- Sel parietal merembeskan **asid hidroklorik**.
- Sel mukus merembeskan **mukus**.

Fikirkan!

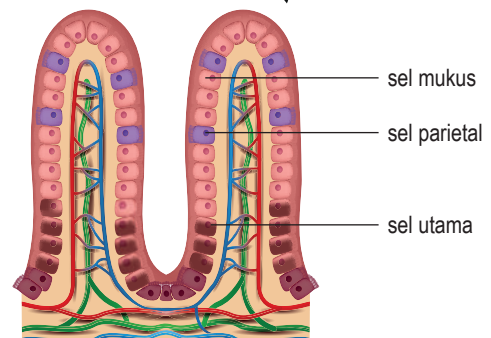


Kunyah perlahan-lahan secebis roti. Cuba amati rasa roti pada masa mula mengunyah dan selepas beberapa minit mengunyah. Adakah terdapat sebarang perbezaan dalam rasa roti tersebut?



RAJAH 9.3 Struktur perut dan tisu kelenjar gaster

Pepsinogen ialah enzim tidak aktif yang akan diaktifkan oleh asid hidroklorik untuk menjadi enzim **pepsin**. Enzim pepsin kemudiannya menghidrolisis protein menjadi polipeptida.



Fungsi **asid hidroklorik** adalah untuk:

- (a) menyediakan medium dengan pH yang sesuai (pH 1.5–2.0) untuk tindakan enzim pepsin
- (b) menghentikan tindakan enzim amilase air liur
- (c) membunuh bakteria dalam makanan

Mukus berfungsi melindungi dinding perut daripada tindakan asid hidroklorik dan enzim pencernaan.

Makanan dalam perut bercampur dengan jus gaster yang terdiri daripada asid hidroklorik dan enzim pepsin. Makanan digaul oleh tindakan peristalsis otot dinding perut selama beberapa jam. Kandungan dalam perut akhirnya bertukar kepada bentuk separa cair yang disebut **kim**. Kim akan memasuki duodenum dengan perlahan-lahan apabila otot sfinkter mengendur.

Pencernaan karbohidrat, protein dan lipid dalam usus kecil

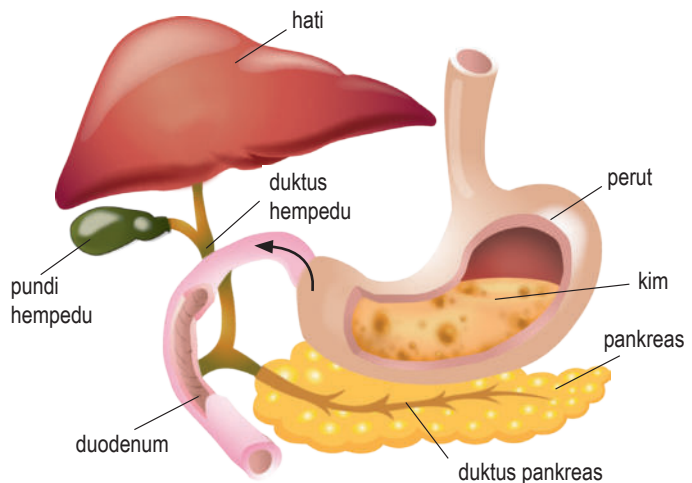
Usus kecil terdiri daripada duodenum, jejunum dan ileum yang berlingkar. Duodenum ialah bahagian pertama usus kecil yang menerima kim daripada perut. Duodenum juga menerima **hempedu** yang dihasilkan oleh **hati** dan **jus pankreas** yang dirembeskan oleh **pankreas** (Rajah 9.4).

PANKREAS

Pankreas merembeskan enzim **amilase pankreas**, **tripsin** dan **lipase** ke dalam duodenum melalui duktus pankreas.

HATI

- Menghasilkan hempedu
- Pundi hempedu menyimpan hempedu.
- Hempedu disalur ke duodenum melalui duktus hempedu.
- Fungsi hempedu
 - meneutralkan kim yang berasid
 - menyediakan **keadaan beralkali** (pH 7.6–8.6) untuk tindakan enzim dalam duodenum
 - mengemulsikan lipid dengan memecahkan lipid kepada titisan-titisan halus bagi menambahkan luas permukaan untuk tindakan enzim lipase.



RAJAH 9.4 Komponen-komponen yang terlibat dalam pencernaan di usus kecil

DUODENUM

- Amilase pankreas menghidrolisis kanji kepada maltosa.
Kanji + air $\xrightarrow{\text{amilase pankreas}}$ maltosa
- Tripsin menghidrolisis polipeptida menjadi peptida yang lebih pendek.
Polipeptida + air $\xrightarrow{\text{tripsin}}$ peptida
- Lipase menghidrolisis lipid kepada asid lemak dan gliserol.
Lipid + air $\xrightarrow{\text{lipase}}$ asid lemak dan gliserol

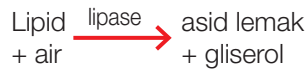
Kelenjar pada dinding ileum merembeskan mukus dan **jus usus** yang mengandung enzim-enzim **maltase**, **sukrase**, **laktase**, **lipase** dan **erepsin**. Medium beralkali dalam ileum membolehkan enzim-enzim bertindak secara optimum.

PENCERNAAN KARBOHIDRAT

- **Maltase** menghidrolisis **maltosa** kepada glukosa.
Maltosa + air $\xrightarrow{\text{maltase}}$ glukosa
- **Sukrase** menghidrolisis **sukrosa** kepada glukosa dan fruktosa.
Sukrosa + air $\xrightarrow{\text{sukrase}}$ glukosa + fruktosa
- **Laktase** menghidrolisis **laktosa** kepada glukosa dan galaktosa.
Laktosa + air $\xrightarrow{\text{laktase}}$ glukosa + galaktosa

PENCERNAAN LIPID

Lipase menghidrolisis lipid kepada **asid lemak** dan **gliserol**.



PENCERNAAN PROTEIN

Enzim **erepsin** menghidrolisis peptida kepada **asid amino**.



Video: Proses pencernaan, penyerapan dan penyahtinjaan (Dicapai pada 21 Ogos 2019)

Merentas Bidang



Pencernaan kimia melibatkan tindak balas hidrolisis yang dimangkinkan oleh enzim. Contohnya, enzim diperlukan dalam penguraian kanji kepada glukosa.

Aktiviti 9.1

Mengkaji pencernaan kanji dalam sampel makanan

Eksperimen

Pernyataan masalah

Apakah hasil tindakan enzim amilase terhadap kanji?

Hipotesis

Enzim amilase menghidrolisis kanji kepada gula penurun.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Kehadiran enzim amilase

Bergerak balas: Kehadiran gula penurun

Dimalarkan: Suhu kukus air pada 37°C, kepekatan ampaian kanji dan isi padu campuran

Bahan

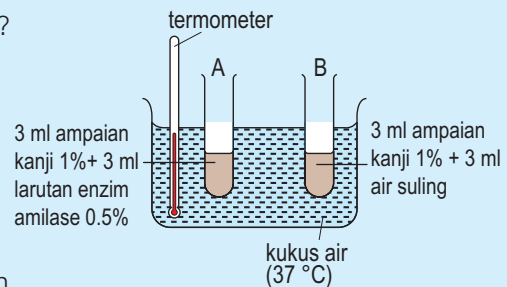
Larutan enzim amilase 0.5%, ampaian kanji 1%, larutan iodin, larutan Benedict dan air suling

Radas

Tungku kaki tiga, penunu Bunsen, kasa dawai, bikar 500 ml, pemegang tabung uji, termometer, jam randik, tabung uji, penitis, rod kaca dan silinder penyukat

Prosedur

- 1 Label 2 tabung uji sebagai A dan B.



- 2 Tambahkan 3 ml ampaian kanji 1% ke dalam setiap tabung uji.
- 3 Isikan tabung uji A dengan 3 ml larutan enzim amilase 0.5% dan tabung uji B dengan 3 ml air suling.
- 4 Rendam kedua-dua tabung uji di dalam kukus air bersuhu 37 °C selama 10 minit.
- 5 Selepas 10 minit, keluarkan 2 ml larutan dari tabung uji A dan masukkan ke dalam tabung uji berlainan. Tambah 3 titis larutan Benedict ke dalam tabung uji tersebut dan panaskan tabung uji dalam kukus air mendidih selama 1 minit. Rekodkan warna kandungan.
- 6 Tambah 2 titis larutan iodine ke dalam baki kandungan tabung uji A. Perhati dan rekodkan warna kandungan.
- 7 Ulang langkah 5 dan 6 untuk tabung uji B.

Keputusan

Tabung uji	Kandungan	Ujian iodine	Ujian Benedict
A	Ampaian kanji 1% + larutan enzim amilase 0.5%		
B	Ampaian kanji 1% + air suling		

Perbincangan

- 1 Jelaskan tindak balas yang berlaku di dalam tabung uji A.
- 2 Apakah tujuan menyediakan tabung uji B?

Kesimpulan

Adakah hipotesis diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai untuk eksperimen ini.

Aktiviti 9.2

Mengkaji pencernaan protein dalam sampel makanan

Eksperimen

Pernyataan masalah

Apakah hasil tindakan pepsin terhadap protein?

Hipotesis

Enzim pepsin menghidrolisis protein dalam ampaian albumen kepada polipeptida.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Kehadiran enzim pepsin

Bergerak balas: Kejernihan atau kekeruhan campuran selepas 20 minit

Dimalarkan: Suhu pada 37 °C, kepekatan larutan pepsin dan kepekatan asid hidroklorik cair

Bahan

Ampaian albumen (putih telur), larutan pepsin 1%, air suling dan asid hidroklorik cair 0.1 M

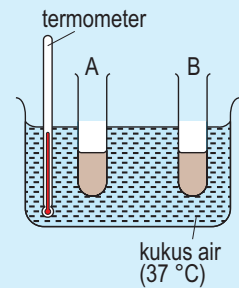
Radas

Tabung uji, silinder penyukat, bikar 500 ml, kukus air bersuhu 37 °C, penitis, termometer dan jam randik



Prosedur

- 1 Sediakan susunan radas seperti berikut.
Tabung uji A: 5 ml ampai albumen + 1 ml asid hidroklorik 0.1 M + 1 ml larutan pepsin 1%
Tabung uji B: 5 ml ampai albumen + 1 ml asid hidroklorik 0.1 M + 1 ml air suling
- 2 Rendam semua tabung uji di dalam kukus air pada suhu 37 °C.
- 3 Perhatikan keadaan campuran di dalam tabung uji A dan B pada awal eksperimen dan selepas 20 minit.



Keputusan

Tabung uji	Kejernihan atau kekeruhan campuran	
	0 minit	20 minit
A		
B		

Perbincangan

- 1 Jelaskan keputusan yang diperoleh di dalam tabung uji A dan B.
- 2 Apakah tujuan menambah asid hidroklorik ke dalam setiap tabung uji?

Kesimpulan

Adakah hipotesis diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai untuk eksperimen ini.

Aktiviti 9.3

Mengkaji pencernaan lipid dalam sampel makanan

Eksperimen

Pernyataan masalah

Apakah hasil tindakan lipase terhadap lipid?

Hipotesis

Enzim lipase menghidrolisis lipid kepada asid lemak dan gliserol.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Kehadiran enzim lipase

Bergerak balas: Masa yang diambil untuk warna merah jambu penunjuk fenolftalein menjadi tidak berwarna

Dimalarkan: Suhu pada 37 °C, isi padu minyak masak dan isi padu campuran

Bahan

Minyak masak, larutan natrium karbonat 0.2 M, cecair pencuci pinggan mangkuk, penunjuk fenolftalein, air suling dan enzim lipase

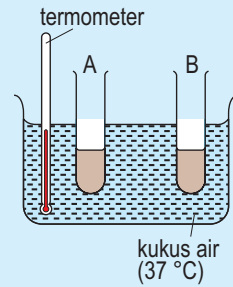


Radas

Dua tabung uji, rak tabung uji, kukus air bersuhu 37 °C, picagari 5 ml dan 1 ml, penitis, penutup tabung uji dan jam randik

Prosedur

- 1 Sediakan dua tabung uji dan labelkan A dan B.
- 2 Isi setiap tabung uji A dan B dengan bahan berikut:
 - 2 ml minyak masak
 - 1 ml larutan natrium karbonat 0.2 M
 - 1 ml cecair pencuci pinggan mangkuk
- 3 Tutup kedua-dua tabung uji dengan penutup tabung uji. Goncang kedua-dua tabung uji dengan kuat selepas ditambah cecair pencuci pinggan mangkuk.
- 4 Tambahkan 3 titis penunjuk fenolftalein ke dalam setiap tabung uji dan goncang tabung uji.
- 5 Tambahkan 1 ml enzim lipase ke dalam tabung uji A dan 1 ml air suling ke dalam tabung uji B.
- 6 Rendam kedua-dua tabung uji di dalam kukus air bersuhu 37 °C.
- 7 Rekodkan masa untuk penunjuk fenolftalein bertukar warna dari merah jambu ke tidak berwarna.



Keputusan

Tabung uji	Kandungan	Masa yang diambil untuk warna merah jambu penunjuk fenolftalein menjadi tidak berwarna (minit)
A	1 ml enzim lipase	
B	1 ml air suling	

Perbincangan

- 1 Mengapakah penunjuk fenolftalein digunakan dalam eksperimen ini?
- 2 Apakah tujuan menambahkan cecair pencuci pinggan mangkuk ke dalam setiap tabung uji?
- 3 Terangkan tindak balas yang berlaku di dalam tabung uji A.
- 4 Jelaskan keputusan yang diperoleh di dalam tabung uji B.

Kesimpulan

Adakah hipotesis diterima? Nyatakan satu kesimpulan yang sesuai untuk eksperimen ini.

Praktis Formatif 9.1

- 1 Nyatakan kepentingan proses pencernaan bagi manusia.
- 2 Namakan struktur yang terlibat dalam salur alimentari untuk pencernaan makanan.
- 3 Namakan sel-sel utama pada kelenjar gaster dan terangkan fungsi sel-sel tersebut.



- 4 Usus kecil merembeskan beberapa jenis enzim untuk melengkapkan proses pencernaan. Terangkan bagaimana enzim-enzim tersebut melengkapkan proses pencernaan.



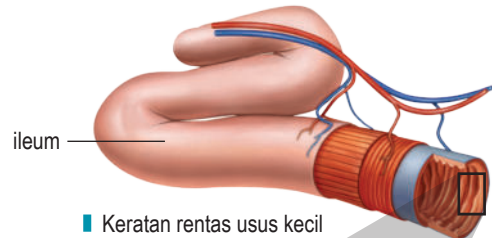
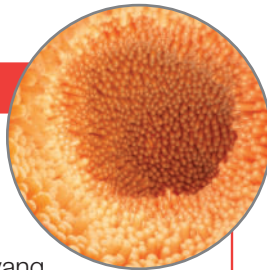
9.3 Penyerapan

Ciri penyesuaian ileum dan vilus dalam penyerapan makanan tercerna

Molekul ringkas hasil daripada pencernaan makanan diserap di bahagian **ileum** usus kecil.

ILEUM

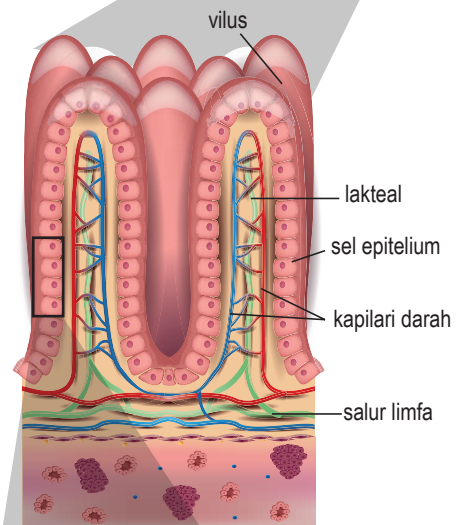
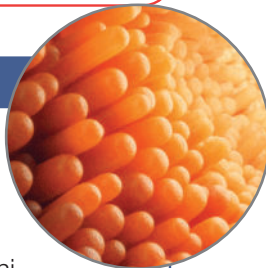
Ileum yang panjang mempunyai ciri penyesuaian untuk menyerap nutrien kerana mempunyai lapisan dalam yang berlipat-lipat dan dilitupi unjuran-unjuran halus disebut **vilus**.



VILUS

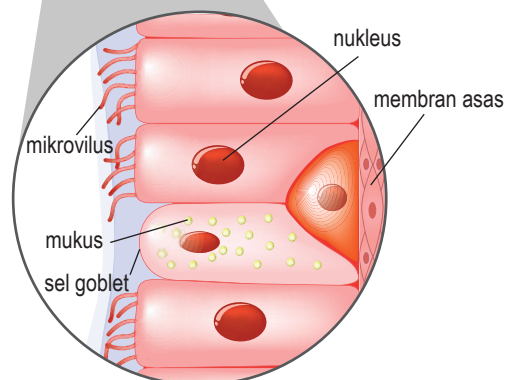
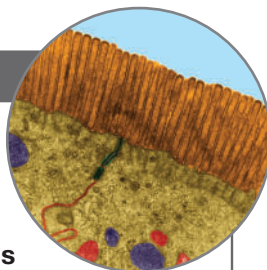
Vilus mempunyai ciri penyesuaian berikut untuk menyerap nutrien:

- **Lapisan epitelium** vilus adalah setebal satu sel. Hal ini mempercepatkan penyerapan nutrien.
- **Sel goblet** merembes mukus yang membantu pencernaan.
- **Jaringan kapilari darah** memudahkan pengangkutan hasil pencernaan ke seluruh badan.
- **Lakteal** mengangkut titisan asid lemak dan gliserol.
- Kelenjar usus merembes **jus usus** yang mengandungi enzim pencernaan.



MIKROVILUS

Pada permukaan epitelium vilus, terdapat banyak unjuran halus yang disebut **mikrovilus**. Mikrovilus menyediakan **luas permukaan yang besar** untuk meningkatkan kadar penyerapan nutrien.



RAJAH 9.5 Ciri penyesuaian ileum dan vilus untuk penyerapan makanan tercerna



TMK 9.2

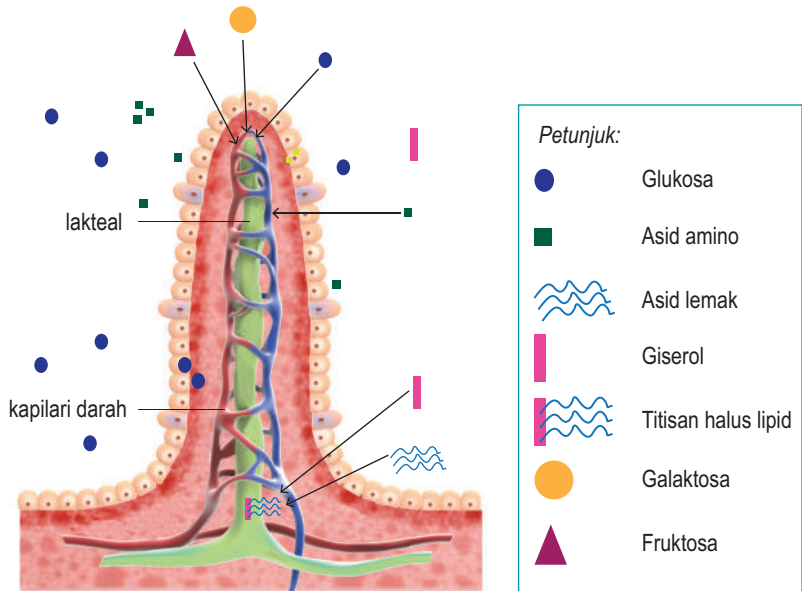
Video: Pandangan dalam usus kecil (Dicapai pada 21 Ogos 2019)

Kerjaya Milenia



Pakar gastroenterologi ialah pakar perubatan yang mengkhusus dalam bidang sistem pencernaan manusia.

Penyerapan makanan tercerna diringkaskan dalam Rajah 9.6 dan Jadual 9.1.



RAJAH 9.6 Penyerapan makanan tercerna

JADUAL 9.1 Cara penyerapan makanan tercerna di ileum

Makanan tercerna	Diserap melalui	Cara penyerapan
Fruktosa	Sel epitelium ke dalam kapilari darah	Resapan berbantu
Glukosa dan galaktosa		Pengangkutan aktif
Asid amino		Pengangkutan aktif
Vitamin B dan C		Diserap bersama air
Air		Osmosis
Asid lemak dan gliserol berpadu semula melalui proses kondensasi untuk membentuk titisan halus lipid di dalam sel epitelium	Sel epitelium ke dalam lakteal	Resapan ringkas
Vitamin A, D, E, K larut dalam lipid		Resapan ringkas

Zon Aktiviti



Kumpulkan maklumat tentang penyerapan alkohol dan dadah.

Praktis Formatif 9.2

- Nyatakan struktur utama untuk penyerapan hasil pencernaan.
- Namakan struktur dalam vilus yang terlibat dalam pengangkutan nutrien berikut:
 - asid amino
 - vitamin A dan E
- Terangkan penyesuaian usus kecil bagi menambahkan luas permukaan untuk penyerapan nutrien.
- Terangkan cara bahan-bahan berikut diangkut merentasi membran plasma.
 - Glukosa, galaktosa dan asid amino
 - Asid lemak dan gliserol

9.4

Asimilasi

Peranan sistem peredaran

Sistem peredaran manusia terdiri daripada sistem peredaran darah dan sistem limfa yang membantu mengangkut nutrien untuk diasimilasikan. Dalam proses asimilasi yang berlaku di dalam sel, nutrien digunakan untuk membentuk sebatian kompleks atau komponen struktur. Kapilari-kapilari darah di usus kecil bergabung membentuk **vena portal hepar** yang membawa darah ke hati.

Lakteal-lakteal pula bergabung membentuk salur limfa yang lebih besar dalam rangkaian sistem limfa. Seterusnya, kandungan salur limfa memasuki **duktus toraks** yang kemudiannya mengalir ke dalam vena subklavikel kiri. Lipid diangkut oleh darah ke semua sel badan.

Fungsi hati dalam asimilasi makanan tercerna

Hati merupakan pusat kawal atur yang mengawal kuantiti nutrien yang masuk ke dalam sistem peredaran darah. Hati menjalankan fungsi berikut.

METABOLISME MAKANAN TERCERNA

- Glukosa digunakan untuk respirasi sel. Asid amino digunakan untuk sintesis protein plasma dan enzim.
- Melalui proses pendeaminan, asid amino yang berlebihan ditukar menjadi urea untuk dikumuhkan melalui air kencing.

PENYAHTOKSINAN

- Sel hati menyingkirkan bahan yang toksik daripada darah.
- Bahan toksik disingkirkan melalui air kencing.

PENYIMPANAN NUTRIEN

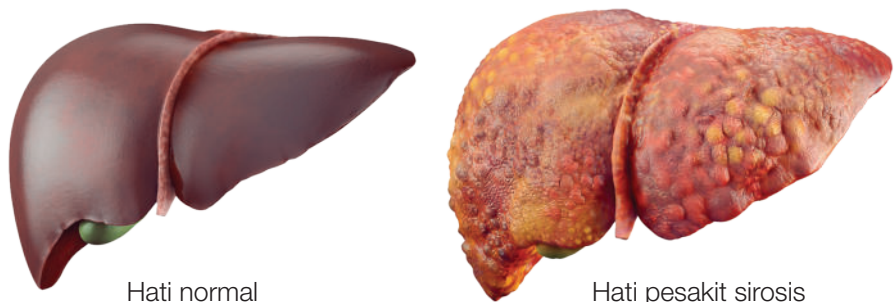
Glukosa yang berlebihan ditukarkan kepada glikogen untuk disimpan.

Lensa Biologi

Sirosis hati ialah sejenis penyakit hati yang disebabkan oleh faktor-faktor seperti minuman alkohol, bahan toksik dan hepatitis. Sel-sel hati digantikan oleh sel-sel parut yang boleh menyebabkan kegagalan fungsi hati. Hepatitis pula ialah penyakit radang hati yang disebabkan oleh jangkitan virus, bahan toksik ataupun tindak balas autoimun.

Zon Aktiviti

Jalankan kajian ilmiah tentang pelbagai fungsi hati dan hasilkan sebuah buku skrap.



GAMBAR FOTO 9.1 Hati normal dan hati pesakit sirosis

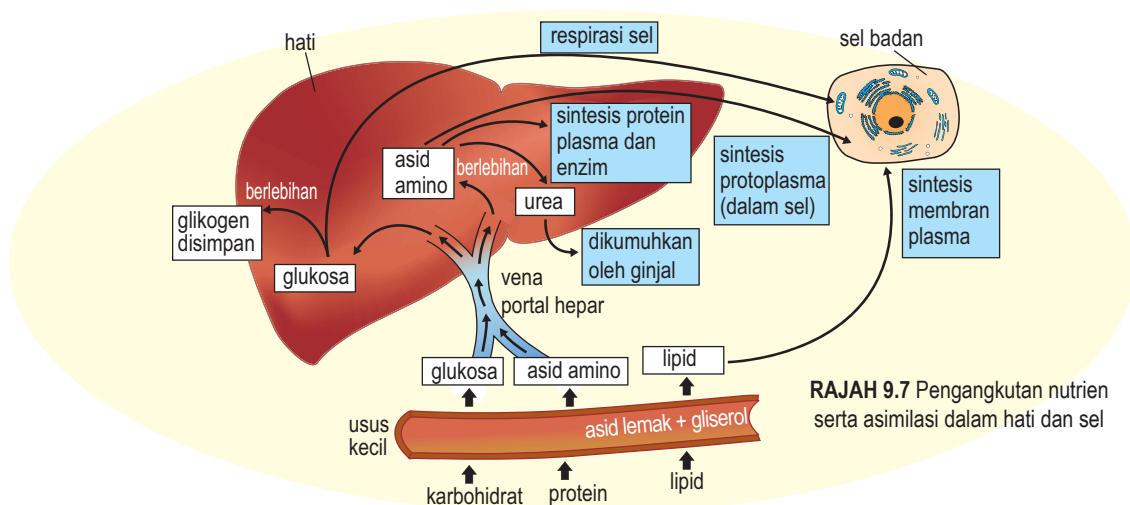
PROSES ASIMILASI DALAM HATI

ASID AMINO

- Hati mensintesis **protein plasma** dan **enzim** daripada asid amino.
- Asid amino berlebihan tidak boleh disimpan di dalam badan dan akan diuraikan oleh hati melalui proses **pendeaminan** untuk menjadi urea dan disingkirkan.
- Apabila bekalan glukosa tidak mencukupi, hati menukarkan asid amino kepada glukosa.

GLUKOSA

- Glukosa dalam hati digunakan untuk respirasi sel mengikut keperluan badan, dan selebihnya ditukarkan kepada glikogen dan disimpan di dalam hati.
- Apabila aras glukosa dalam darah menurun dan badan memerlukan tenaga, glikogen ditukar kepada glukosa.
- Apabila simpanan glikogen mencapai tahap maksimum, glukosa berlebihan ditukar menjadi lemak.



RAJAH 9.7 Pengangkutan nutrien serta asimilasi dalam hati dan sel

PROSES ASIMILASI DALAM SEL

ASID AMINO

- Asid amino digunakan untuk mensintesis **protoplasma** baharu dan juga **membaiki tisu** yang rosak.
- Asid amino digunakan untuk sintesis **hormon** dan **enzim**.

GLUKOSA

- Glukosa dioksidakan melalui **respirasi sel** untuk membebaskan tenaga, air dan karbon dioksida.
- Glukosa berlebihan disimpan sebagai **glikogen** dalam otot.
- Tenaga digunakan untuk proses sel seperti sintesis protein.

LIPID

- Lipid seperti **fosfolipid** dan **kolesterol** ialah komponen utama yang membina membran plasma.
- Lemak yang berlebihan disimpan dalam tisu adipos yang terdapat di bawah kulit sebagai tenaga simpanan.
- Dalam keadaan kekurangan glukosa, lemak dioksidakan untuk membebaskan tenaga.

Praktis Formatif 9.3



- 1 Nyatakan maksud asimilasi.
- 2 Terangkan fungsi hati dalam proses asimilasi makanan tercerna.

9.5

Penyahtinjaan

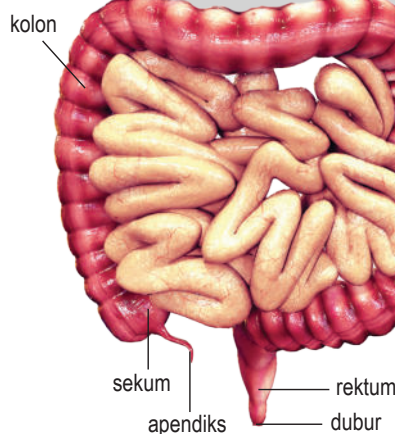
Fungsi usus besar

Lensa Biologi

Usus besar mempunyai satu populasi bakteria yang besar. Terdapat lebih 1000 spesies bakteria berbeza dalam usus besar dan keseimbangan antara bakteria berfaedah dengan yang kurang berfaedah amat penting bagi kesihatan dan persekitaran yang stabil dalam salur alimentari.

Selepas penyerapan nutrien di ileum selesai, makanan yang tidak tercerna, sel yang mati, sel epitelium, serat dan air memasuki usus besar dan bergerak dengan perlahan melalui tindakan peristalsis. Serat terdiri daripada selulosa dinding sel tumbuhan. Usus besar menjalankan dua fungsi utama:

- penyerapan air dan vitamin
- pembentukan tinja



RAJAH 9.8 Usus besar

PENYERAPAN AIR DAN VITAMIN

Bahan yang diserap ialah

- air dan garam mineral
- hasil sampingan metabolisme sesetengah bakteria, misalnya, vitamin B, K dan asid folik.

PEMBENTUKAN TINJA

- Setelah air diserap, sisa yang tinggal berupa separa pepejal disebut **tinja**. Tinja mengandungi sel-sel mati daripada lapisan dalam usus, bahan buangan seperti pigmen hempedu, bakteria dan bahan toksik.
- Dinding usus besar merembeskan mukus untuk melicinkan pergerakan tinja sehingga ke dubur. Tinja mengambil masa selama 12 hingga 24 jam untuk bergerak sebelum memasuki rektum.
- Tinja akan terus dikumpulkan dalam rektum sehingga tekanan dalam rektum meningkat dan menyebabkan keinginan untuk menyingkirkan tinja dari badan.
- Otot-otot rektum mengecut untuk mengeluarkan tinja dari dubur. Proses ini disebut **penyahtinjaan**.

Fikirkan!

Apakah kesan pengambilan antibiotik terhadap populasi bakteria dalam usus besar?

Praktis Formatif 9.4

- 1 Nyatakan fungsi utama usus besar.
- 2 Apakah bahan yang diserap di usus besar?



- 3 Terangkan kepentingan penyerapan air dan vitamin dalam usus besar.
- 4 Huraikan proses pembentukan tinja.

9.6

Gizi Seimbang

Nilai tenaga dalam sampel makanan

Gizi seimbang merujuk kepada gizi yang mengandungi kesemua tujuh kelas makanan (karbohidrat, lipid, protein, vitamin, garam mineral, serat dan air) dalam kadar yang betul dan kuantiti yang seimbang mengikut keperluan seseorang individu supaya kesihatan yang optimum dapat dipelihara.

Lensa Biologi

1 kalori (kal) = 4.2 joule (J)

1 kilojoule = 1000 joule

Merentas Bidang

$4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ merujuk kepada muatan haba tentu air, iaitu tenaga yang diperlukan untuk meningkatkan suhu 1 g air sebanyak $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

NILAI TENAGA

- **Nilai tenaga** ialah jumlah tenaga yang dibebaskan apabila satu gram makanan dioksidakan dengan lengkap.
- Nilai tenaga dalam makanan boleh diukur dalam bentuk tenaga haba iaitu dalam unit **kilojoule per gram (kJ g^{-1})**.
- Unit lain bagi tenaga haba ialah **kalori**.
- 1 kalori atau 4.2 joule ditakrifkan sebagai kuantiti tenaga haba yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 gram air sebanyak 1 darjah Celsius ($^{\circ}\text{C}$) pada tekanan 1 atmosfera.
- Nilai tenaga makanan (kJ g^{-1})

$$= \frac{\text{Jisim air (g)} \times 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \times \text{Peningkatan suhu air (}^{\circ}\text{C)}}{\text{Jisim sampel makanan (g)} \times 1000}$$

Aktiviti 9.4

Mengkaji nilai tenaga dalam sampel makanan

Eksperimen

Pernyataan masalah

Apakah sampel makanan yang mempunyai nilai tenaga paling tinggi?

Hipotesis

Kacang tanah mempunyai nilai tenaga yang lebih tinggi berbanding kacang gajus.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Jenis sampel makanan

Bergerak balas: Nilai tenaga sampel makanan

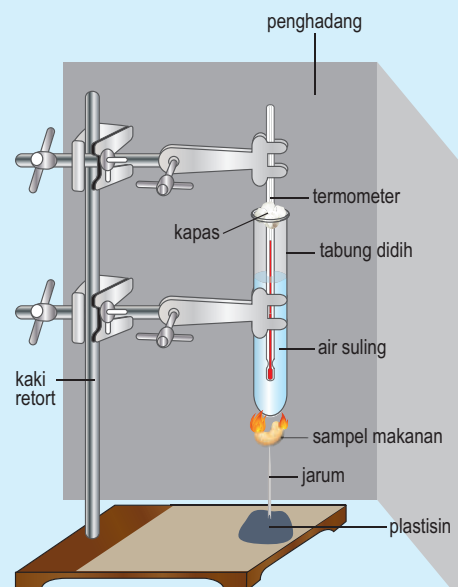
Dimalarkan: Jisim air

Bahan

Air suling, sampel makanan (kacang gajus, kacang tanah), kapas dan plastisin

Radas

Kaki retort berserta pengapit, termometer, tabung didih, jarum panjang, penimbang elektronik, penghadang, silinder penyukat dan penunu Bunsen



Prosedur

- 1 Timbang kacang gajus menggunakan penimbang elektronik dan catatkan jisimnya.
- 2 Sukat 20 ml air suling menggunakan silinder penyukat dan masukkan ke dalam tabung didih.
- 3 Apitkan tabung didih kepada kaki retort dan masukkan termometer.
- 4 Tetapkan kedudukan termometer dengan menggunakan kapas.
- 5 Rekodkan suhu awal air suling.
- 6 Cucukkan kacang gajus pada hujung jarum dan dirikan jarum menggunakan plastisin.
- 7 Letakkan penghadang di sekeliling susunan radas.
- 8 Nyalakan kacang gajus menggunakan penunu Bunsen dan letakkan di bawah tabung didih.
- 9 Kacau air dalam tabung didih perlahan-lahan dan catatkan suhu tertinggi air suling selepas kacang gajus habis terbakar.
- 10 Gantikan air di dalam tabung didih.
- 11 Ulang langkah 1 hingga 9 menggunakan kacang tanah.
- 12 Hitungkan nilai tenaga makanan bagi setiap sampel makanan menggunakan formula berikut.

$$\text{Nilai tenaga makanan (kJ g}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Jisim air (g)} \times 4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \times \text{Peningkatan suhu air (}^{\circ}\text{C)}}{\text{Jisim sampel makanan (g)} \times 1000}$$
- 13 Rekodkan keputusan dalam jadual.

Keputusan

Sampel makanan	Jisim sampel makanan (g)	Suhu awal air ($^{\circ}\text{C}$)	Suhu akhir air ($^{\circ}\text{C}$)	Kenaikan suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Nilai tenaga makanan (kJ g^{-1})
Kacang gajus					
Kacang tanah					

Perbincangan

- 1 Sampel makanan yang manakah menunjukkan nilai tenaga paling tinggi?
- 2 Nyatakan dua langkah berjaga-jaga semasa menjalankan eksperimen.
- 3 Bandingkan nilai tenaga sampel makanan daripada eksperimen dengan nilai tenaga mengikut teori. Adakah terdapat perbezaan? Jika ya, jelaskan sebabnya.

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan kesimpulan yang sesuai untuk eksperimen ini.

Kandungan vitamin C dalam jus buah-buahan atau sayur-sayuran

Kandungan nutrien dalam makanan yang berlainan adalah berbeza-beza. Misalnya, kandungan vitamin C dalam buah-buahan dan sayur-sayuran adalah berbeza-beza.

Aktiviti 9.5

Menentukan kandungan vitamin C dalam jus buah-buahan dan sayur-sayuran

Eksperimen

Pernyataan masalah

Jus buah atau jus sayur yang manakah mempunyai kandungan vitamin C paling tinggi?

Hipotesis

Jus oren mempunyai kandungan vitamin C yang paling tinggi berbanding dengan jus limau nipis dan jus lobak merah.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Jenis jus buah dan jus sayur

Bergerak balas: Isi padu jus buah atau jus sayur yang diperlukan untuk melunturkan larutan DCPIP

Dimalarkan: Kepekatan larutan DCPIP dan kepekatan larutan asid askorbik

Bahan

Jus oren, jus limau nipis dan jus lobak merah yang segar, larutan asid askorbik 0.1%, larutan DCPIP 1% dan air suling

Radas

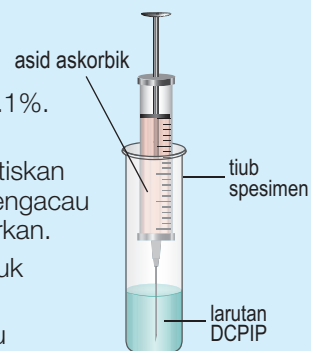
Picagari berjarum (1 ml dan 5 ml), pisau, bikar 50 ml, tiub spesimen, pengisar jus dan penapis

Prosedur

- Masukkan 1 ml larutan DCPIP 1% ke dalam satu tiub spesimen.
- Picagari berjarum 5 ml dipenuhkan dengan larutan asid askorbik 0.1%. Pastikan tiada gelembung udara terperangkap di dalamnya.
- Masukkan hujung picagari berjarum ke dalam tiub spesimen dan titiskan asid askorbik setitis demi setitis ke dalam larutan DCPIP sambil mengacau dengan perlahan-lahan sehingga warna biru larutan DCPIP dilunturkan.
- Rekodkan isi padu larutan asid askorbik 0.1% yang diperlukan untuk melunturkan warna biru larutan DCPIP.
- Ulang langkah 1 hingga 4 sebanyak 2 kali untuk mendapat isi padu purata bagi setiap jus berlainan.
- Rekodkan isi padu setiap jus dalam jadual yang disediakan.
- Hitungkan kepekatan vitamin C bagi setiap jus menggunakan formula berikut.

$$\text{Peratus vitamin C} = \frac{\text{isi padu larutan asid askorbik}}{\text{isi padu jus yang digunakan}} \times 0.1\%$$

$$\text{Kepekatan vitamin C (mg ml}^{-1}\text{)} = \frac{\text{isi padu asid askorbik}}{\text{isi padu jus yang digunakan}} \times 1.0$$



Keputusan

Larutan / Jus	Isi padu larutan/jus yang diperlukan untuk melunturkan warna larutan DCPIP (ml)				Kepekatan vitamin C (%)	Kepekatan vitamin C (mg ml ⁻¹)
	1	2	3	Purata		
Larutan asid askorbik 0.1%						0.1
Jus oren						
Jus limau nipis						
Jus lobak merah						



Perbincangan

- 1 Jus yang manakah menunjukkan kandungan vitamin C paling tinggi?
- 2 Mengapakah larutan asid askorbik piawai 0.1% digunakan?

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan kesimpulan yang sesuai untuk eksperimen ini.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kemerosotan kandungan vitamin C ialah suhu. Oleh itu, buah-buahan atau sayur-sayuran perlu disimpan pada julat suhu yang sesuai supaya kandungan vitamin C dapat dipelihara.

Aktiviti 9.6 Mengkaji kesan suhu terhadap kandungan vitamin C dalam jus oren

Eksperimen

Pernyataan masalah

Apakah suhu persekitaran yang paling sesuai untuk menyimpan jus buah oren?

Hipotesis

Jus oren yang disimpan dalam keadaan suhu persekitaran yang rendah mempunyai kandungan vitamin C yang paling tinggi.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Keadaan suhu persekitaran

Bergerak balas: Isi padu jus oren yang diperlukan untuk melunturkan larutan DCPIP

Dimalarkan: Isi padu larutan DCPIP

Bahan

Buah oren, larutan DCPIP 1% dan ais

Radas

Tiub specimen, pisau, picagari berjarum (1 ml dan 5 ml), bikar (50 ml dan 100 ml), penunu Bunsen, tungku kaki tiga, penapis dan kasa dawai

Prosedur

- 1 Sediakan jus oren sebanyak 60 ml.
- 2 Labelkan tiga bikar A, B dan C. Masukkan 20 ml jus oren ke dalam setiap bikar.
- 3 Rendamkan bikar A dalam ais, biarkan bikar B pada suhu bilik dan rendamkan bikar C dalam air mendidih selama 30 minit.
- 4 Selepas 30 minit, tentukan kandungan vitamin C dalam jus oren seperti dalam Aktiviti 9.5.
- 5 Hitungkan kepekatan vitamin C dalam jus oren bagi setiap suhu berlainan.

Keputusan

Rekodkan keputusan anda dalam jadual yang sesuai.

Perhatian!
Jangan biarkan jus terdedah terlampau lama untuk mengelakkan pengoksidaan.

Perbincangan

- 1 Adakah terdapat perbezaan kandungan vitamin C bagi jus oren pada suhu yang berlainan?
- 2 Apakah kesan suhu terhadap kandungan vitamin C dalam jus oren?
- 3 Berdasarkan keputusan, cadangkan cara terbaik untuk memastikan anda mendapat kandungan vitamin C yang tinggi daripada jus buah atau jus sayur.

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan kesimpulan yang sesuai untuk eksperimen ini.



GAMBAR FOTO 9.2

Sampel hidangan berpanduan
Pinggan Sihat Malaysia

Kerjaya Milenia



Pakar pemakanan ialah pakar dalam bidang nutrisi yang boleh memberi nasihat pakar mengenai diet yang sesuai bagi individu tertentu.

Zon Aktiviti



Rancang hidangan berdasarkan Pinggan Sihat Malaysia untuk individu yang berbeza seperti individu obes, penghidap kanser dan pesakit jantung.

Pengubahsuaian diet bagi individu tertentu

Gizi seimbang bagi setiap individu berubah mengikut gaya hidup, keadaan kesihatan dan keperluan nutrien khusus masing-masing. Setiap individu perlu membuat pilihan bijak berdasarkan panduan pemakanan. Contohnya, cadangan keperluan nutrien boleh berpanduan kepada **Pinggan Sihat Malaysia**. Pinggan Sihat Malaysia menggambarkan kuantiti relatif pelbagai kelas makanan dalam gizi seimbang (Gambar foto 9.2).

Pengambilan makanan berlebihan yang juga kaya dengan lemak tepu boleh menyebabkan masalah kesihatan seperti obesiti dan penyakit kardiovaskular.

Punca obesiti

Obesiti disebabkan oleh penyimpanan lemak berlebihan akibat ketidakseimbangan pengambilan makanan dan penggunaan tenaga.

Kesan obesiti

Individu yang obes perlu mengurangkan pengambilan karbohidrat dan lemak serta meningkatkan pengambilan sayur-sayuran dan buah-buahan. Sekiranya tidak, diet yang mengandungi lemak tepu berlebihan dan kolesterol yang tinggi mungkin menyebabkan diabetes melitus serta pelbagai penyakit kardiovaskular seperti aterosklerosis dan hipertensi yang seterusnya membawa kepada serangan jantung (penginfarkan miokardium) atau strok jika tidak dirawat.

Penghidap kanser yang sedang menjalani rawatan kanser, perlu mengubah suai diet agar memperoleh tenaga yang mencukupi, mengurangkan risiko jangkitan serta sembuh dengan lebih cepat.

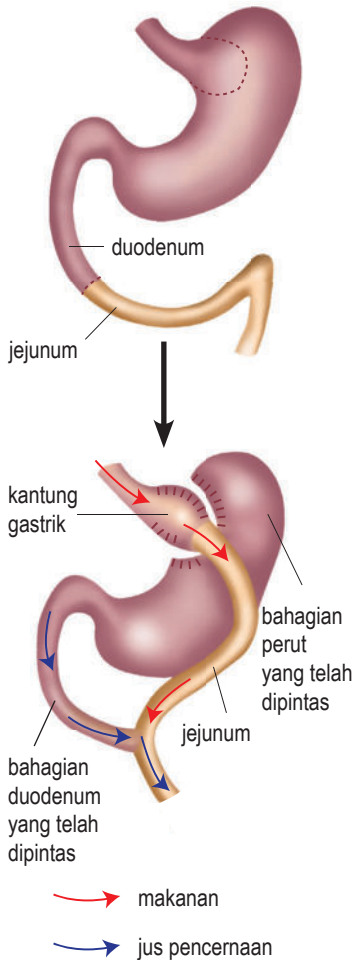
9.7

Isu kesihatan Berkaitan Sistem Pencernaan dan Tabiat Pemakanan

Pengubahsuaian organ pencernaan

Obesiti merupakan masalah kesihatan yang kian meningkat di seluruh dunia. Walaupun obesiti boleh dikawal melalui pengurusan diet dan program senaman rutin, namun kadangkala obesiti memerlukan rawatan perubatan. Doktor pakar mungkin mencadangkan prosedur pembedahan tertentu untuk mengurangkan berat badan, misalnya **pintasan gaster** (Rajah 9.9). Pintasan gaster melibatkan pengecilan saiz perut menggunakan pelbagai kaedah pembedahan.

Antara kesan sampingan jangka pendek pembedahan ini ialah refluks asid, mual, muntah-muntah, esofagus mengembang, tidak boleh makan beberapa jenis makanan dan risiko jangkitan. Kesan sampingan jangka panjang pula termasuklah pening-pening, aras gula darah rendah, malnutrisi, ulser perut dan masalah penyahtinjaan.



RAJAH 9.9 Pintasan gaster

Isu-isu kesihatan berkaitan penyahtinjaan

Kelas makanan yang paling penting dalam proses penyahtinjaan ialah **serat**. Pengambilan diet dengan kandungan serat yang tinggi seperti buah-buahan dan sayur-sayuran dapat memudahkan pergerakan tinja. Hal ini dapat mengelakkan masalah kesihatan seperti sembelit, kanser kolon, kanser rektum dan hemoroid.

Antara fungsi serat ialah:

- merangsang peristalsis
- menyerap dan menyingkirkan bahan toksik
- mengawal atur penyerapan glukosa terutamanya bagi pesakit diabetes melitus
- meningkatkan populasi bakteria berfaedah dalam usus besar

Selain itu, pengambilan air yang banyak dapat memastikan tinja sentiasa lembut dan mudah bergerak sepanjang usus besar untuk membantu proses penyahtinjaan.



9.7.1

9.7.2

Isu-isu kesihatan berkaitan tabiat pemakanan

Selain gizi seimbang, tabiat pemakanan juga memainkan peranan penting untuk memenuhi keperluan tenaga dan memelihara kesihatan kita. Tabiat pemakanan yang tidak baik dan gizi tidak seimbang boleh mengakibatkan pelbagai masalah kesihatan seperti gastritis, dismorfia otot, anoreksia nervosa dan bulimia nervosa.



GASTRITIS

Gastritis merujuk kepada keradangan dan kakisan lapisan epitelium perut oleh jus gaster apabila tiada makanan dalam perut. Gastritis yang tidak dirawat akan mengakibatkan ulser gaster. Punca gastritis termasuklah makan pada masa yang tidak tentu dan kuantiti yang berbeza-beza serta pengambilan alkohol atau ubat penahan sakit yang berlebihan.



BULIMIA NERVOSA

Bagi penghidap **bulimia nervosa** yang juga taksu dengan pengawalan berat badan, individu tersebut akan makan dengan banyak dan kemudian memuntahkannya atau mengambil laksatif yang menyebabkan cirit-birit. Sekiranya berterusan, pesakit akan mengalami penyahhidratan, masalah nutrisi dan seterusnya, menghidap penyakit kardiovaskular atau kerosakan ginjal.

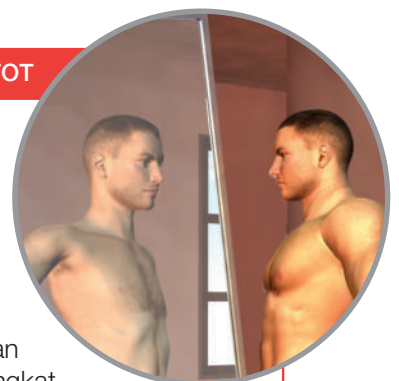
ANOREKSIA NERVOSA

Anoreksia nervosa agak lazim dalam kalangan remaja perempuan yang sering taksu dengan berat badan. Penghidap anoreksia akan mengelak daripada makan untuk mencapai berat badan idaman. Mereka mengalami gangguan psikologi serta masalah kekurangan nutrien kerana fungsi normal sistem pencernaan terjejas.



DISMORFIA OTOT

Sesetengah individu pula merasakan diri mereka bersaiz kecil dan tidak cukup pertumbuhan. Jadi, mereka akan mengamalkan angkat berat, menjalani latihan lasak dan bersenam secara berlebihan. Kadang-kadang, mereka mengambil steroid atau suplemen pembina otot. Isu kesihatan ini dikenali sebagai **dismorfia otot**.



Zon Aktiviti



Jalankan kajian kes tentang isu kesihatan berikut yang berkaitan tabiat pemakanan:

- diabetes jenis 2
- obesiti
- refluks asid
- pica

Praktis Formatif 9.5

1 Pada pendapat anda, mengapakah serat penting dalam proses penyahtinjaan. Terangkan jawapan anda.



2 Ramalkan kesan pengubahsuaian organ pencernaan seperti kaedah pintasan gaster terhadap kesihatan manusia.





Rumusan



Refleksi Kendiri

Adakah anda telah menguasai konsep penting berikut?

- Struktur sistem pencernaan manusia
- Mekanisme pencernaan
- Proses dan hasil pencernaan karbohidrat dalam mulut
- Proses dan hasil pencernaan protein dalam perut
- Pencernaan karbohidrat, protein dan lipid dalam usus kecil
- Penyesuaian ileum dan vilus dalam penyerapan makanan tercerna
- Asimilasi makanan tercerna dan fungsi hati
- Penyahtinjaan
- Gizi seimbang dan nilai tenaga dalam sampel makanan
- Pengubahsuaian diet bagi individu tertentu
- Isu kesihatan berkaitan sistem pencernaan dan tabiat pemakanan



Praktis Sumatif 9

1 Sesetengah orang tidak boleh minum susu kerana akan menghadapi masalah cirit-birit dan kembung perut. Jelaskan keadaan ini.



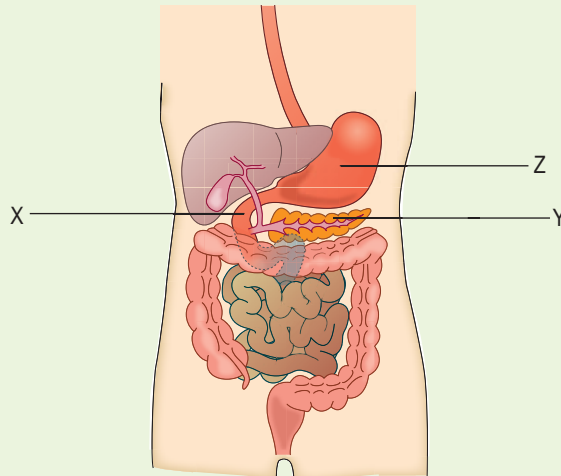
2 Amin makan daging untuk sajian tengah hari. Terangkan bagaimana protein dicernakan dalam perut Amin.

3 Seorang individu mempunyai tabiat pemakanan seperti berikut:

Makan dengan banyak dalam masa yang singkat diikuti oleh pemuntahan semula secara sengaja setiap kali selepas makan.

Terangkan bagaimana tabiat pemakanan ini mempengaruhi kesihatan individu tersebut.

4 Rajah 1 menunjukkan salur alimentari dalam manusia.



RAJAH 1

- (a) Namakan struktur X dan Y.
- (b) (i) Enzim di dalam X hanya efektif dalam keadaan beralkali. Terangkan bagaimana keadaan beralkali dapat dikekalkan di dalam X.
(ii) Terangkan bagaimana Y terlibat dalam pencernaan karbohidrat di X.
- (c) Namakan enzim yang terdapat di dalam Z. Terangkan bagaimana enzim tersebut berfungsi dalam pencernaan protein.
- (d) Seorang pelajar gemar makan buah oren dengan banyak. Terangkan kesan pemakanan terlalu banyak buah oren terhadap pencernaan kanji di X.



Soalan Esei

5 Huraikan proses-proses yang berlaku kepada molekul lemak bermula dari duodenum sehingga hasil akhirnya boleh digunakan oleh sel badan.

6 Seorang remaja makan hidangan berikut untuk sarapan pagi.

Roti bermentega – 2 keping	Susu segar – 1 gelas
Telur rebus – 2 biji	Epal – 1 biji

Huraikan apa yang berlaku kepada hasil-hasil akhir pencernaan makanan sarapan pagi dalam sel badan.

7 (a) Terangkan mengapa pengambilan diet yang mempunyai kandungan lemak yang tinggi tidak baik untuk kesihatan.



(b) Cadangkan jenis makanan yang sesuai untuk seseorang yang ingin mengurangkan berat badan dan mengurangkan risiko menghidap penyakit kardiovaskular. Terangkan jawapan anda.

(c) Huraikan proses pencernaan, penyerapan dan asimilasi kanji dalam badan manusia.

Sudut Pengayaan

8 Ubat dalam bentuk kapsul tidak diuraikan di dalam perut tetapi diserap dengan mudah oleh usus kecil. Apabila sampel darah pesakit diambil dan dianalisis, didapati bentuk struktur molekul ubat ini adalah berlainan daripada bentuk struktur molekul asalnya. Jelaskan mengapa.



9 Bagaimanakah minuman yang ditambah pemanis tiruan dihasilkan dalam pasaran?



10 Pada masa kini, makanan siap saji atau sejuk beku menjadi pilihan ramai individu disebabkan gaya hidup yang sibuk dan sentiasa kesuntukan masa. Ramalkan kemungkinan risiko kesihatan yang timbul sekiranya jenis makanan ini diambil secara berterusan dan dalam kuantiti yang banyak.

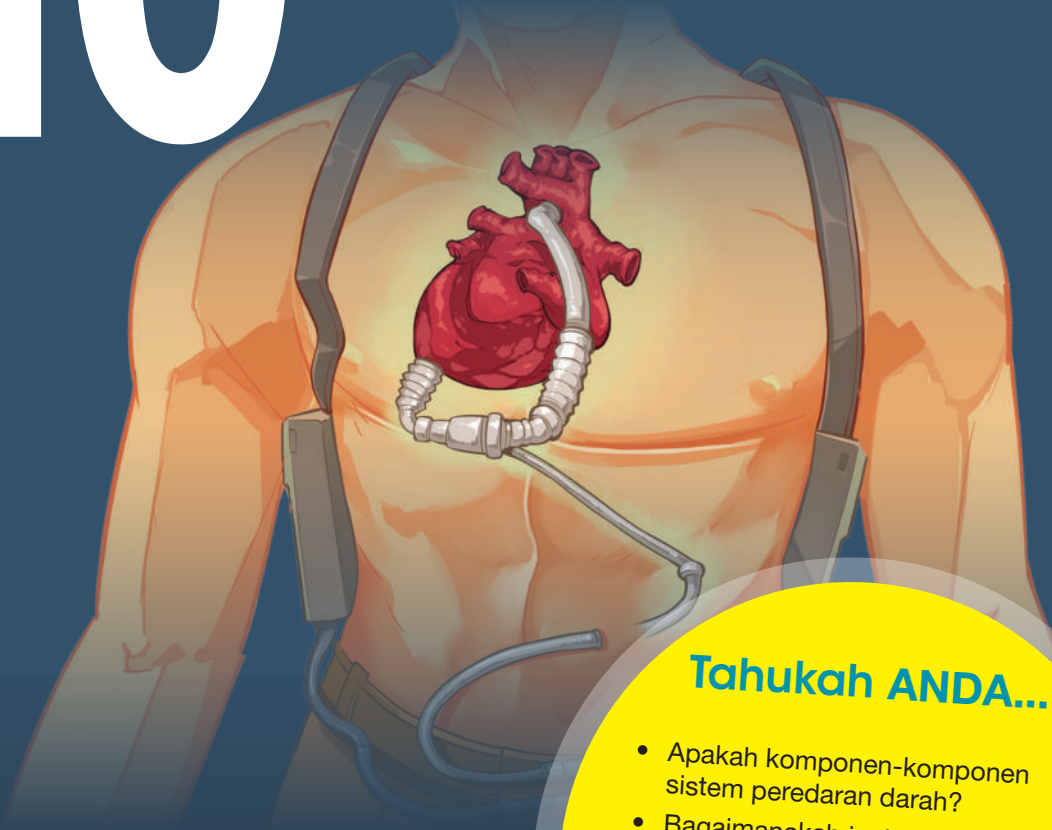


Jawapan lengkap boleh didapati dengan mengimbas kod QR yang disediakan

BAB

10

Pengangkutan dalam Manusia dan Haiwan



***Apakah jantung
mekanikal?***

Tahukah ANDA...

- Apakah komponen-komponen sistem peredaran darah?
- Bagaimanakah jantung mengepam darah?
- Bagaimanakah sistem limfa mengembalikan bendalir tisu ke dalam sistem peredaran darah?
- Apakah isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem peredaran dan sistem limfa manusia?

10.1 Jenis Sistem Peredaran

- 10.1.1 Mewajarkan keperluan sistem pengangkutan dalam organisma multisel kompleks.
- 10.1.2 Mengenal pasti bahan yang diangkut oleh sistem pengangkutan: • bahan keperluan sel • bahan buangan sel
- 10.1.3 Mengkonsepsikan jenis sistem peredaran dalam organisma multisel:
 - terbuka • tertutup
- 10.1.4 Membanding dan membezakan antara sistem peredaran dalam organisma multisel: • serangga • ikan • amfibia • manusia

10.2 Sistem Peredaran Manusia

- 10.2.1 Memeriksa komponen sistem peredaran manusia:
 - jantung • salur darah • darah
- 10.2.2 Menerangkan komposisi darah:
 - plasma • sel darah
- 10.2.3 Membanding dan membezakan antara jenis salur darah:
 - arteri • vena • kapilari
- 10.2.4 Melabel struktur jantung manusia dan salur darah berkaitan: • aorta • vena kava • arteri pulmonari dan vena pulmonari • arteri koronari dan vena koronari • injap sabit • injap bikuspid dan injap trikuspid • septum
- 10.2.5 Memeriksa fungsi bahagian jantung.

10.3 Mekanisme Denyutan Jantung

- 10.3.1 Memeriksa mekanisme denyutan jantung manusia:
 - nodus sinoatrium (perentak jantung) • nodus atrioventrikel • berkas His • gentian Purkinje
- 10.3.2 Berkomunikasi tentang daya yang menyebabkan peredaran darah dalam manusia: • pengepaman jantung • pengecutan otot rangka

10.4 Mekanisme Pembekuan Darah

- 10.4.1 Mewajarkan keperluan mekanisme pembekuan darah.
- 10.4.2 Memeriksa mekanisme pembekuan darah.
- 10.4.3 Memeriksa isu kesihatan yang berkaitan dengan pembekuan darah: • trombotik • embolisme • hemofilia

10.5 Kumpulan Darah Manusia

- 10.5.1 Memeriksa kumpulan darah ABO.
- 10.5.2 Menghubung kait kumpulan darah ABO dengan pendermaan darah.
- 10.5.3 Memeriksa faktor Rhesus.
- 10.5.4 Menaakul faktor Rhesus yang tidak sepadan terhadap kehamilan.

10.6 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Peredaran Manusia

- 10.6.1 Mewajarkan keperluan sistem peredaran yang sihat.
- 10.6.2 Berkomunikasi tentang penyakit kardiovaskular.

10.7 Sistem Limfa Manusia

- 10.7.1 Mensintesis proses pembentukan bendalir tisu dan limfa.
- 10.7.2 Membanding dan membezakan antara kandungan limfa dengan:
 - bendalir tisu • darah
- 10.7.3 Menghuraikan komponen sistem limfa: • limfa • kapilari limfa • salur limfa • nodus limfa • organ limfa
- 10.7.4 Mewajarkan keperluan sistem limfa
 - pelengkap kepada sistem peredaran darah
 - pengangkutan bahan larut lemak
 - pertahanan badan

10.8 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Limfa Manusia

- 10.8.1 Memeriksa isu kesihatan berkaitan sistem limfa.

10.1

Jenis Sistem Peredaran

Keperluan sistem pengangkutan organisma multisel kompleks

Setiap sel hidup memerlukan **bahan keperluan sel** seperti oksigen dan nutrien dan menyingkirkan **bahan buangan sel** seperti karbon dioksida dan bahan kumuh bernitrogen.

Dalam Bab 2, anda telah mempelajari bagaimana organisma unisel seperti *Amoeba* sp. memperoleh bahan keperluan dan menyingkirkan bahan buangan secara resapan dari dan ke persekitaran luar. Organisma unisel mempunyai isi padu badan yang kecil. Maka, nisbah jumlah luas permukaan kepada isi padu (JLP/I) organisma adalah besar. Oleh itu, *Amoeba* sp. tidak memerlukan satu sistem pengangkutan yang khusus untuk mengangkut bahan masuk dan keluar sel.

Bagaimana pula dengan organisma multisel? Bolehkah organisma multisel mendapat semua bahan keperluan sel dan menyingkirkan bahan kumuh melalui resapan ringkas seperti organisma unisel?

Organisma multisel kompleks bersaiz besar tidak boleh memperoleh bahan keperluan dan menyingkirkan bahan buangan secara resapan kerana JLP/I organisma tersebut adalah kecil. Jarak persekitaran luar dari sel pula adalah terlalu jauh untuk pertukaran bahan secara langsung. Jadi, bagaimanakah organisma multisel kompleks memperoleh bahan keperluan sel?

Pertukaran bahan boleh berlaku secara resapan kerana sel berada dalam persekitaran.



persekitaran luar

RAJAH 10.1 Pertukaran bahan bagi organisma unisel

persekitaran luar terletak jauh dari sel

epidermis



Pertukaran bahan tidak boleh berlaku secara resapan kerana sel terletak terlalu jauh dari persekitaran.

sel badan

RAJAH 10.2
Pertukaran bahan bagi organisma multisel

Untuk mengatasi masalah ini, organisma multisel mempunyai **sistem pengangkutan** dalaman. Dalam vertebrata, sistem pengangkutan ini dikenali sebagai **sistem peredaran darah**.

Sebelum mengkaji sistem peredaran darah dengan lebih lanjut, jalankan eksperimen untuk mengkaji kesan perubahan JLP/I terhadap kadar resapan.



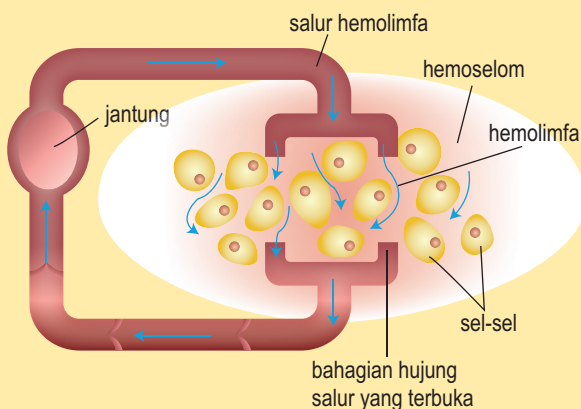
Aktiviti: Mengkaji kesan perubahan nisbah jumlah luas permukaan kepada isi padu (JLP/I) terhadap kadar resapan.

Jenis-jenis sistem peredaran dalam organisma multisel

Sistem peredaran organisma multisel dibahagi kepada dua jenis: **sistem peredaran terbuka** dan **sistem peredaran tertutup**.

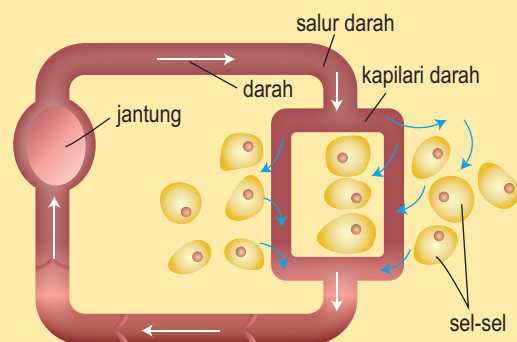
SISTEM PEREDARAN TERBUKA

- Dalam sistem peredaran terbuka, hemolimfa mengalir masuk terus ke dalam rongga badan (**hemoselom**) dan membasahi sel-sel.
- **Hemolimfa** ialah cecair bernutrien menyerupai darah yang terdapat dalam kebanyakan invertebrata seperti serangga dan moluska.



SISTEM PEREDARAN TERTUTUP

- Dalam sistem peredaran tertutup, darah sentiasa terkandung dalam salur darah tertutup yang berterusan dan diedarkan ke seluruh badan.
- Pertukaran bahan keperluan sel seperti oksigen dan nutrien berlaku merentasi dinding kapilari darah.

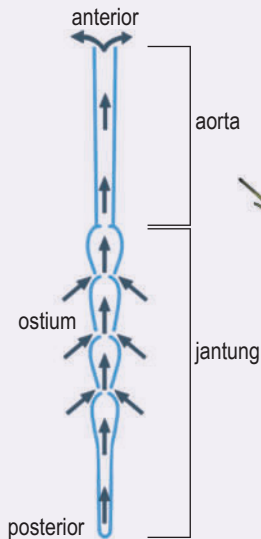


SISTEM PEREDARAN

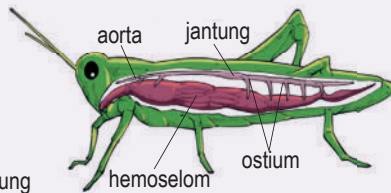
SISTEM PEREDARAN TERBUKA

Sistem Peredaran Serangga

- Sistem peredaran dalam serangga ialah **sistem peredaran terbuka**. Ini bermaksud satu atau lebih jantung mengepam hemolimfa melalui salur darah ke dalam hemoselom.
- Hemolimfa mengalir keluar dari jantung ke dalam hemoselom apabila jantung mengecut.
- Di hemoselom, pertukaran bahan antara hemolimfa dan sel badan berlaku secara resapan.
- Apabila jantung mengendur, hemolimfa mengalir kembali ke jantung melalui liang seni yang disebut **ostium**.



RAJAH 10.3 Pandangan dorsal jantung serangga



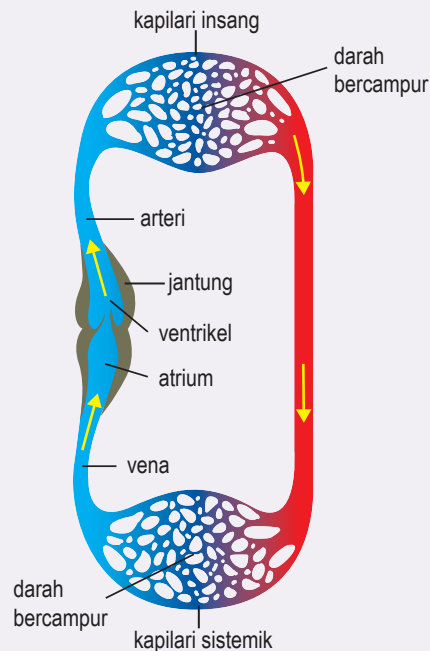
RAJAH 10.4 Sistem peredaran terbuka serangga

Petunjuk:

- darah beroksigen
- darah terdeoksigen
- darah bercampur

Sistem Peredaran Ikan

- Jantung ikan mempunyai dua ruang iaitu satu atrium dan satu ventrikel.
- Darah yang meninggalkan ventrikel akan dipam ke dalam kapilari insang bagi membolehkan pertukaran gas berlaku.
- Kapilari insang mengalirkan darah ke dalam salur darah yang mengangkut darah beroksigen ke **kapilari sistemik**.
- Dalam kapilari sistemik, oksigen meresap ke dalam tisu manakala karbon dioksida meresap dari tisu ke dalam kapilari.
- Darah terdeoksigen kemudian kembali ke atrium jantung melalui vena.
- Oleh sebab darah mengalir dalam satu hala, maka sistem peredaran ikan dikenali sebagai **sistem peredaran tunggal**.

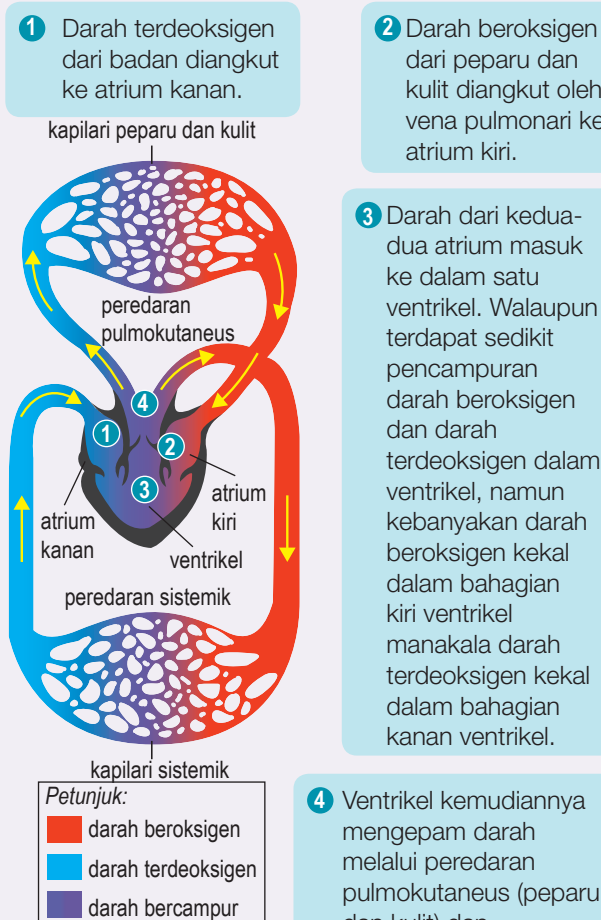


RAJAH 10.5 Sistem peredaran darah ikan

SISTEM PEREDARAN TERTUTUP

Sistem Peredaran Amfibia

- Amfibia mempunyai jantung yang terdiri daripada tiga ruang iaitu dua atrium dan satu ventrikel. Berbeza dengan peredaran tunggal ikan, darah mengalir dalam dua peredaran: **peredaran pulmokutaneus** dan **peredaran sistemik**. Oleh itu, sistem ini dikenali sebagai **sistem peredaran ganda dua**.
- Amfibia dikatakan mempunyai sistem peredaran ganda dua yang tidak lengkap kerana darah terdeoksigen dan darah beroksigen bercampur.
- Peredaran pulmokutaneus mengangkut darah ke paru-paru dan kulit dan pertukaran gas berlaku di sini. Peredaran sistemik mengangkut darah beroksigen ke tisu badan dan mengembalikan darah terdeoksigen ke atrium kanan melalui vena.



RAJAH 10.6 Sistem peredaran darah amfibia

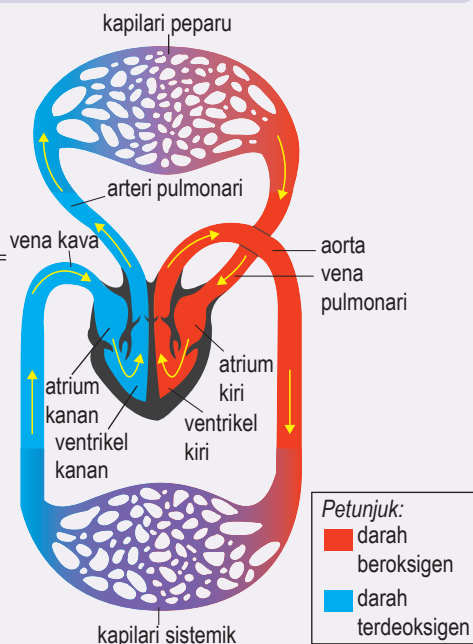
10.1.4

Sistem Peredaran Manusia

- Manusia mempunyai jantung yang terdiri daripada empat ruang: dua atrium dan dua ventrikel yang terpisah sepenuhnya.
- Manusia mempunyai sistem peredaran ganda dua. Ini bermaksud dalam satu kitar peredaran yang lengkap, darah mengalir dalam salur darah menerusi jantung sebanyak dua kali. Oleh kerana terdapat dua peredaran yang berbeza, manusia dikatakan mempunyai **sistem peredaran ganda dua yang lengkap** kerana darah terdeoksigen dan darah beroksigen tidak bercampur.

Peredaran pulmonari

- Darah terdeoksigen diangkut melalui arteri pulmonari ke paru-paru untuk pertukaran gas.
- Darah beroksigen dari paru-paru kembali ke atrium kiri dan mengalir ke dalam ventrikel kiri.



Peredaran sistemik

- Darah dipam dari jantung ke semua tisu badan melalui aorta.
- Kemudian darah terdeoksigen kembali ke atrium kanan melalui vena kava.

RAJAH 10.7 Sistem peredaran darah manusia

JADUAL 10.1 Persamaan dan perbezaan antara sistem peredaran dalam organisma multisel

Persamaan				
Sistem peredaran terdapat dalam semua organisma multisel.				
Sistem peredaran mempunyai jantung untuk mengepam darah atau hemolimfa (di dalam serangga).				
Sistem peredaran berfungsi mengangkut nutrien dan bahan buangan.				
Jantung mempunyai injap yang memastikan pengaliran darah sehalu.				
Perbezaan				
Organisma	Serangga	Ikan	Amfibia	Manusia
Jenis sistem peredaran	Sistem peredaran darah terbuka	Sistem peredaran darah tertutup	Sistem peredaran darah tertutup	Sistem peredaran darah tertutup
Bilangan peredaran	–	Tunggal (darah mengalir di dalam salur darah dan melalui jantung sekali sahaja dalam satu peredaran lengkap)	Ganda dua (darah mengalir di dalam salur darah dan melalui jantung sebanyak dua kali dalam satu peredaran lengkap)	Ganda dua (darah mengalir di dalam salur darah dan melalui jantung sebanyak dua kali dalam satu peredaran lengkap)
Bilangan ruang jantung	Jantung terdiri daripada banyak segmen ruang	Dua (satu atrium dan satu ventrikel)	Tiga (dua atrium dan satu ventrikel)	Empat (dua atrium dan dua ventrikel)
Pengasingan darah beroksigen dengan darah terdeoksigen	–	–	Tidak lengkap (darah beroksigen bercampur sedikit dengan darah terdeoksigen di dalam ventrikel)	Lengkap (darah beroksigen tidak bercampur dengan darah terdeoksigen di dalam ventrikel)

Praktis Formatif 10.1

1 Nyatakan dua perbezaan antara sistem peredaran ikan dengan manusia.

2 Terangkan mengapa sistem peredaran darah amfibia dianggap sebagai sistem peredaran darah tertutup dan tidak lengkap.



3 Cacing pipih merupakan organisma multisel. Namun, cacing pipih tidak memerlukan satu sistem pengangkutan yang khusus untuk mengangkut bahan masuk dan keluar dari sel. Terangkan mengapa.



4 Terangkan mengapa serangga memerlukan satu sistem berasingan (iaitu sistem trakea) untuk mengangkut oksigen.



10.2

Sistem Peredaran Manusia

Sistem peredaran manusia mempunyai tiga komponen utama.

- **Darah:** Sejenis tisu penghubung yang terdiri daripada plasma, sel darah dan platlet. Darah bertindak sebagai medium pengangkutan.
- **Jantung:** Berfungsi sebagai pam berotot yang mengedarkan darah ke seluruh badan.
- **Salur darah:** Terdiri daripada arteri, kapilari dan vena yang dihubungkan kepada jantung dan mengangkut darah ke seluruh tisu badan.

Inovasi Malaysia



Sekumpulan penyelidik di Malaysia telah menghasilkan peranti myThrob yang boleh dimanfaatkan sebagai alat pintar pemeriksaan dan pemantauan penyakit jantung. Peranti myThrob mengkaji algoritma asli yang dapat mengesan denyutan jantung tidak normal dan sesuai dipakai untuk pemantauan di rumah.

Struktur jantung

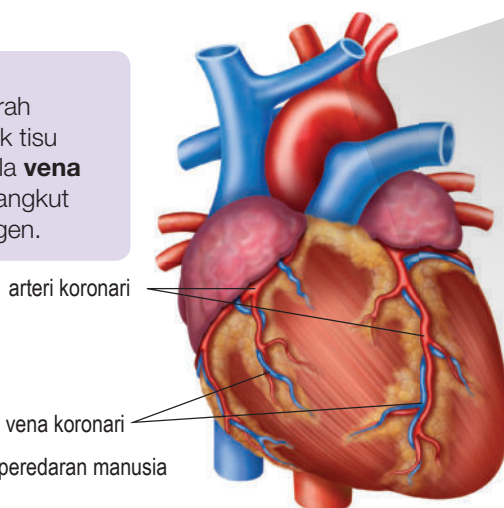
Tahukah anda jantung anda sebesar satu genggam tangan? Jantung terletak di antara paru-paru dalam rongga toraks dan mengandungi empat ruang iaitu **atrium kiri**, **atrium kanan**, **ventrikel kiri** dan **ventrikel kanan**. Ruang di sebelah kiri dipisahkan daripada ruang di sebelah kanan oleh dinding berotot yang disebut **septum**.

Atrium menerima darah yang kembali ke jantung manakala ventrikel mengepam darah keluar daripada jantung. Ventrikel mempunyai dinding yang lebih tebal dan mengecut lebih kuat daripada atrium.

Dinding berotot ventrikel kiri adalah lebih tebal daripada dinding berotot ventrikel kanan. Hal ini berlaku kerana ventrikel kiri perlu menjana tekanan yang lebih besar untuk mengepam darah keluar dari aorta ke seluruh badan manakala ventrikel kanan hanya perlu mengepam darah ke paru-paru.

Arteri koronari

mengangkut darah beroksigen untuk tisu jantung manakala **vena koronari** mengangkut darah terdeoksigen.

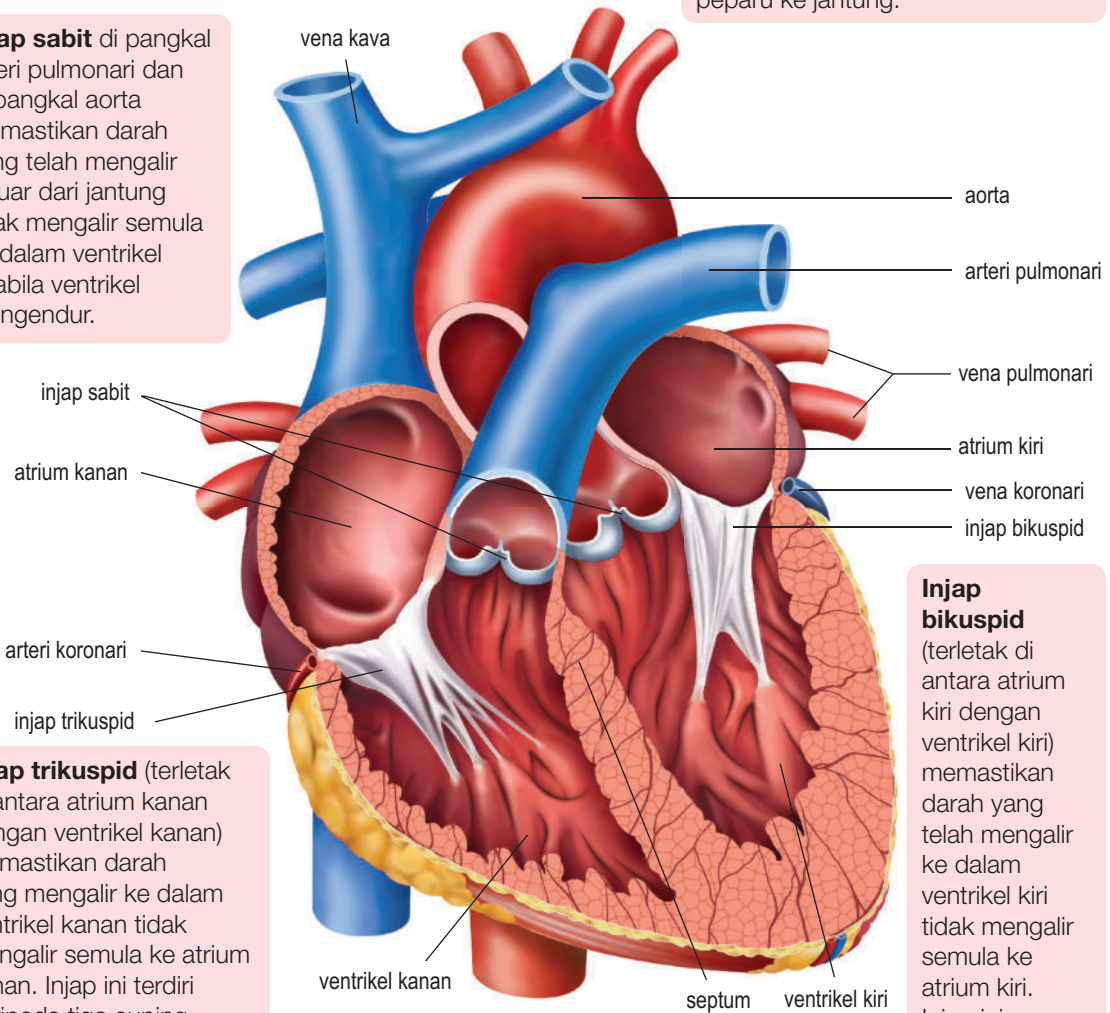


RAJAH 10.8 Sistem peredaran manusia

Aorta merupakan arteri darah utama yang mengangkut darah beroksigen ke seluruh badan manakala **vena kava** merupakan vena utama yang mengangkut darah terdeoksigen kembali ke jantung.

Arteri pulmonari mengangkut darah terdeoksigen dari jantung ke paru-paru manakala **vena pulmonari** mengangkut darah beroksigen dari paru-paru ke jantung.

Injap sabit di pangkal arteri pulmonari dan di pangkal aorta memastikan darah yang telah mengalir keluar dari jantung tidak mengalir semula ke dalam ventrikel apabila ventrikel mengendur.



Injap trikuspid (terletak di antara atrium kanan dengan ventrikel kanan) memastikan darah yang mengalir ke dalam ventrikel kanan tidak mengalir semula ke atrium kanan. Injap ini terdiri daripada tiga cuping.

Injap bikuspid (terletak di antara atrium kiri dengan ventrikel kiri) memastikan darah yang telah mengalir ke dalam ventrikel kiri tidak mengalir semula ke atrium kiri. Injap ini terdiri daripada dua cuping.

Septum berfungsi memisahkan bahagian jantung kiri daripada bahagian jantung kanan dan memastikan darah beroksigen tidak bercampur dengan darah terdeoksigen.

Fikirkan!



Apakah yang akan berlaku kepada seseorang individu sekiranya injap bikuspid jantungnya tidak tutup sepenuhnya ketika ventrikel mengendur?

RAJAH 10.9 Keratan membujur jantung manusia



Video: Animasi pergerakan injap jantung
(Dicapai pada 21 Ogos 2019)

Komposisi darah manusia

Darah manusia terdiri daripada 55% plasma dan 45% komponen sel. **Plasma** ialah medium pengangkutan dalam badan. Komponen sel darah terdiri daripada **sel darah merah** atau **eritrosit**, **platlet** dan **sel darah putih** atau **leukosit** (Gambar foto 10.1 dan 10.2).

Lensa Biologi

Larutan kimia *perfluorocarbon* (PFC) berpotensi digunakan sebagai darah buatan. Kajian menunjukkan PFC mempunyai keupayaan seperti darah untuk mengangkut oksigen dan karbon dioksida.



Plasma (membentuk 55% daripada isi padu darah)

Leukosit dan platlet (kurang 1% daripada isi padu darah)

Eritrosit (membentuk 45% daripada isi padu darah)

eritrosit

platlet

leukosit

GAMBAR FOTO 10.1 Komponen utama darah

GAMBAR FOTO 10.2

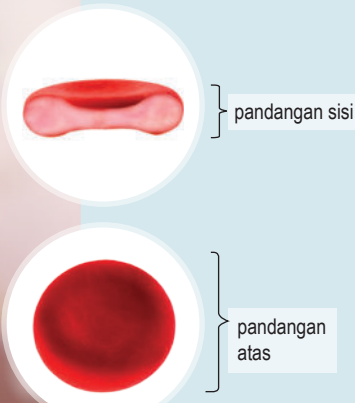
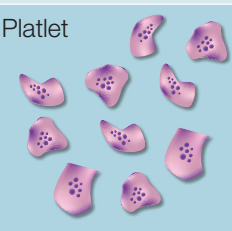
Struktur komponen utama darah

JADUAL 10.2 Komponen plasma darah dan fungsi utama setiap komponen

Komponen	Fungsi utama
Air	Plasma darah terdiri daripada 90% air. Air merupakan medium pengangkutan dan pelarut bagi gas respirasi, ion, hasil pencernaan dan bahan perkumuhan.
Protein plasma	- Fibrinogen berfungsi dalam pembekuan darah. - Albumin mengawal tekanan osmosis darah. - Globulin ialah sejenis antibodi yang terlibat dalam pertahanan badan.
Bahan terlarut – nutrien seperti glukosa, bahan buangan seperti urea, serta gas respirasi	- Nutrien adalah penting untuk tenaga, pertumbuhan dan pengekalan kesihatan. - Bahan buangan ialah bahan toksik yang perlu disingkirkan daripada badan. - Gas oksigen diperlukan dalam respirasi sel.
Hormon dan enzim	Hormon mengawal aktiviti fisiologi dalam badan. Enzim pula terlibat dalam proses metabolisme sel.

Jadual 10.3 menunjukkan ciri dan fungsi bagi setiap jenis sel darah.

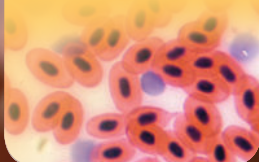
JADUAL 10.3 Ciri dan fungsi sel darah

Jenis sel darah	Ciri	Fungsi
Eritrosit (sel darah merah)  pandangan sisi pandangan atas RAJAH 10.10 Struktur eritrosit	- Mempunyai membran plasma yang kenyal - Bentuk cakera dwicekung membolehkan JLP/I yang besar bagi pertukaran gas respirasi berlaku dengan cekap - Tidak mempunyai nukleus pada peringkat matang supaya lebih banyak hemoglobin dapat dimuatkan di dalamnya - Dihasilkan dalam sumsum tulang seperti sternum dan tulang rusuk - Boleh hidup bagi tempoh 120 hari dan dimusnahkan dalam hati atau limpa melalui proses fagositosis	- Setiap eritrosit mengandungi hemoglobin iaitu pigmen merah yang menyebabkan darah berwarna merah. - Hemoglobin mengandungi kumpulan hem. Kumpulan hem mengandungi atom ferum yang merupakan tapak penggabungan oksigen. - Hemoglobin berpadu dengan oksigen untuk membentuk oksihemoglobin dalam keadaan tekanan separa oksigen yang tinggi. - Oksihemoglobin akan membebaskan oksigen di tisu atau sel apabila tekanan separa oksigen adalah rendah.
Platlet  RAJAH 10.11 Platlet	- Platlet terhasil daripada serpihan atau cebisan sitoplasma sel yang berasal daripada sumsum tulang. - Tempoh hayat lebih kurang satu minggu.	Terlibat dalam proses pembekuan darah

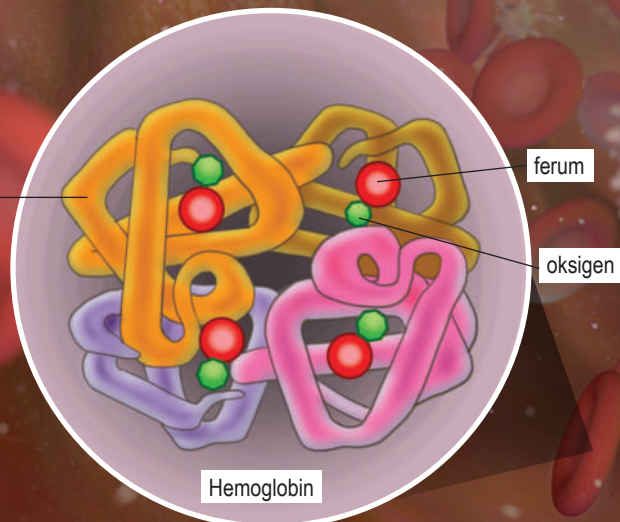
Fikirkan!

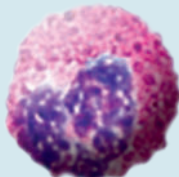
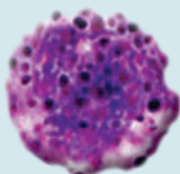
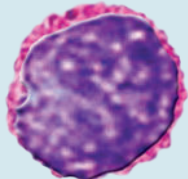


Sel darah merah katak mempunyai nukleus dan bersaiz lebih besar daripada sel darah merah manusia. Apakah kebaikan dan keburukan mempunyai sel darah merah bernukleus?



polipeptida

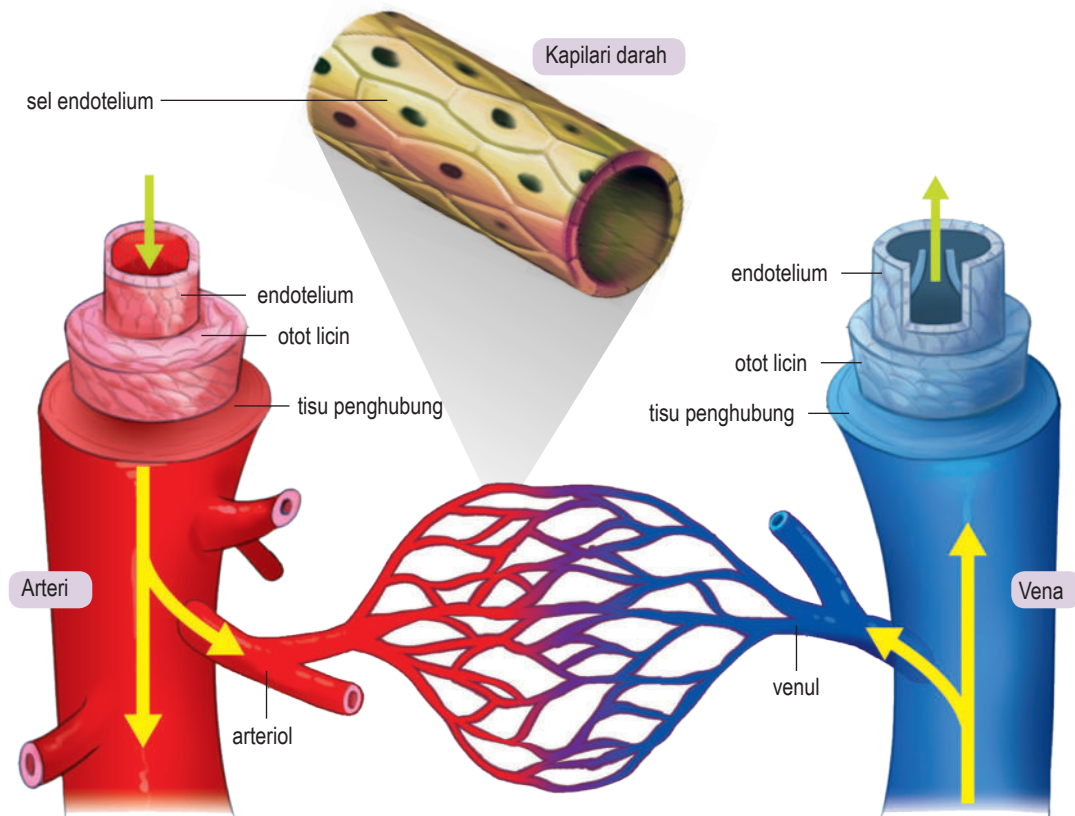


Jenis sel darah		Ciri dan fungsi	
Leukosit (sel darah putih)		• Bentuk tidak tetap dan berubah-ubah • Mempunyai nukleus • Tidak mempunyai hemoglobin • Dihasilkan dalam sumsum tulang • Tempoh hayat kurang daripada lima hari • Leukosit boleh meresap keluar liang kapilari dan melawan patogen dalam bendalir tisu. Terbahagi kepada dua jenis iaitu granulosit (bergranul) dan agranulosit (tidak bergranul). • Granulosit termasuk neutrofil, eosinofil dan basofil. Agranulosit termasuk limfosit dan monosit.	
L E U K O S I T	Granulosit		
	Neutrofil • Nukleus terdiri daripada dua hingga lima cuping • Menelan sel bakteria dan sel atau tisu yang mati akibat luka secara fagositosis	Eosinofil • Nukleus terdiri daripada dua cuping • Membebaskan enzim yang melawan keradangan dan tindak balas alergi	Basofil • Bilangan basofil paling rendah dalam darah. • Mengandungi heparin yang mencegah pembekuan darah
			
	Agranulosit		
	Limfosit • Mempunyai nukleus yang sangat besar dengan sitoplasma yang sedikit • Menghasilkan antibodi untuk memusnahkan bakteria dan virus yang memasuki badan • Juga boleh menghasilkan antitoksin terhadap toksin yang dihasilkan oleh bakteria atau virus	Monosit • Leukosit yang paling besar • Nukleus berbentuk bujur • Menelan bakteria serta sel atau tisu mati secara fagositosis	

GAMBAR FOTO 10.3 Fotomikrograf leukosit

GAMBAR FOTO 10.3 Fotomikrograf leukosit

Salur darah manusia



RAJAH 10.12 Hubungan antara arteri, kapilari darah dan vena

ARTERI

Arteri ialah salur darah yang mengangkut darah keluar dari jantung. Fungsi arteri adalah untuk mengangkut darah dengan cepat pada tekanan yang tinggi ke tisu.

Darah dalam arteri mengalami tekanan tinggi kerana tindakan mengepam jantung.

Aorta ialah arteri utama yang meninggalkan jantung. Arteri mengembang apabila menerima darah yang keluar dari jantung. Jadi, dinding arteri yang kenyal menghalang arteri daripada pecah akibat darah bertekanan tinggi yang mengalir melaluinya.

Arteri bercabang menjadi salur kecil yang disebut **arteriol** apabila sampai ke tisu badan. Arteriol terus bercabang dan berakhir dengan kapilari. Himpunan kapilari disebut **jaringan kapilari**.

KAPILARI DARAH

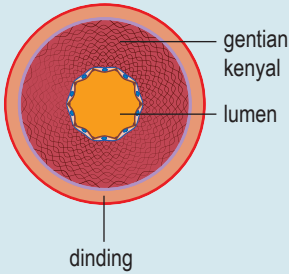
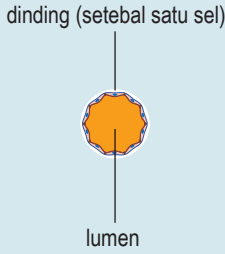
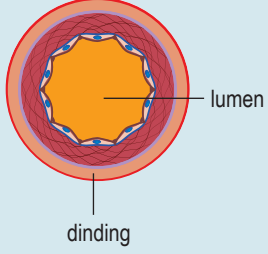
Kapilari ialah salur darah yang berdinding nipis, setebal satu sel. Kapilari darah membenarkan pertukaran gas berlaku antara darah dan sel melalui resapan. Nutrien, bahan buangan dan hormon meresap melalui kapilari darah.

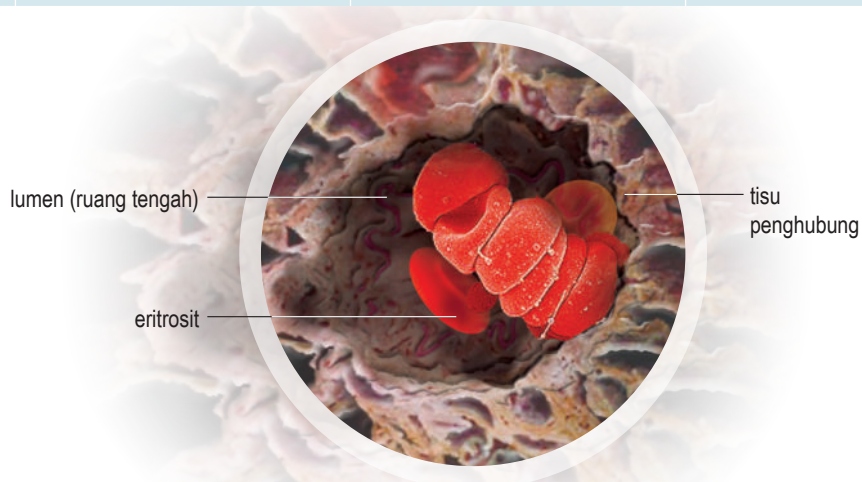
VENA

Kapilari-kapilari bercantum semula membentuk salur yang lebih besar iaitu **venul**. Venul-venul bercantum membentuk **vena** yang membawa darah kembali ke jantung.

Vena kava ialah vena utama yang membawa darah terdeoksigen kembali ke jantung. Perbezaan antara arteri, kapilari dan vena diberikan di dalam Jadual 10.4.

JADUAL 10.4 Perbezaan antara arteri, kapilari dan vena

Ciri	Arteri	Kapilari	Vena
Dinding	Dinding tebal, berotot dan kenyal 	Dinding setebal satu sel, tidak berotot dan tidak kenyal 	Dinding nipis, kurang berotot dan kurang kenyal 
Lumen	Kecil	Sangat kecil	Besar
Injap	Tiada injap kecuali injap sabit di pangkal aorta dan di pangkal arteri pulmonari	Tiada	Mempunyai injap untuk mengekalkan aliran darah sehalu
Tekanan darah	Tinggi	Rendah	Sangat rendah
Arah aliran darah	Dari jantung ke seluruh badan	Dari arteri ke vena	Dari seluruh badan ke jantung



GAMBAR FOTO 10.4 Mikroskop elektron pengimbas menunjukkan keratan rentas arteriol (pembesaran 4000x)

Praktis Formatif 10.2

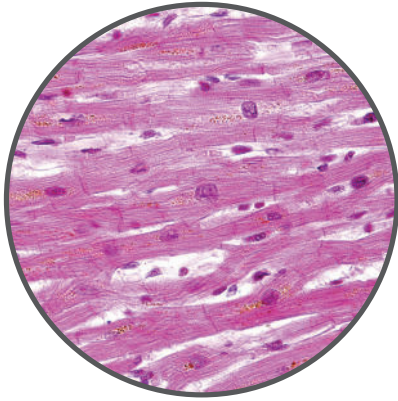
1 Apakah fungsi injap bikuspid?

2 Terangkan mengapa sesetengah individu yang menderma darah berasa mual dan pitam sebaik sahaja menderma darah? Mengapakah sesetengah penderma darah perlu mengambil pil ferum?

3 Nyatakan dua perbezaan antara struktur eritrosit dengan leukosit.

4 Terangkan mengapa ventrikel kiri mempunyai dinding berotot yang lebih tebal daripada ventrikel kanan.

10.3 Mekanisme Denyutan Jantung



GAMBAR FOTO 10.5
Tisu otot kardium

Dunia Biologi Kita



Perentak jantung “Medtronic Micra” ialah perentak jantung buatan terkecil di dunia. Saiznya lebih kurang saiz sebiji vitamin yang dimasukkan ke dalam jantung tanpa pembedahan. Perentak jantung buatan ini menghantar cas elektrik kecil yang merangsang denyutan jantung.

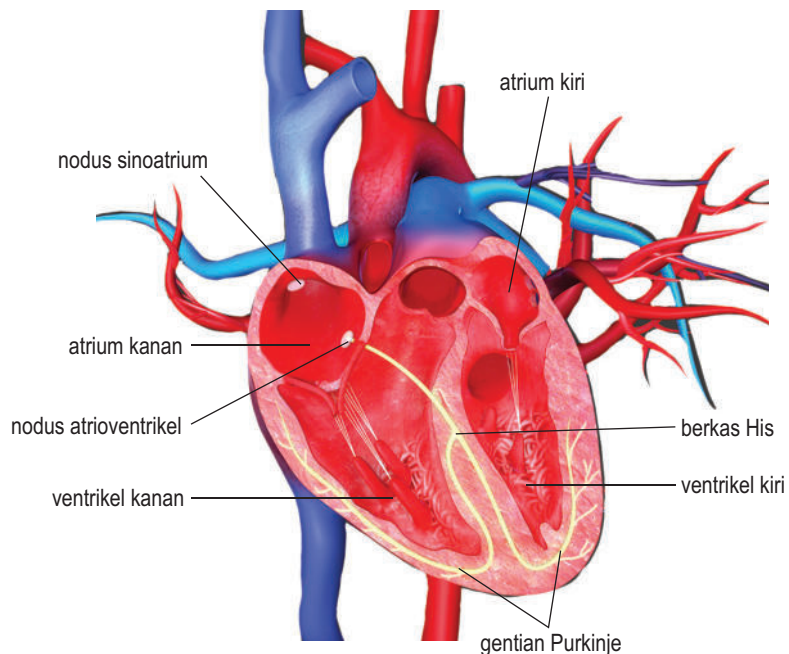


Bagaimanakah darah diedar ke seluruh badan? Dalam setiap pengecutan, jantung bertindak sebagai pam yang mengepam darah ke seluruh badan. Bagaimanakah setiap denyutan jantung dicetuskan dan dikekalkan?

Jantung terdiri daripada otot kardium (Gambar foto 10.5) yang bersilang dan bersambungan antara satu sama lain. Susunan ini membenarkan impuls elektrik disebar dengan cepat melalui jantung dan pada masa yang sama, merangsang sel otot kardium untuk mengecut dengan serentak dan seragam. Otot kardium bersifat **miogenik**. Ini bermaksud jantung mengecut dan mengendur tanpa perlu menerima isyarat impuls daripada sistem saraf. Sekiranya otot kardium disimpan dalam larutan beroksigen yang suam dan mengandungi nutrien, otot-otot akan mengecut dan mengendur secara beritma dengan sendiri.

Peredaran darah dalam manusia

Penghasilan daya yang menyebabkan peredaran darah dalam manusia adalah disebabkan oleh pengepaman jantung dan pengecutan otot rangka.

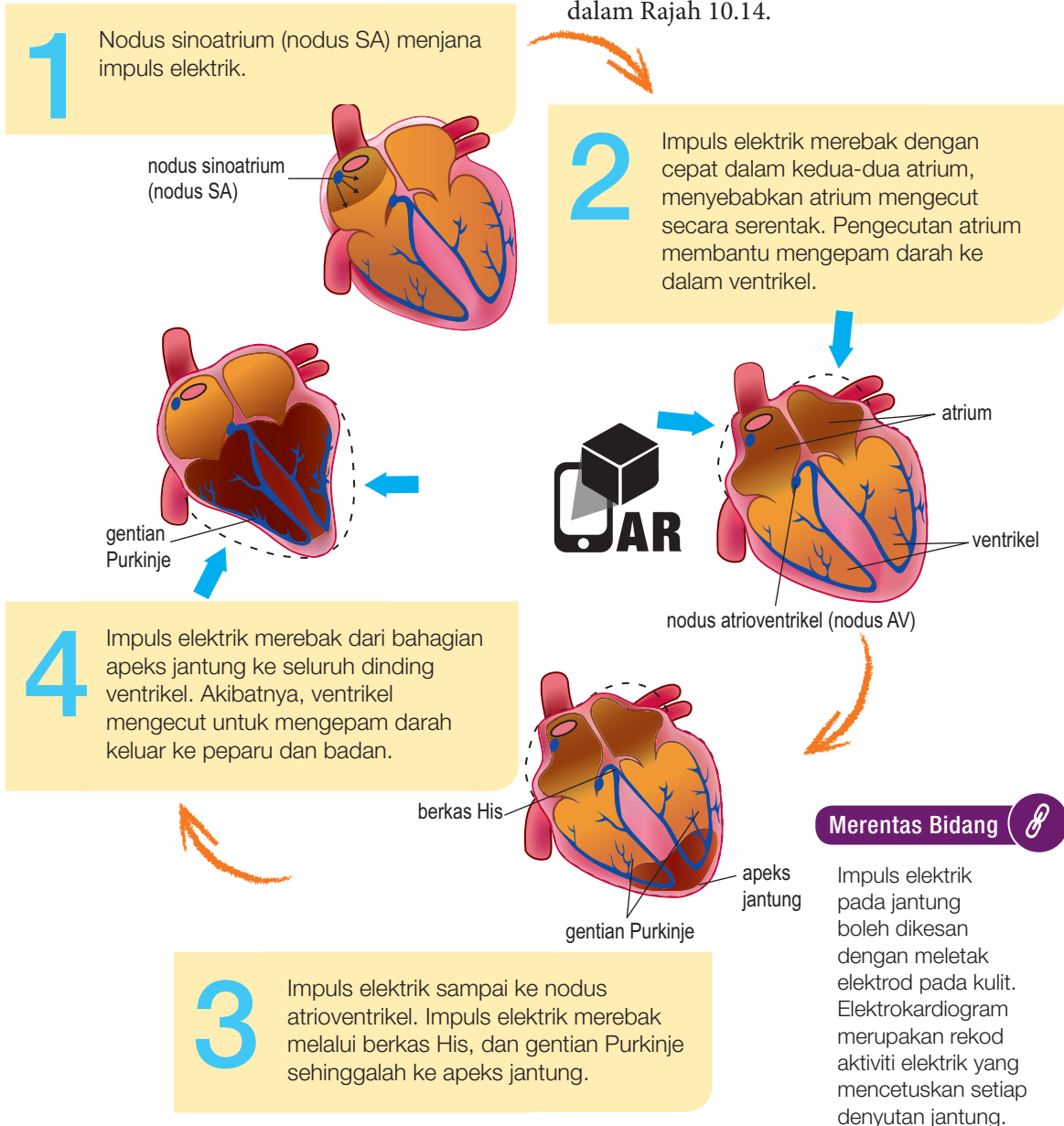


RAJAH 10.13 Kedudukan nodus sinoatrium, nodus atrioventrikel, berkas His dan gentian Purkinje

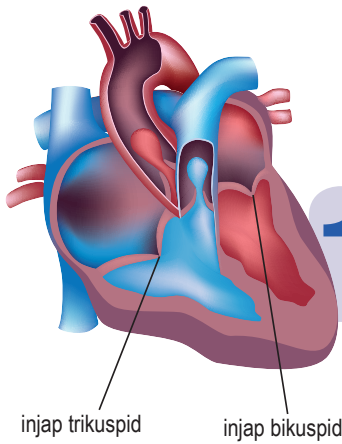
Pengepaman jantung

Pengecutan jantung dimulakan dan dikoordinasi oleh **perentak jantung**. Perentak jantung ialah sekumpulan sel otot jantung khusus yang memulakan kadar pengecutan jantung dan terletak di dinding atrium kanan (Rajah 10.14).

Perentak jantung menjana impuls elektrik yang merebak dengan cepat melalui dinding kedua-dua atrium menyebabkan atrium mengecut secara beritma. Perentak jantung yang utama dikenali sebagai **nodus sinoatrium** (nodus SA). Urutan pengecutan otot jantung yang menyebabkan pengepaman digambarkan dalam Rajah 10.14.



RAJAH 10.14 Urutan pengecutan otot jantung yang menyebabkan pengepaman jantung



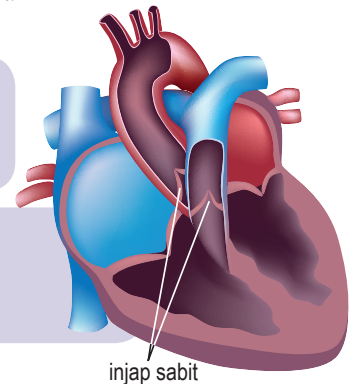
Ketika pengepaman jantung, bunyi lub-dub boleh kedengaran. Tahukah anda apa yang menyebabkan bunyi lub-dub ini? Bunyi lub-dub tersebut ialah bunyi penutupan injap-injap jantung.

1

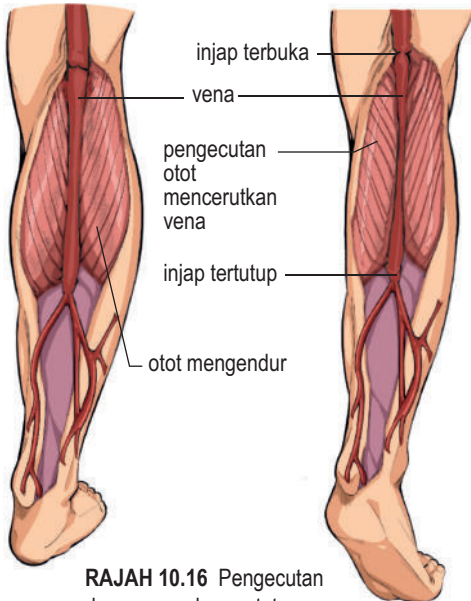
Bunyi pertama 'lub' dihasilkan apabila injap trikuspid dan injap bikuspid tertutup.

2

Bunyi kedua 'dub' dihasilkan apabila injap sabit tertutup.



RAJAH 10.15 Penghasilan bunyi lub-dub jantung



RAJAH 10.16 Pengecutan dan pengenduran otot rangka kaki

Pengecutan otot rangka di sekeliling vena

Pengepaman jantung membantu mengedar dan mengalirkan darah melalui arteri, arteriol dan kapilari darah. Walau bagaimanapun, daya yang dihasilkan oleh pengepaman jantung tidak mencukupi untuk meneruskan pengaliran darah melalui vena untuk kembali ke jantung. Di samping itu, darah terpaksa mengalir menentang tarikan daya graviti. Kehadiran injap dalam vena memastikan darah mengalir dalam satu hala ke jantung.

Pengaliran darah dalam vena dibantu oleh:

- pengecutan otot licin yang terdapat pada dinding venul dan vena;
- pengecutan otot rangka di sekeliling vena. Pengecutan otot rangka menekan dan mengerut vena lalu menyebabkan injap terbuka untuk membenarkan darah mengalir ke arah jantung. Injap kemudian tertutup untuk menghalang darah mengalir balik semula ke arah kaki (Rajah 10.16).

Fikirkan!



Apakah yang akan berlaku kepada injap salur darah kaki kita sekiranya kita sering berdiri atau duduk terlalu lama?

Praktis Formatif 10.3

- Namakan perentak jantung yang utama.
- Apakah yang dimaksudkan dengan istilah miogenik?



- Terangkan mengapa seseorang yang berdiri tegak terlalu lama mungkin akan pengsan.



- Dalam keadaan apakah, jari-jari boleh berubah menjadi pucat?



10.4

Mekanisme Pembekuan Darah

Keperluan mekanisme pembekuan darah

Buletin STEM



Ahli sains telah mencipta partikel nano magnetik yang mengandungi trombin. Partikel nano ini disuntik di bahagian badan yang tercedera untuk memulakan proses pembekuan darah dan menghentikan pendarahan.

Apakah yang berlaku apabila jari anda terluka? Darah akan mengalir dari bahagian yang tercedera sehinggalah anda memberi tekanan secara langsung pada bahagian yang terluka. Tekanan yang anda berikan kelihatan seolah-olah mengehadkan pendarahan untuk seketika; namun sebenarnya, pengaliran darah dihentikan oleh proses pembekuan darah.

Mengapakah darah perlu membeku pada tempat luka? Pembekuan darah menghentikan atau meminimumkan kehilangan darah pada bahagian salur darah yang terluka. Pembekuan darah juga mencegah kemasukan mikroorganisma seperti bakteria ke dalam darah melalui salur darah yang rosak. Tekanan darah juga dapat dikekalkan kerana kehilangan darah yang terlalu banyak boleh menurunkan tekanan darah ke paras yang berbahaya. Bagaimanakah pembekuan darah berlaku?

Mekanisme pembekuan darah

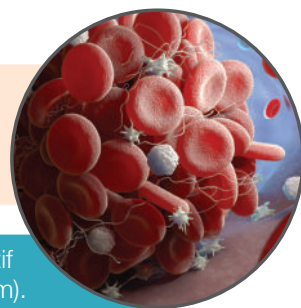
Pembekuan darah melibatkan satu siri tindak balas kimia yang berlaku dalam darah apabila seseorang terluka bagi menghalang pendarahan berlebihan.

Platlet yang tergumpal, sel yang rosak dan faktor pembeku dalam plasma darah membentuk bahan pengaktif (**trombokinas**). Trombokinas, dengan bantuan ion kalsium dan vitamin K, menukarkan protrombin kepada trombin.

Protrombin (protein plasma tak aktif)



Trombin (protein plasma aktif yang bertindak sebagai enzim). Trombin seterusnya memungkinkan penukaran fibrinogen kepada fibrin.

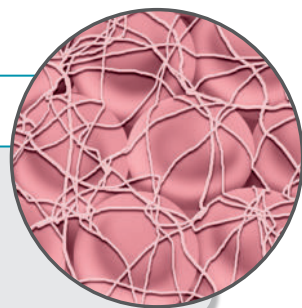


Fibrinogen (larut)



Fibrin (tak larut)

Fibrin ialah sejenis gentian protein berupa bebenang yang membentuk jaringan pada permukaan luka untuk menjerat eritrosit dan menutup luka bagi menghalang kehilangan darah.



RAJAH 10.17 Mekanisme pembekuan darah



Isu kesihatan yang berkaitan pembekuan darah

Dalam keadaan normal, darah tidak membeku dalam salur darah yang tidak rosak kerana tindakan beberapa bahan antigumpal seperti heparin. Apakah akibatnya sekiranya mekanisme pembekuan darah seseorang individu tidak berfungsi?

Dunia Biologi Kita



Apabila anda duduk terlalu lama, risiko trombosis dalam kaki boleh meningkat. Pastikan anda menggerakkan kaki anda sekali-sekala.

Zon Aktiviti



Bekerja dalam kumpulan untuk mengumpul dan mentafsirkan maklumat tentang trombosis, embolisme dan hemofilia. Bentangkan hasil dapatan tersebut kepada kelas.

HEMOFILIA

- Hemofilia ialah satu contoh penyakit yang menghalang darah membeku.
- Hemofilia ialah penyakit keturunan yang disebabkan oleh kekurangan faktor pembeku tertentu dalam darah.
- Pendarahan secara berlebihan akibat luka kecil atau lebam boleh menyebabkan kematian.

TROMBOSIS

- Pembentukan darah beku (**trombus**).
- Trombosis berlaku akibat:
 - kerosakan dalam salur darah, atau
 - pengaliran darah terlalu perlahan sehingga menyebabkan faktor pembeku terkumpul.

EMBOLISME

- Apabila darah beku diangkut oleh aliran darah, darah beku ini dikenali sebagai **embolus**.
- Sekiranya embolus tersekat di dalam salur darah yang terlalu kecil, aliran darah akan terhenti.

Praktis Formatif 10.4

- 1 Pada akhir mekanisme pembekuan darah, fibrin terbentuk untuk menjerat erosit. Terangkan maksud fibrin dan fungsinya.
- 2 Namakan dua penyakit yang berkaitan dengan pembekuan darah.



- 3 Terangkan mekanisme pembekuan darah.



- 4 Terangkan mengapa pembentukan darah beku dalam salur darah boleh menyebabkan serangan jantung.

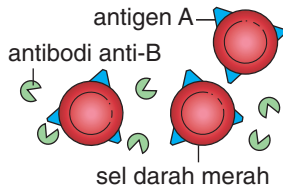
10.5

Kumpulan Darah Manusia

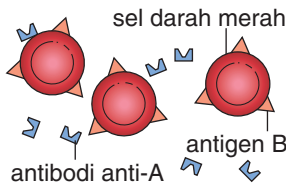
Kumpulan darah ABO

Tahukah anda apakah kumpulan darah anda? Darah manusia dikelaskan kepada kumpulan **A**, **B**, **AB** dan **O**. Pendermaan dan penerimaan darah adalah berdasarkan kesesuaian kumpulan darah penderma dan penerima. Ini adalah kerana penerima mempunyai antibodi dalam serum darah yang boleh bertindak terhadap antigen pada sel darah merah seorang penderma. Pemindahan darah daripada seorang penderma kepada seorang penerima perlu mengambil kira jenis kumpulan darah penderma dan penerima (Jadual 10.6). Jika darah kedua-dua penderma dan penerima tidak sepadan, maka sel darah merah penerima akan mengalami **pengaglutinan** (penggumpalan).

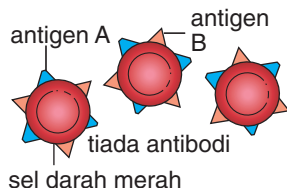
Kumpulan darah A



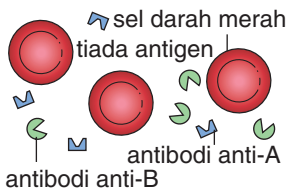
Kumpulan darah B



Kumpulan darah AB



Kumpulan darah O



RAJAH 10.18 Antigen dan antibodi dalam kumpulan darah berlainan

JADUAL 10.5 Antigen dan antibodi dalam kumpulan darah

Kumpulan darah	Antigen pada sel darah merah	Antibodi dalam serum darah
A	Antigen A	Anti-B
B	Antigen B	Anti-A
AB	Antigen A dan Antigen B	Tiada
O	Tiada	Anti-A dan Anti-B

JADUAL 10.6 Kesesuaian kumpulan darah penderma dengan penerima

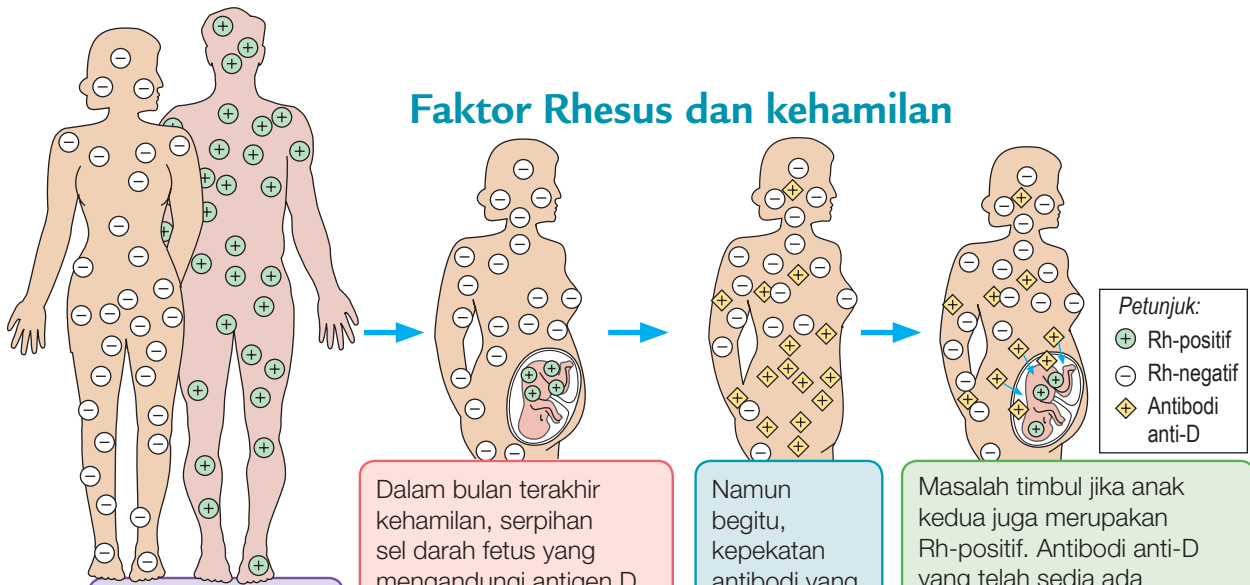
Kumpulan darah	Boleh menderma darah kepada kumpulan darah	Boleh menerima darah daripada kumpulan darah
A	A dan AB sahaja	A dan O sahaja
B	B dan AB sahaja	B dan O sahaja
AB	AB sahaja	A, B, AB dan O
O	A, B, AB dan O	O sahaja

Faktor Rhesus

Sejenis antigen lain yang terdapat pada permukaan sel darah merah ialah **faktor Rhesus (faktor Rh)**. Sel darah merah individu yang mengandungi faktor Rh atau **antigen D** dikenali sebagai **Rh-positif**. Individu yang tidak mempunyai faktor Rh atau antigen D dikenali sebagai **Rh-negatif**.

Sekiranya darah Rh-positif penderma bercampur dengan darah penerima yang Rh-negatif, darah penerima akan bertindak balas dengan menghasilkan **antibodi Rhesus** atau **antibodi anti-D**. Apabila penerima menerima satu lagi dos darah Rh-positif, antibodi Rhesusnya akan menyebabkan pengaglutinan sel darah penderma. Keadaan ini boleh membawa maut kepada penerima tersebut.

Faktor Rhesus dan kehamilan



Petunjuk:
 ⊕ Rh-positif
 ⊖ Rh-negatif
 ⊕ Antibodi anti-D

Lazimnya, masalah akan timbul apabila seseorang ibu Rh-negatif berkahwin dengan seorang ayah Rh-positif dan mengandung fetus Rh-positif.

Dalam bulan terakhir kehamilan, serpihan sel darah fetus yang mengandungi antigen D merentasi plasenta dan masuk ke dalam sistem peredaran darah ibu.

Akibatnya, sel darah putih dalam darah ibu bertindak balas dengan menghasilkan antibodi anti-D yang kemudiannya mengalir kembali melalui plasenta ke dalam sistem peredaran darah fetus.

Antibodi tersebut boleh memusnahkan sel darah merah bayi yang Rh-positif sebelum atau sejurus selepas kelahiran.

Namun begitu, kepekatan antibodi yang terhasil tidak mencukupi untuk memberi kesan kepada anak pertama. Akan tetapi, antibodi anti-D akan berkekalan dalam sistem peredaran darah ibu.

Masalah timbul jika anak kedua juga merupakan Rh-positif. Antibodi anti-D yang telah sedia ada dalam darah ibu akan merentasi plasenta dan memusnahkan sel darah merah fetus tersebut. Gejala penyakit ini dikenali sebagai **erythroblastosis fetalis**. Fetus yang kedua akan mati jika tidak diganti dengan darah Rh-negatif melalui proses pemindahan darah.

Dalam keadaan yang tidak serius, bayi mungkin menghidap anemia dan kecacatan akal. Walau bagaimanapun, kini, masalah tersebut boleh diatasi dengan merawat ibu berkenaan dengan globulin anti-Rhesus selepas kehamilan pertama untuk menghentikan pembentukan antibodi anti-D.

Praktis Formatif 10.5

- 1 Nyatakan kumpulan darah yang merupakan penderma universal.
- 2 Ramalkan apa yang akan berlaku jika kedua-dua kumpulan darah penerima dan penderma tidak sepadan.
- 3 Tiga orang bayi P, Q dan R mempunyai kumpulan darah B, O dan AB masing-masing. Tiga pasangan ibu bapa mempunyai kumpulan darah berikut:



Pasangan ibu bapa pertama: B dan O
 Pasangan ibu bapa kedua: A dan B
 Pasangan ibu bapa ketiga: AB dan O

Padankan bayi kepada pasangan ibu bapa yang betul.



- 4 Seorang lelaki Rh-positif berkahwin dengan seorang perempuan Rh-negatif. Anak pertama yang Rh-positif hidup tetapi anak kedua yang juga Rh-positif meninggal dunia. Terangkan mengapa.

10.6

Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Peredaran Manusia

Zon Aktiviti

Bekerja dalam kumpulan dan jalankan kajian kes tentang amalan menjaga sistem peredaran manusia.

Zon Aktiviti

Bincangkan rawatan yang sesuai sekiranya jantung gagal berfungsi.

Keperluan sistem peredaran yang sihat

Sistem peredaran yang sihat adalah penting bagi memastikan kesihatan optimum. Bagaimanakah kita dapat memastikan sistem peredaran kita sentiasa sihat? Antara amalan menjaga sistem peredaran ialah pengambilan makanan seimbang yang rendah lemak serta sentiasa bersenam. Amalan tidak merokok dan tidak mengambil minuman beralkohol juga dapat memastikan sistem peredaran yang sihat.

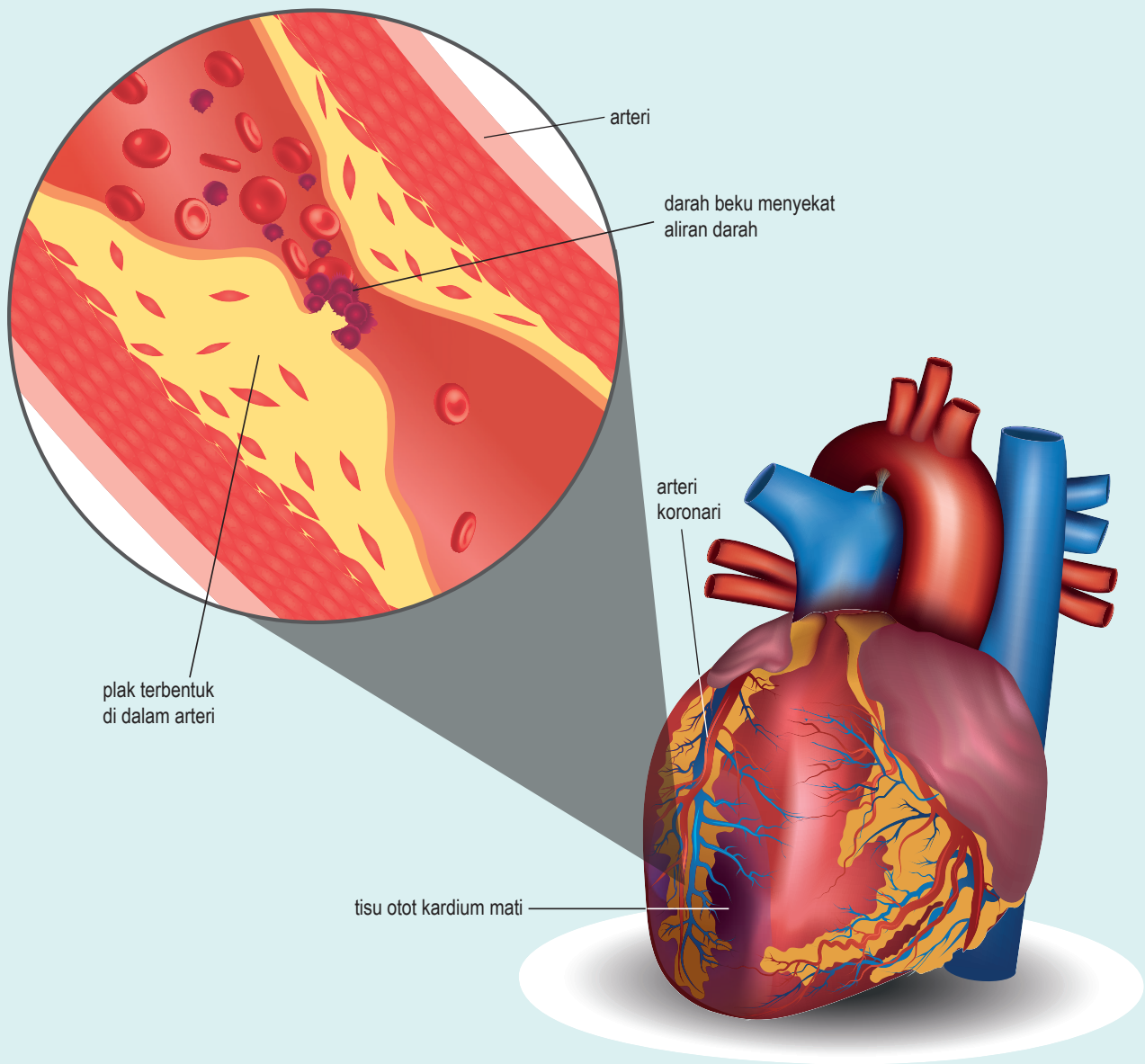
Penyakit kardiovaskular

Tahukah anda bahawa penyakit kardiovaskular merupakan salah satu punca utama kematian di negara kita? **Penyakit kardiovaskular** merangkumi penyakit yang berkaitan dengan jantung dan sistem peredaran darah seperti aterosklerosis, arteriosklerosis, angina, hipertensi, penginfarkan miokardium (serangan jantung) dan strok.

PENYAKIT KARDIOVASKULAR

- **Aterosklerosis** ialah pembentukan dan pemendapan plak pada dinding dalam arteri.
- Plak terbentuk daripada kolesterol, lipid, tisu otot yang mati dan platlet yang tergumpal.
- Plak menyumbat dan menyempitkan lumen salur darah.
- Pengaliran darah yang sukar menyebabkan **hipertensi**.
- Hipertensi pula menyebabkan arteri halus pecah dan pesakit boleh mengalami strok sekiranya ini berlaku dalam otak.
- **Strok** juga boleh disebabkan oleh darah beku (trombus) yang menyekat aliran darah di otak.
- Aterosklerosis ialah peringkat awal **arteriosklerosis**.
- Arteriosklerosis terjadi apabila kalsium mendap pada plak menyebabkan arteri mengeras dan hilang kekenyalannya.
- Sekiranya lumen arteri yang menjadi sempit ialah arteri koronari (arteri di jantung), kekurangan bekalan oksigen ke otot jantung menyebabkan **angina** (sakit dada yang kuat).
- Jika arteri tersumbat sepenuhnya, **penginfarkan miokardium** (serangan jantung) akan berlaku.

GAMBAR FOTO 10.6 Penginfarkan miokardium (serangan jantung)



RAJAH 10.19 Pembentukan dan pemendakan plak pada dinding dalam arteri

Buletin STEM



Teknologi nano digunakan dalam diagnosis dan rawatan aterosklerosis dan pembentukan plak dalam arteri. Dalam teknik ini, partikel nano yang direka menyerupai kolesterol lipoprotein ketumpatan tinggi (HDL) (kolesterol “baik”) untuk membantu mengurangkan plak.

Apakah rawatan yang boleh diberikan kepada pesakit yang mengalami kegagalan fungsi jantung? Apakah faktor risiko yang menyumbang kepada penyakit kardiovaskular dan apakah yang boleh kita lakukan untuk memastikan sistem kardiovaskular yang sihat?

Praktis Formatif 10.6

- 1 Apakah maksud penginfarkan miokardium?
- 2 Jelaskan bagaimana strok berlaku.



- 3 Pada pendapat anda, apakah faktor-faktor yang menyumbang kepada risiko seseorang menghidap penyakit kardiovaskular?



- 4 Terangkan bagaimana aterosklerosis terjadi.

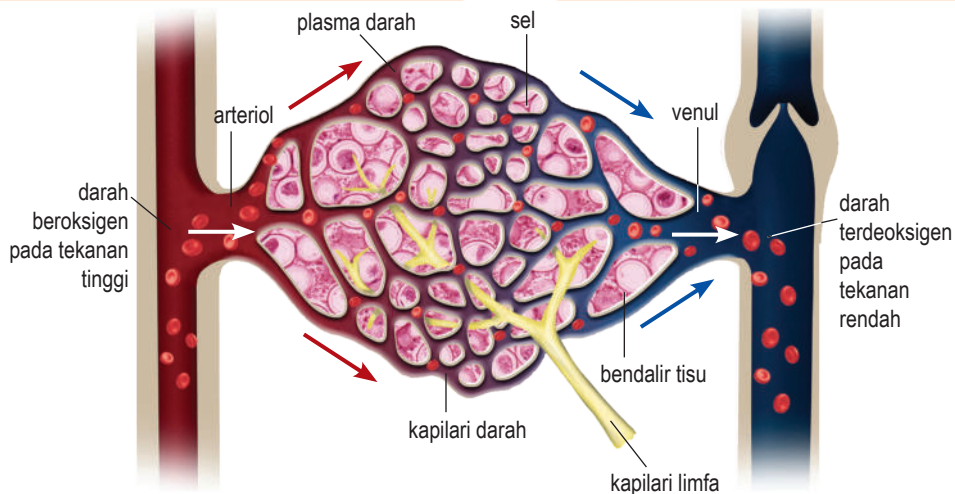
10.7 Sistem Limfa Manusia

Proses pembentukan bendalir tisu

Selain daripada sistem peredaran darah, terdapat satu lagi sistem dalam badan yang fungsinya berhubung rapat dengan sistem peredaran darah. Sistem tersebut ialah **sistem limfa**. Proses pembentukan bendalir tisu ditunjukkan dalam Rajah 10.20.

1 Darah yang sampai di hujung arteriol kapilari darah bertekanan tinggi akibat diameter kapilari darah yang kecil dan daya pengepaman jantung.

2 Tekanan ini membolehkan plasma darah meresap secara berterusan dari kapilari darah ke dalam ruang antara sel.



RAJAH 10.20 Pertukaran bahan antara kapilari darah dan sel badan

3

- Plasma darah yang memenuhi ruang antara sel dan sentiasa membasahi sel dikenali sebagai **bendalir tisu**.
- Bendalir tisu tidak mengandungi eritrosit, platlet dan protein plasma kerana bersaiz terlalu besar untuk meresap keluar daripada kapilari darah.

4

- Bendalir tisu membolehkan pertukaran bahan dalam darah dan sel berlaku.
- Nutrien dan oksigen meresap dari bendalir tisu ke dalam sel badan.
- Pada masa yang sama, bahan buangan dan karbon dioksida meresap dari sel badan ke dalam kapilari darah melalui bendalir tisu.

Pembentukan limfa dan komponen sistem limfa

Pada hujung venul kapilari darah, plasma darah adalah hipertonik berbanding dengan bendalir tisu di sekelilingnya. Tekanan darah juga adalah lebih rendah. Akibatnya, penyerapan semula air, garam mineral dan bahan buangan ke dalam venul kapilari berlaku.

Namun, hanya 85% daripada bendalir yang meninggalkan darah pada hujung arteriol kapilari darah meresap semula ke dalam hujung venul. Apakah yang terjadi kepada baki 15% yang masih tertinggal dalam ruang antara sel? Baki ini membentuk lebih kurang 4 liter bendalir yang hilang daripada kapilari setiap hari. Bagaimanakah sistem peredaran darah memperoleh semula bendalir ini?

Bendalir yang hilang dikumpul dan dikembalikan ke darah melalui **kapilari limfa**, iaitu salur paling halus dalam **sistem limfa**. Bendalir ini dikenali sebagai **limfa** dan berwarna kuning pucat. Jadual 10.7 dan Jadual 10.8 menunjukkan persamaan dan perbezaan antara limfa dengan bendalir tisu dan darah.

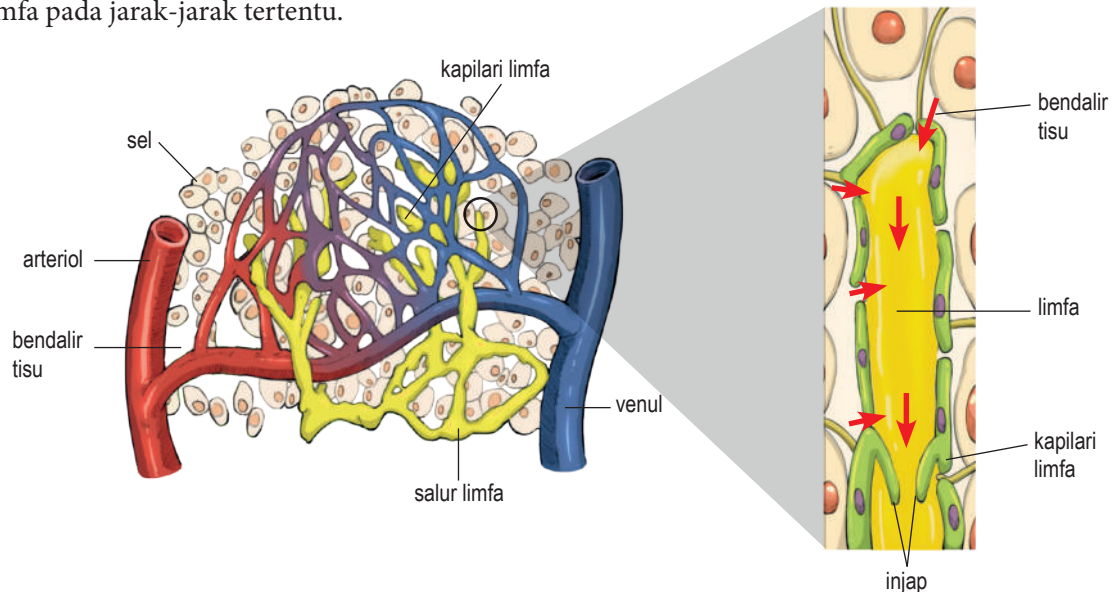
JADUAL 10.7 Persamaan dan perbezaan antara limfa dengan bendalir tisu

Persamaan	
Kedua-duanya mengandungi plasma tanpa protein plasma, eritrosit dan platlet.	
Perbezaan	
Limfa	Bendalir tisu
Kandungan lemak dan bahan larut lemak yang lebih tinggi.	Kandungan lemak dan bahan larut lemak yang rendah.
Kandungan limfosit yang tinggi.	Kandungan limfosit yang rendah.

JADUAL 10.8 Persamaan dan perbezaan antara limfa dengan darah

Persamaan	
Kedua-duanya mengandungi semua kandungan plasma seperti nutrien, hormon, enzim, bahan buangan sel, gas respirasi dan leukosit.	
Perbezaan	
Limfa	Darah
Tidak mengandungi protein plasma, eritrosit dan platlet	Mengandungi protein plasma, eritrosit dan platlet

Dinding kapilari limfa terdiri daripada **satu lapisan sel** sahaja. Kapilari limfa berbeza daripada kapilari darah kerana salah satu hujungnya adalah **buntu** atau tertutup sementara hujung yang satu lagi dihubungkan kepada **salur limfa** (Rajah 10.21). **Kapilari limfa** yang didapati di ruangan antara sel bergabung membentuk salur limfa yang lebih besar. Di sepanjang salur limfa, terdapat nodus limfa pada jarak-jarak tertentu.



RAJAH 10.21 Pembentukan limfa

Sistem limfa juga terdiri daripada organ-organ seperti **nodus limfa**, **limpa**, **kelenjar timus**, **sumsum tulang**, **tonsil** dan **apendiks** (Rajah 10.22). Sistem limfa tidak mempunyai pamnya sendiri untuk mengalirkan limfa di sepanjang salur limfa. Pengaliran limfa dibantu oleh **denyutan nadi jantung**, **pegecutan otot rangka**, **peristalsis salur pencernaan** dan perubahan tekanan yang berlaku semasa **tarikan dan hembusan nafas**. Di dalam salur limfa, terdapat **injap** sehalu yang memastikan limfa mengalir berterusan ke arah jantung. Injap-injap ini juga menghalang limfa daripada mengalir balik.

Hubungan antara sistem peredaran darah dan sistem limfa

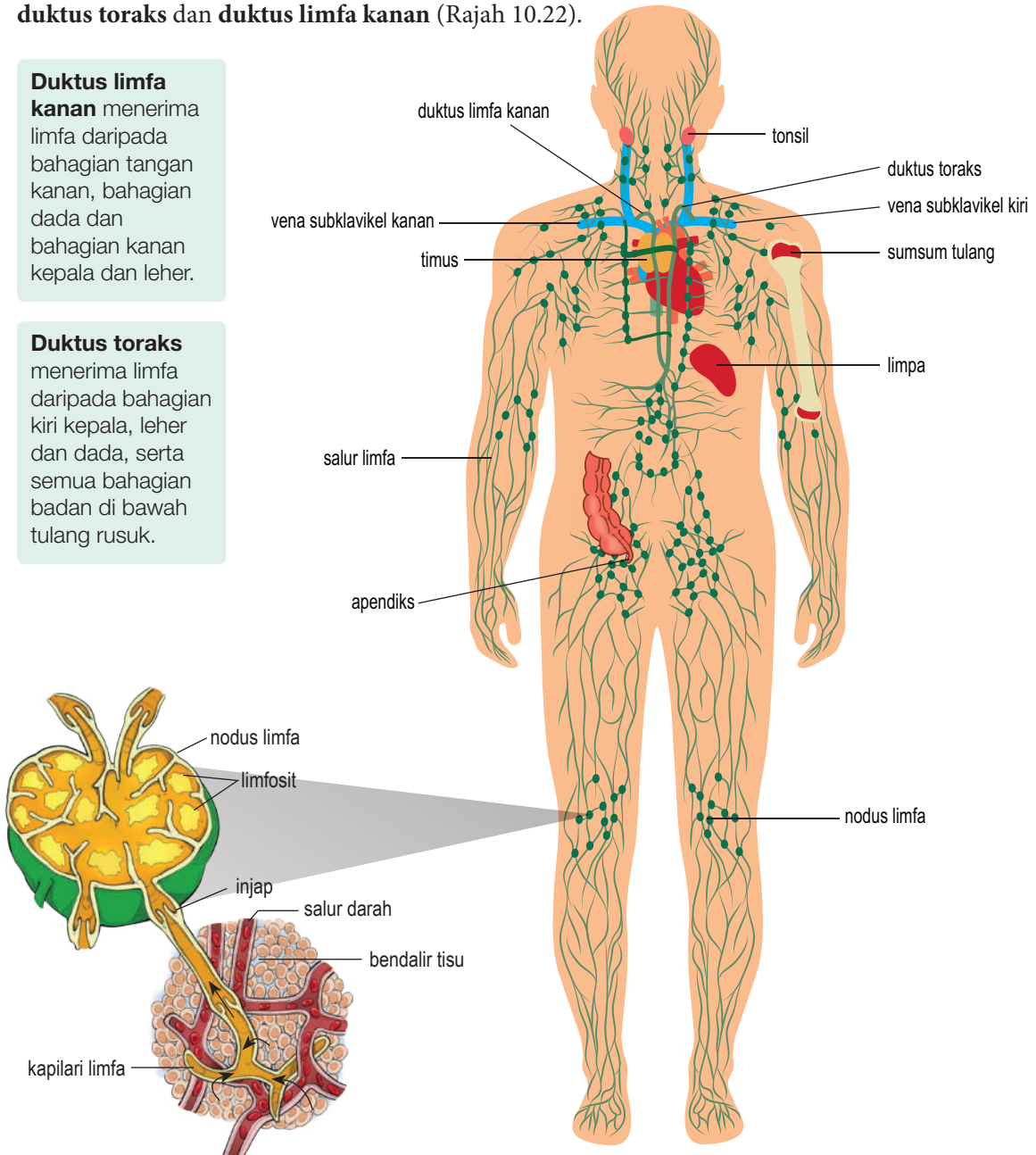
Semua salur limfa akhirnya akan bercantum dengan salah satu daripada dua salur limfa utama iaitu **duktus toraks** dan **duktus limfa kanan** (Rajah 10.22).

Duktus limfa kanan

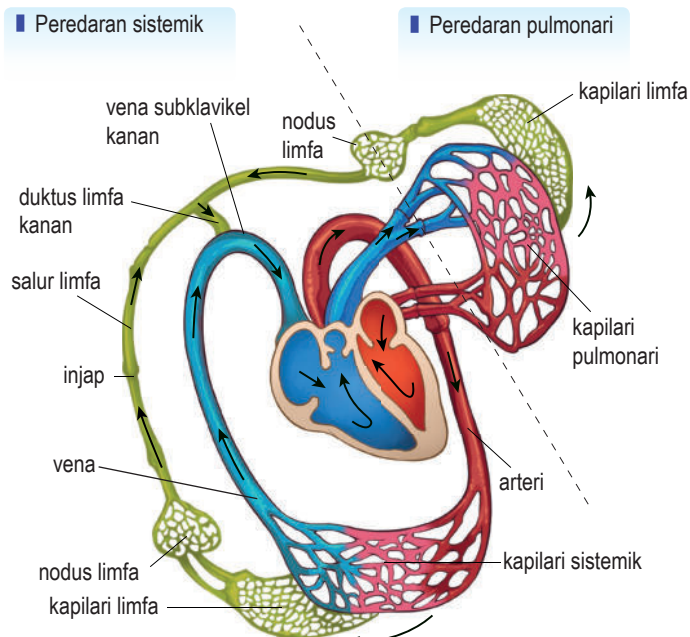
menerima limfa daripada bahagian tangan kanan, bahagian dada dan bahagian kanan kepala dan leher.

Duktus toraks

menerima limfa daripada bahagian kiri kepala, leher dan dada, serta semua bahagian badan di bawah tulang rusuk.



RAJAH 10.22 Sistem limfa



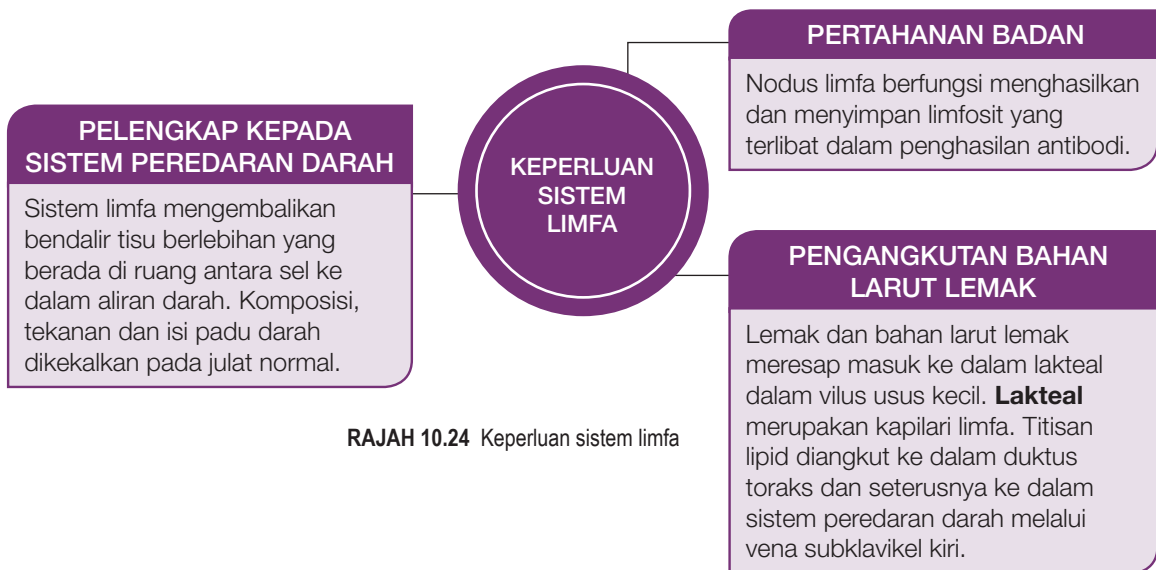
RAJAH 10.23 Hubungan antara sistem limfa dan sistem peredaran darah

Seterusnya, duktus toraks akan mengalirkan kandungannya ke dalam **vena subklavikel kiri** manakala duktus limfa kanan akan mengalirkan limfa ke dalam **vena subklavikel kanan**.

Jadi, limfa yang terkumpul dari seluruh badan akan mengalir masuk semula ke dalam sistem peredaran darah. Rajah 10.23 menunjukkan hubungan antara sistem limfa dan sistem peredaran darah yang saling melengkap.

Keperluan sistem limfa

Keperluan sistem limfa diringkaskan dalam Rajah 10.24.



RAJAH 10.24 Keperluan sistem limfa

Praktis Formatif 10.7

- 1 Namakan dua salur limfa utama.
- 2 Nyatakan tiga fungsi utama sistem limfa.
- 3 Nyatakan perbezaan antara komposisi plasma darah, bendalir tisu dan limfa.



- 4 Setelah anda makan makanan berlemak, bilangan molekul lipid dalam limfa didapati meningkat sebanyak 1%. Jelaskan mengapa.



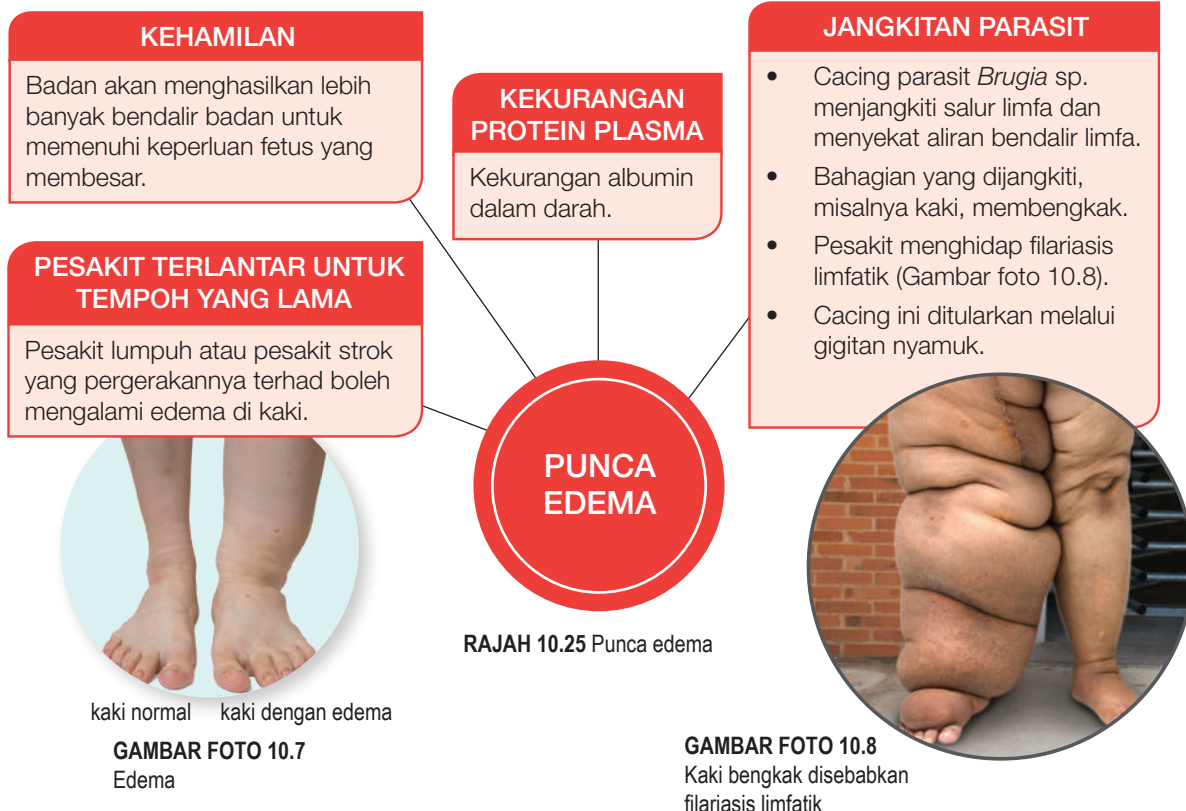
10.8 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Limfa Manusia

Fikirkan!



Mengapakah kaki kita menjadi bengkak sekiranya kita duduk terlalu lama?

Pernahkah anda terfikir apa yang akan berlaku sekiranya sistem limfa kita tidak berfungsi dengan sempurna? Apakah akan terjadi jika bendalir tisu berlebihan tidak dikembalikan semula ke dalam aliran darah? Bendalir tisu yang tidak dikembalikan semula ke dalam sistem peredaran darah akan terkumpul di antara ruang antara sel. Akibatnya tisu badan menjadi bengkak. Keadaan ini dikenali sebagai **edema** (Gambar foto 10.7). Edema mungkin disebabkan oleh beberapa faktor (Rajah 10.25).



Praktis Formatif 10.8

- 1 Bagaimanakah jangkitan parasit boleh berlaku?
- 2 Terangkan apa yang akan berlaku sekiranya bendalir tisu gagal dikembalikan kepada sistem peredaran darah.



- 3 Ramalkan apa yang akan berlaku kepada kaki seorang pesakit yang terbaring untuk tempoh masa yang lama? Terangkan jawapan anda.



- 4 Titisan lipid atau globul lemak tidak boleh meresap ke dalam kapilari darah vilus tetapi perlu meresap melalui lakteal. Terangkan mengapa.





Rumusan

PENGANGKUTAN DALAM MANUSIA DAN HAIWAN

Sistem Peredaran

Sistem Peredaran Terbuka

Hemolimfa mengalir masuk terus ke dalam rongga badan (hemoselom) dan membasahi sel-sel.

Serangga

Satu atau lebih jantung mengepam hemolimfa melalui salur hemolimfa ke dalam hemoselom.

Sistem Peredaran Tertutup

Darah sentiasa terkandung dalam salur darah tertutup yang berterusan dan diedarkan ke seluruh badan.

Ikan

Jantung ikan mempunyai dua ruang iaitu satu atrium dan satu ventrikel.

Amfibia

Jantung amfibia terdiri daripada tiga ruang iaitu dua atrium dan satu ventrikel.

Manusia

Jantung manusia terdiri daripada empat ruang: dua atrium dan dua ventrikel yang terpisah sepenuhnya

Sistem Limfa

Komponen Sistem Limfa

- Limfa
- Kapilari limfa
- Salur limfa
- Nodus limfa
- Organ limfa

Keperluan Sistem Limfa

- Pelengkap kepada sistem peredaran darah
- Pengangkutan bahan larut lemak
- Pertahanan badan

Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Limfa Manusia

- Filariasis limfatik
- Jangkitan parasit
- Kekurangan protein plasma
- Kehamilan
- Pesakit terlanter untuk tempoh yang lama

Sistem Peredaran Manusia

- Darah
- Jantung
- Salur darah

Mekanisma Denyutan Jantung

Mekanisme Pembekuan Darah

Isu Kesihatan yang Berkaitan dengan Pembekuan Darah

- Trombosis
- Embolisme
- Hemofilia

Kumpulan Darah Manusia

- Darah jenis A
- Darah jenis B
- Darah jenis AB
- Darah jenis O
- Faktor Rhesus

Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Peredaran Manusia

- Arteriosklerosis
- Aterosklerosis
- Hipertensi
- Angina
- Penginfarkan miokardium
- Strok



Refleksi Kendiri

Adakah anda telah menguasai konsep penting berikut?

- Sistem peredaran dalam organisma multisel
- Komponen sistem peredaran manusia serta membanding dan membezakan antara jenis-jenis salur darah
- Mekanisme denyutan jantung manusia dan penghasilan daya yang menyebabkan peredaran darah
- Mekanisme pembekuan darah
- Kumpulan darah ABO dan faktor Rhesus
- Isu kesihatan berkaitan sistem peredaran darah
- Proses pembentukan bendalir tisu dan limfa
- Menghuraikan komponen sistem limfa
- Isu kesihatan berkaitan sistem limfa



Praktis Sumatif 10



1 Seorang mangsa kemalangan yang mempunyai kumpulan darah jenis B memerlukan pemindahan darah dengan serta-merta. Adakah selamat untuk dia menerima darah daripada individu yang mempunyai kumpulan darah jenis O? Terangkan mengapa.



2 Seorang individu mempunyai bilangan eritrosit yang rendah. Terangkan kesan keadaan ini terhadap kesihatannya. Cadangkan jenis makanan yang perlu dimakan oleh individu tersebut untuk memulihkan keadaan ini.



3 Jantung manusia mempunyai perentak jantung. Perentak jantung yang rosak boleh diganti oleh perentak elektronik. Huraikan bagaimana perentak elektronik berfungsi.

4 Namakan satu contoh nutrien dalam darah dan huraikan bagaimana nutrien tersebut dapat diangkut ke sel.

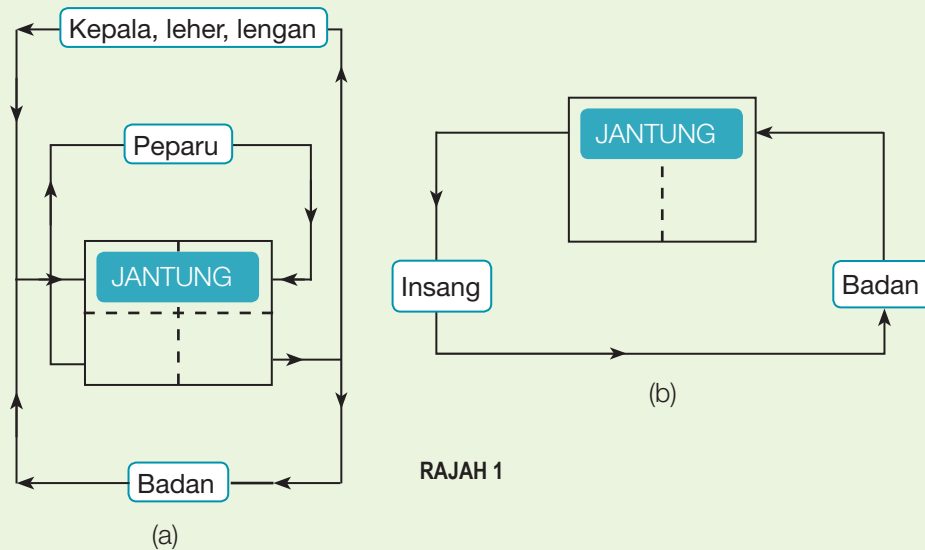


5 Salah satu salur limfa seorang individu didapati tersumbat.

(a) Huraikan kesan terhadap sistem limfa individu tersebut.

(b) Jelaskan apa akan terjadi sekiranya salur limfa di bahagian kaki tersumbat.

6 Rajah 1(a) menunjukkan skema sistem peredaran darah dalam manusia dan Rajah 1(b) menunjukkan skema sistem peredaran darah dalam ikan.



- Terangkan sistem peredaran darah ikan.
- Berdasarkan Rajah 1, bandingkan antara sistem peredaran darah manusia dan ikan.
- Terangkan persamaan antara kedua-dua sistem peredaran darah.
- Mengapakah pengaliran darah ikan menghadapi lebih banyak rintangan berbanding dengan pengaliran darah dalam manusia dan jelaskan bagaimana ikan mengatasi masalah ini?

Soalan Esei

7 Penyakit jantung koronari merupakan penyebab utama kematian dalam negara kita. Berikut adalah faktor-faktor yang boleh meningkatkan risiko seseorang menghidap penyakit itu:



- merokok
- gizi yang tidak seimbang
- gaya hidup yang tidak sihat

Terangkan bagaimana faktor-faktor tersebut menyumbang terhadap penyakit jantung koronari.

8 (a) Terangkan bagaimana pengecutan otot jantung secara beritma berlaku.



- Kaki Ali berasa kebas setelah duduk bersila selama 1 jam. Cadangkan tindakan yang patut diambil dan jelaskan alasan anda.
- Elly suka makan rendang daging dan nasi lemak. Terangkan mengapa amalan pemakanan ini untuk jangka masa lama boleh membawa kesan buruk terhadap kesihatannya.

Sudut Pengayaan

-  **9** (a) Seorang bayi dilahirkan dengan injap bikuspid yang rosak dan tidak boleh tutup dengan ketat. Terangkan kesan keadaan ini terhadap bayi tersebut.
- (b) Seorang bayi normal mempunyai dinding otot jantung yang tebal yang memisahkan jantung sebelah kiri daripada sebelah kanan. Sekiranya otot ini tidak terbentuk dengan lengkap, ramalkan kesan terhadap kualiti darah yang memasuki aorta.
- 10** Bagaimanakah seseorang yang mempunyai arteri koronari yang tersumbat dengan enapan kolesterol boleh dirawat?
-  **11** Setiap tahun, beribu-ribu orang mati akibat kehilangan darah secara berlebihan disebabkan oleh kecederaan semasa kemalangan atau peperangan. Salah satu cara untuk mengurangkan pengaliran darah keluar secara berterusan dari kawasan luka ialah menahan luka dengan menggunakan kain pembalut. Pada pendapat anda, apakah penyesuaian yang boleh dilakukan kepada kain pembalut supaya menjadi lebih cekap menghentikan pengaliran darah untuk sementara waktu sehingga pesakit dikejarkan ke hospital?



Jawapan lengkap boleh didapati dengan mengimbas kod QR yang disediakan

BAB 11

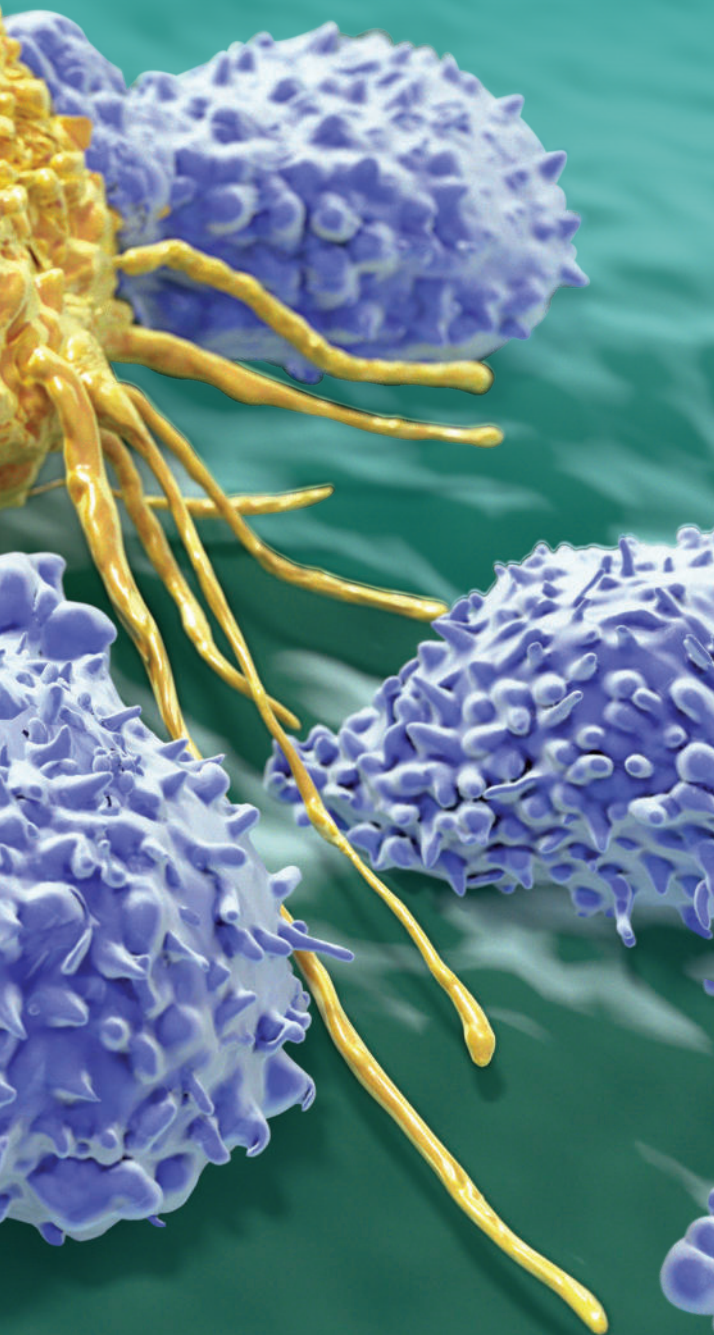
Keimunan Manusia



***Bagaimanakah badan
kita melawan jangkitan
bakteria dan virus?***

Tahukah ANDA...

- Apakah tiga barisan pertahanan badan manusia?
- Bagaimanakah antibodi bertindak terhadap antigen?
- Apakah jenis-jenis keimunan manusia?



11.1 Pertahanan Badan

11.1.1 Mendefinisikan:

- keimunan
- antigen
- antibodi

11.1.2 Memerihalkan tiga barisan pertahanan badan manusia:

- Barisan pertahanan pertama:
 - fizikal
 - kimia
- Barisan pertahanan kedua:
 - demam
 - keradangan
 - fagositosis
- Barisan pertahanan ketiga:
 - antibodi
 - sel memori

11.2 Tindakan Antibodi

11.2.1 Menjelaskan tindakan antibodi terhadap antigen asing:

- peneutralan
- pengaglutinan
- pemendakan
- pengopsoninan
- penguraian

11.3 Jenis Keimunan

11.3.1 Berkomunikasi tentang jenis-jenis keimunan:

- keimunan pasif
- keimunan aktif

11.3.2 Membanding dan membezakan antara keimunan pasif dengan keimunan aktif.

11.4 Isu Kesihatan Berkaitan Keimunan Manusia

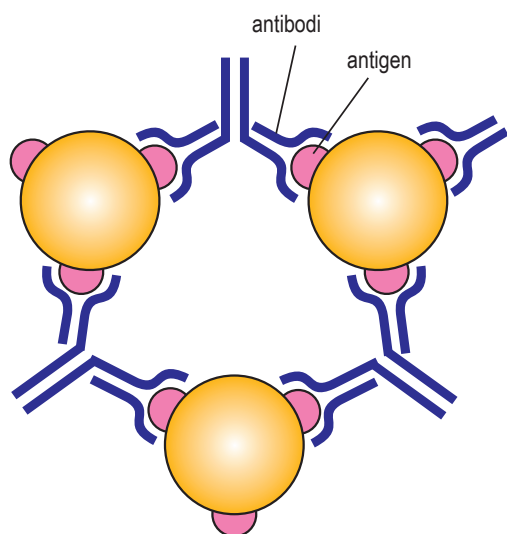
11.4.1 Memerihalkan isu kesihatan berkaitan *Acquired Immuno Deficiency Syndrome* (AIDS).

11.1 Pertahanan Badan

Anda tentu masih ingat tentang sistem pertahanan badan yang telah dipelajari dalam Tingkatan 2. Sistem pertahanan badan bertindak apabila patogen menjangkiti badan. **Patogen** ialah mikroorganisma yang menyebabkan penyakit. Contoh patogen termasuklah bakteria, virus dan parasit. Patogen hanya boleh menyebabkan penyakit sekiranya berjaya menjangkiti sel badan.

Sistem pertahanan badan mengenali patogen sebagai bendasing yang disebut **antigen**. Antigen ialah bendasing yang memasuki badan dan seterusnya merangsang gerak balas keimunan.

Antigen merangsang sel limfosit menghasilkan antibodi ke dalam aliran darah untuk memusnahkan antigen tersebut. **Antibodi** ialah protein yang terdapat pada permukaan limfosit atau protein yang dibebaskan oleh limfosit ke dalam plasma darah. Interaksi antara antibodi dan antigen yang menyebabkan antigen dimusnahkan dikenali sebagai **gerak balas keimunan** (Rajah 11.1).



Keimunan ialah keupayaan badan untuk melawan jangkitan penyakit yang disebabkan oleh patogen atau sebarang bendasing, melalui serangan spesifik terhadap patogen tersebut.

Apabila badan kita berjaya menentang jangkitan sesuatu penyakit, kita dikatakan imun terhadap penyakit tersebut.

Terdapat tiga barisan pertahanan yang melawan penyakit dalam badan kita:

- Barisan pertahanan pertama
- Barisan pertahanan kedua
- Barisan pertahanan ketiga

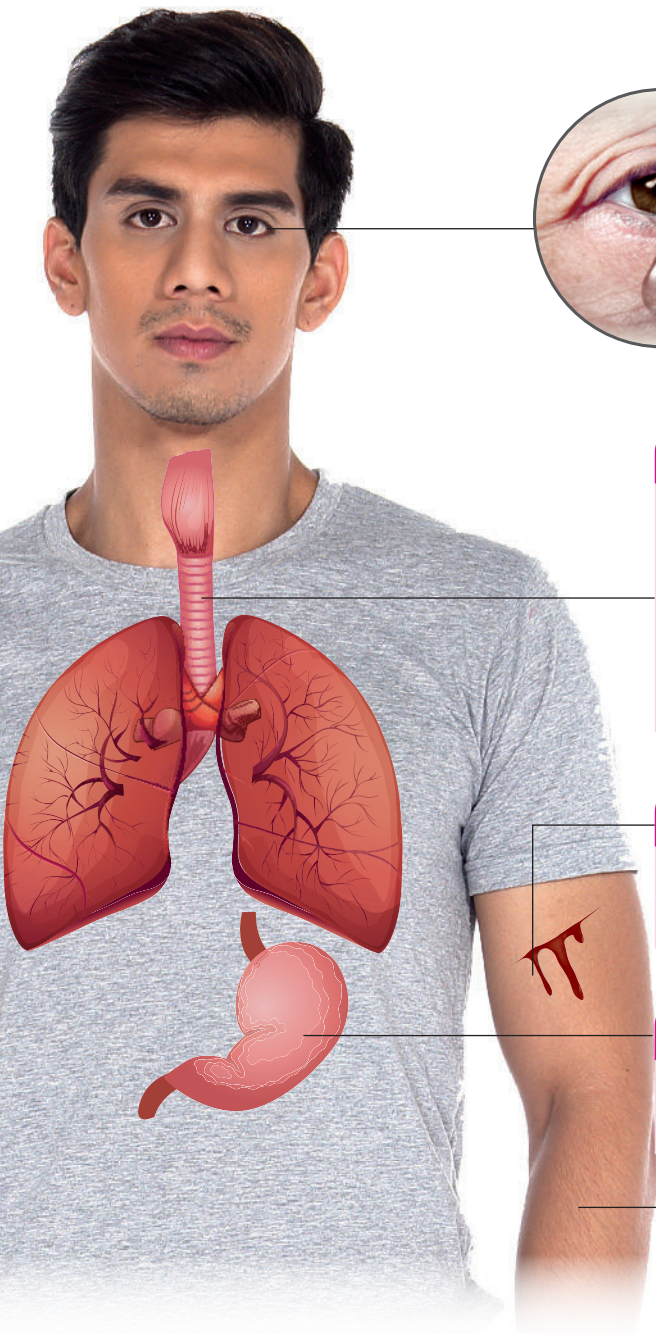
RAJAH 11.1 Interaksi antara antibodi dan antigen

Zon Aktiviti

Senaraikan pertahanan fizikal dan kimia dalam barisan pertahanan pertama.

Barisan pertahanan pertama

Barisan pertahanan pertama terdiri daripada barisan fizikal dan kimia yang menghalang patogen daripada memasuki badan. Barisan pertahanan pertama merupakan barisan pertahanan yang tidak spesifik dan berfungsi menghalang kemasukan patogen ke dalam badan. Rajah 11.2 menunjukkan organ dan mekanisme yang terlibat dalam barisan pertahanan pertama.



ENZIM LISOZIM

Enzim **lisozim** yang didapati di dalam air mata, hingus dan air liur merupakan protein antimikrob yang dapat mengurai serta membunuh sesetengah jenis bakteria.

MEMBRAN MUKUS



Membran mukus yang melapik salur respirasi merembes bendalir melekit yang disebut **mukus**. Mukus mengandungi lisozim untuk memusnahkan bakteria dalam udara yang memasuki sistem respirasi.

MEKANISME PEMBEKUAN DARAH

Mekanisme pembekuan darah menghalang kemasukan bakteria melalui luka.

ASID HIDROKLORIK

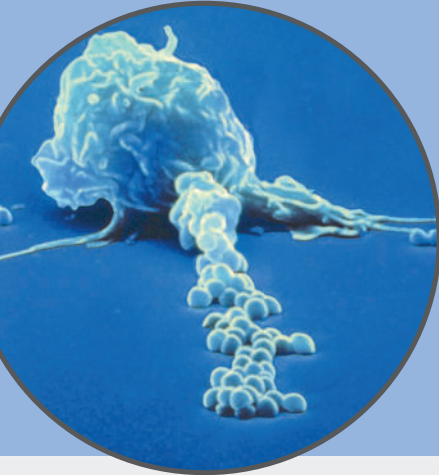
Asid hidroklorik yang terdapat dalam perut membunuh bakteria yang hadir dalam makanan dan minuman.

RAJAH 11.2 Barisan pertahanan pertama

KULIT

- Merupakan pelindung fizikal yang dapat menghalang kemasukan patogen kerana sifat yang liat dan sukar ditembusi oleh mikroorganisma.
- Penanggalan lapisan sel mati pada permukaan kulit secara berterusan menyukarkan pertumbuhan pelbagai jenis mikroorganisma.
- Merupakan pelindung kimia melalui perembesan sebum. Minyak dan asid dalam sebum menghalang pertumbuhan pelbagai jenis mikroorganisma.
- Peluh yang dirembes oleh kulit mengandungi enzim lisozim, sejenis enzim yang berupaya memecahkan dinding sel sesetengah bakteria.

GAMBAR FOTO 11.1
Mikrograf elektron
menunjukkan sel fagosit
mengunjurkan pseudopodium
untuk mengepung bakteria



Barisan pertahanan kedua

- Barisan pertahanan kedua terdiri daripada **demam, fagositosis** dan **keradangan**.
- Mekanisme barisan pertahanan kedua juga bersifat tidak spesifik.

Demam

Demam merupakan mekanisme barisan pertahanan kedua yang menentang jangkitan. Demam menambahkan aktiviti fagosit dan melawan mikroorganisma yang menjangkiti badan.

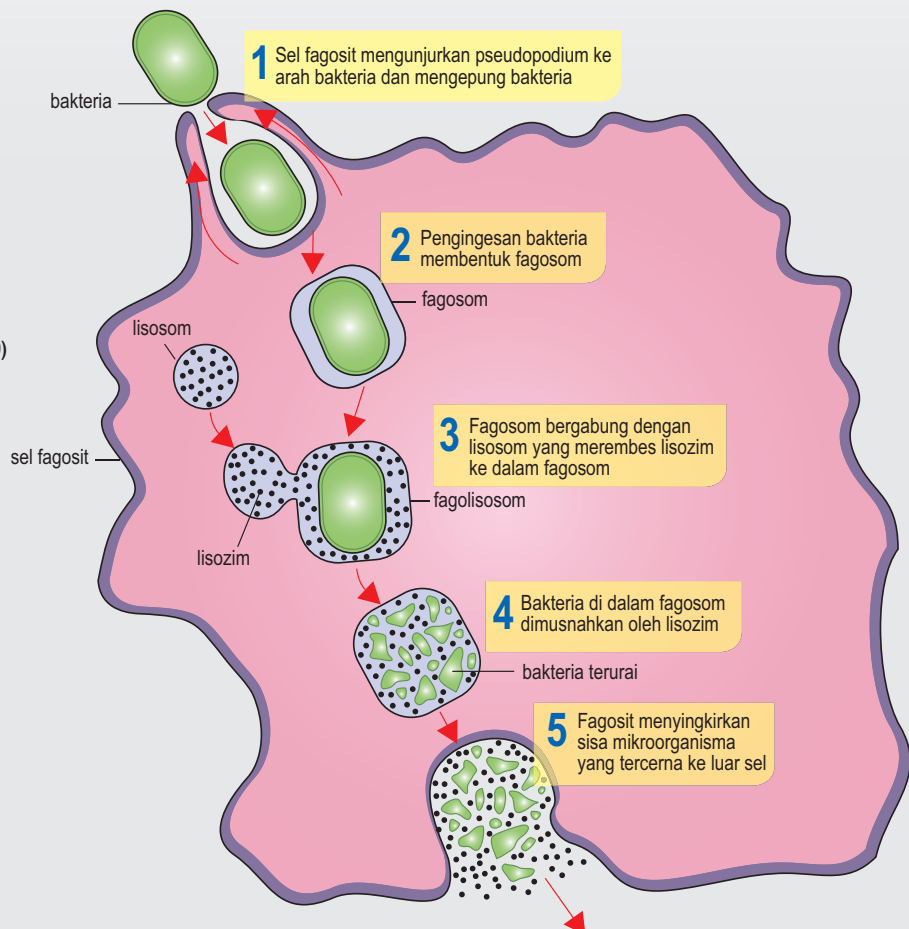
Fagositosis

- Sel fagosit ialah sel leukosit yang boleh menjalankan fagositosis. Neutrofil dan monosit merupakan sel fagosit.
- **Fagositosis** ialah proses pemerangkapan dan pencernaan mikroorganisma atau zarah lain seperti sel mati oleh sel fagosit.
- Apabila jangkitan berlaku, sel fagosit bergerak ke kawasan yang dijangkiti dan memasuki bendalir tisu melalui liang dinding kapilari.
- Apabila sel fagosit menemui patogen, sel fagosit mengepung patogen dan enzim lisozim di dalam sel fagosit mencerna patogen (Gambar foto 11.1).
- Peringkat-peringkat fagositosis diringkaskan dalam Rajah 11.3.



TMK 11.1

Video: Fagositosis
(Dicapai pada 21 Ogos 2019)



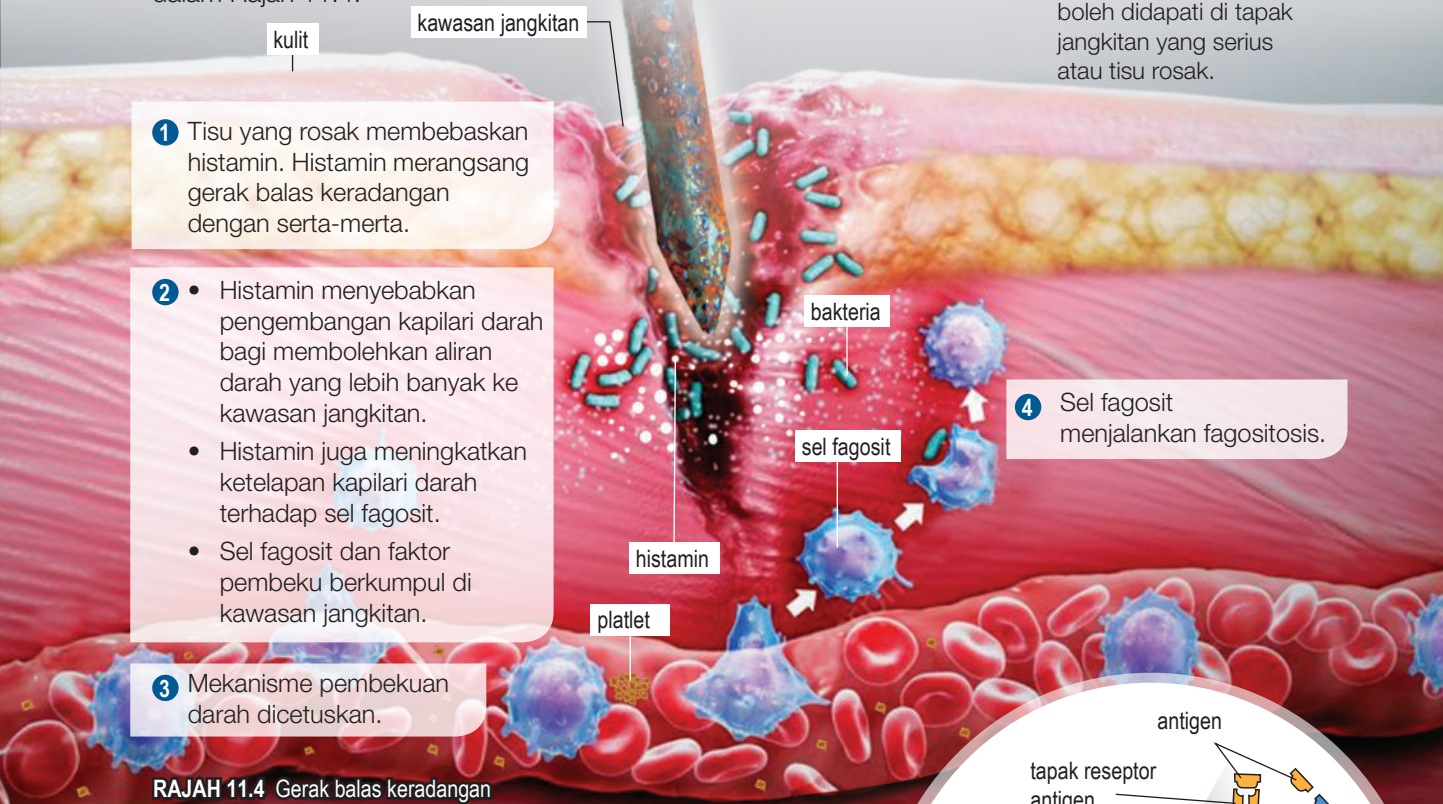
RAJAH 11.3 Peringkat-peringkat fagositosis

Keradangan

Keradangan ialah satu gerak balas pantas yang memusnahkan dan meneutralkan tindakan berbahaya mikroorganisma dan toksin pada peringkat awal jangkitan. Bahagian yang radang membengkak, menjadi merah dan berasa sakit. Gerak balas keradangan ditunjukkan dalam Rajah 11.4.

Lensa Biologi

Nanah ialah campuran mikroorganisma, cebisan tisu dan sel darah putih yang boleh didapati di tapak jangkitan yang serius atau tisu rosak.

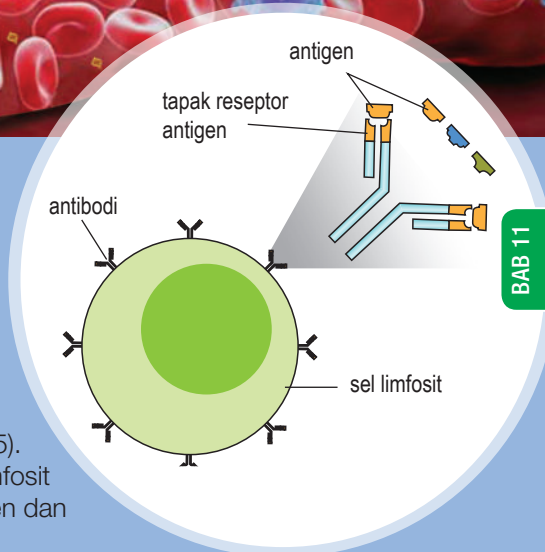


RAJAH 11.4 Gerak balas keradangan

Barisan pertahanan ketiga

Sekiranya patogen berjaya mengatasi barisan pertahanan kedua, barisan pertahanan ketiga akan diaktifkan untuk bertindak. Barisan pertahanan ketiga merupakan **gerak balas keimunan** oleh sel limfosit.

- Sel limfosit yang terbentuk di dalam nodus limfa menghasilkan antibodi.
- Tindakan antibodi adalah spesifik. Setiap jenis antibodi hanya boleh bergabung dengan antigen tertentu (Rajah 11.5).
- Apabila seseorang dijangkiti patogen, sejumlah besar sel limfosit terkumpul di dalam nodus limfa untuk memusnahkan antigen dan bendasing. Hal ini menyebabkan nodus limfa membengkak.
- Nodus limfa juga mengandungi makrofaj yang memusnahkan bakteria, tisu mati dan bendasing secara fagositosis.
- Limfosit dibahagikan kepada dua jenis iaitu sel limfosit T dan sel limfosit B.
- Sel limfosit T menyerang sel-sel yang dijangkiti oleh patogen. Sel limfosit T juga merangsang sel limfosit B untuk menghasilkan sel memori.
- Sekiranya patogen yang sama menyerang, sel memori akan dirangsang untuk menghasilkan antibodi dengan serta-merta.



RAJAH 11.5 Molekul antigen akan bergabung dengan tapak reseptor antigen yang terdapat pada molekul antibodi

Praktis Formatif 11.1

- 1 Apakah maksud keimunan?
- 2 Namakan dua sifat kulit yang membolehkannya bertindak sebagai barisan pertahanan pertama yang berkesan.



- 3 Bagaimanakah sel fagosit bertindak memusnahkan patogen yang berjaya melepasi benteng barisan pertahanan pertama?



- 4 Bezakan antara antigen dengan antibodi.

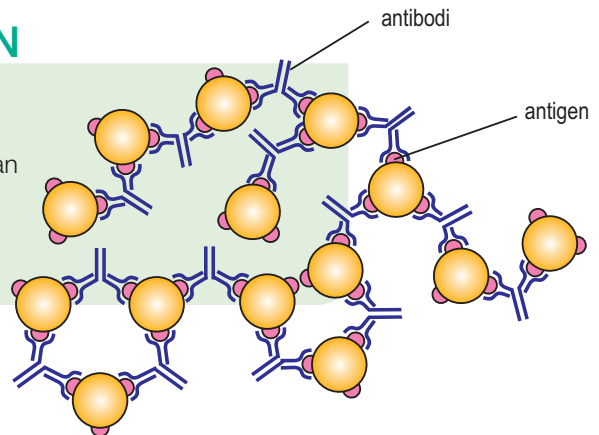


11.2 Tindakan Antibodi

Antigen dimusnahkan oleh antibodi melalui beberapa mekanisme seperti yang digambarkan dalam Rajah 11.6.

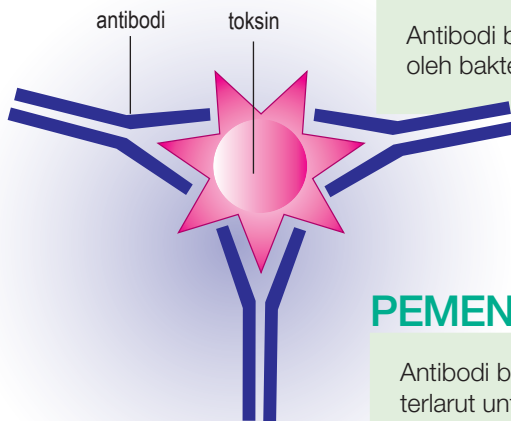
PENGAGLUTINAN

Antibodi menggumpalkan patogen bersama dan menjadikan patogen sasaran mudah untuk diperangkap dan dimusnahkan oleh sel fagosit.



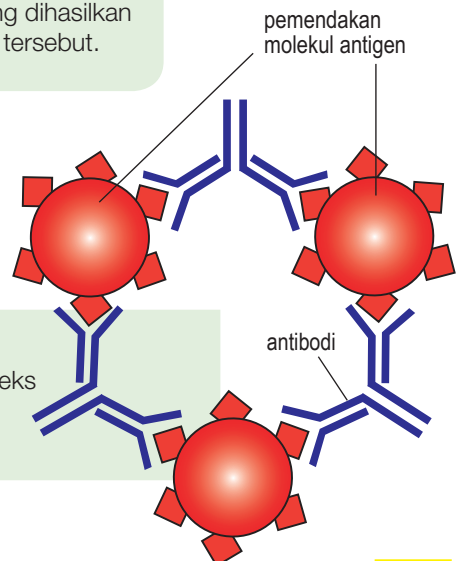
PENEUTRALAN

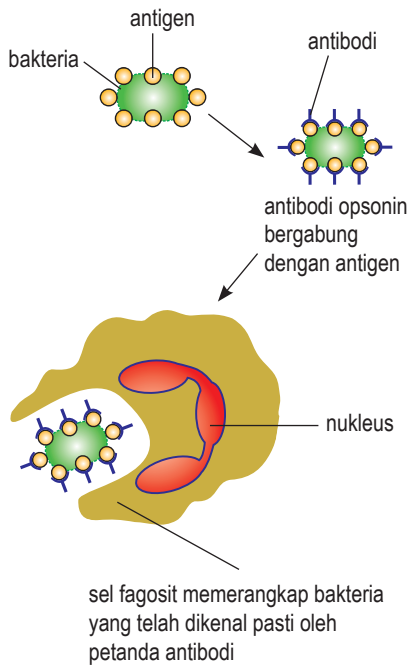
Antibodi bergabung dengan toksin yang dihasilkan oleh bakteria dan meneutralkan toksin tersebut.



PEMENDAKAN

Antibodi bertindak dengan antigen terlarut untuk membentuk suatu kompleks tidak larut (mendakan) yang mudah dimusnahkan oleh sel fagosit.



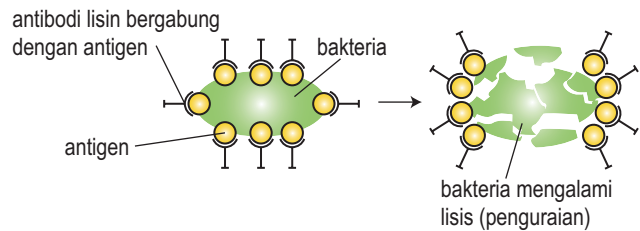


PENGOPSONINAN

Antibodi bergabung dengan antigen dan bertindak sebagai petanda supaya sel fagosit boleh mengenali antigen dan memusnahkannya.

PENGURAIAN

Antibodi bergabung dengan antigen dan menyebabkan bakteria pecah dan terurai.



RAJAH 11.6 Tindakan antibodi terhadap antigen

11.3 Jenis Keimunan

Terdapat dua jenis keimunan: **keimunan aktif** dan **keimunan pasif**. Keimunan aktif bermakna sel limfosit menghasilkan antibodinya sendiri sebagai gerak balas terhadap rangsangan oleh antigen. Keimunan pasif bermaksud badan menerima antibodi daripada sumber luar. Kedua-dua jenis keimunan mungkin dihasilkan secara semula jadi atau secara buatan.

Dunia Biologi Kita



Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM) mengesyorkan supaya bayi berumur 2 hingga 3 bulan diimunkan terhadap penyakit seperti difteria, pertusis, tetanus, poliomielititis dan meningitis.

KEIMUNAN

KEIMUNAN AKTIF

- **Keimunan aktif semula jadi**
Diperoleh setelah sembuh daripada penyakit
- **Keimunan aktif buatan**
Diperoleh setelah mendapat suntikan vaksin

KEIMUNAN PASIF

- **Keimunan pasif semula jadi**
Diperoleh melalui penyusuan ibu dan daripada ibu kepada fetus semasa kehamilan
- **Keimunan pasif buatan**
Diperoleh melalui suntikan antiserum

Keimunan pasif dan keimunan aktif

Mari kita melihat dengan lebih mendalam keimunan aktif dan keimunan pasif.

Fikirkan!



Mengapakah murid perempuan sahaja diberi suntikan HPV (*Human papillomavirus*)?

KEIMUNAN AKTIF

- Antibodi dihasilkan secara semula jadi oleh sel limfosit.
- Keimunan aktif kekal untuk jangka masa yang lama.

KEIMUNAN AKTIF SEMULA JADI

- Apabila seseorang dijangkiti patogen, sel-sel limfosit akan menghasilkan **antibodi** sebagai gerak balas terhadap antigen.
- Apabila individu sembuh daripada sesuatu jangkitan, individu tersebut akan memperoleh keimunan kekal terhadap penyakit tersebut.
- Sekiranya individu yang sama diserang sekali lagi oleh patogen yang sama, sel limfosit yang menyimpan memori tentang patogen tersebut, iaitu **sel memori**, akan menghasilkan antibodi dengan cepat untuk bertindak dengan serta-merta terhadap antigen tersebut.



GAMBAR FOTO 11.2 Seseorang individu yang sembuh daripada penyakit cacar air atau penyakit influenza memperoleh keimunan aktif semula jadi

GAMBAR FOTO 11.3 Imunisasi melindungi seseorang daripada jangkitan penyakit berjangkit

KEIMUNAN AKTIF BUATAN

- Untuk melindungi diri daripada dijangkiti penyakit yang sangat berjangkit, seseorang individu boleh diimunkan terhadap penyakit tersebut.
- **Imunisasi** ialah proses merangsang keimunan terhadap penyakit tertentu melalui suntikan vaksin.
- **Vaksin** ialah ampaiian patogen yang lemah, mati atau tidak virulen.
- Apabila vaksin disuntik ke dalam badan, vaksin akan merangsang sel limfosit untuk menghasilkan antibodi bagi menentang patogen.
- Suntikan vaksin yang pertama biasanya menyebabkan penghasilan aras antibodi yang rendah dan tidak mencukupi untuk melindungi seseorang daripada penyakit. Dos penggalak perlu diberi untuk meningkatkan semula penghasilan antibodi ke satu aras keimunan yang dapat melindungi seseorang daripada penyakit tersebut.
- Sekiranya individu tersebut dijangkiti patogen yang sebenar, sel limfosit dapat menghasilkan antibodi yang mencukupi dan dapat bertindak dengan serta-merta untuk memusnahkan patogen tersebut.
- Contoh vaksin ialah vaksin Salk untuk penyakit poliomielitis, vaksin BCG (*Bacille Calmette Guerin*) untuk penyakit tibi dan vaksin HPV untuk penyakit kanser serviks.



KEIMUNAN PASIF

- Badan tidak menghasilkan antibodi sendiri.
- Antibodi diperoleh daripada sumber luar.
- Keimunan pasif tidak kekal lama dan hanya memberi perlindungan serta-merta, jangka pendek dan sementara.

KEIMUNAN PASIF SEMULA JADI

- Keimunan diperoleh oleh fetus apabila **antibodi ibu** meresap melalui plasenta ke dalam aliran darah fetus.
- Antibodi melindungi bayi untuk tempoh beberapa bulan pertama selepas kelahiran melalui antibodi yang terdapat dalam susu ibu atau kolostrum semasa menyusu.



GAMBAR FOTO 11.4 Bayi memperoleh keimunan pasif semula jadi daripada susu ibu

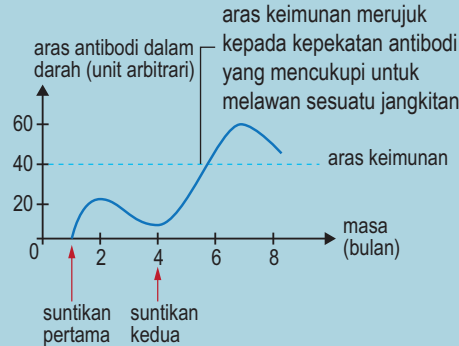
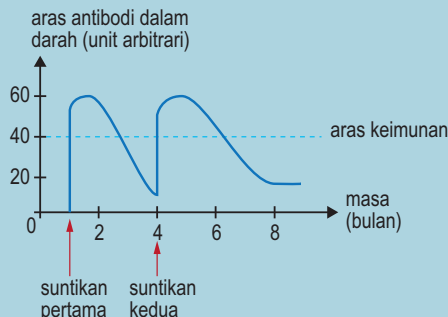
KEIMUNAN PASIF BUATAN

- Keimunan diperoleh melalui **suntikan antiserum** atau **serum** yang mengandungi antibodi spesifik menentang sesuatu antigen.
- Suntikan antiserum memberi perlindungan segera tetapi untuk jangka masa yang pendek sahaja.
- Contoh antiserum ialah antitetanus, anti-rabies dan antiserum terhadap bisa ular.



RAJAH 11.7 Penyediaan antitetanus

JADUAL 11.1 Persamaan dan perbezaan antara keimunan aktif buatan dengan keimunan pasif buatan

Persamaan		
- Melindungi badan daripada jangkitan penyakit - Melibatkan interaksi antara antibodi dengan antigen		
Perbezaan		
Aspek	Keimunan Aktif Buatan	Keimunan Pasif Buatan
Diperoleh melalui	Suntikan vaksin	Suntikan antiserum
Bahan yang disuntik	Vaksin ialah ampaijan patogen yang lemah, mati atau tidak virulen.	Antiserum ialah serum yang mengandungi antibodi spesifik.
Tujuan	Pencegahan	Rawatan atau sekiranya perlindungan serta-merta diperlukan
Kesan	Tidak memberi perlindungan serta-merta	Memberi perlindungan serta-merta
Tempoh keimunan	Keimunan kekal untuk tempoh masa yang lama	Keimunan bersifat sementara dan tidak kekal lama
Masa suntikan diberi	Suntikan vaksin diberi sebelum dijangkiti penyakit	Suntikan antibodi tersedia diberi dahulu sekiranya terdapat risiko tinggi untuk dijangkiti atau sebaik selepas dijangkiti penyakit
Antibodi	Antibodi dihasilkan sendiri oleh sel limfosit	Antibodi diperoleh daripada antiserum
Keperluan memberi suntikan kedua (dos penggalak)	Perlu diberi bagi meningkatkan semula aras antibodi melepasi aras keimunan untuk memberi perlindungan terhadap penyakit  RAJAH 11.8 Aras antibodi dalam darah seseorang selepas pemvaksinan yang pertama dan kedua	Hanya perlu diberi sekiranya aras antibodi dalam darah jatuh di bawah aras keimunan dan pesakit masih dijangkiti penyakit tersebut  RAJAH 11.9 Aras antibodi dalam darah seseorang selepas suntikan pertama dan kedua antiserum

Praktis Formatif 11.2

- 1 Jenis keimunan yang manakah berkurang mengikut masa? Terangkan mengapa.
- 2 Cadangkan rawatan segera yang boleh diberikan kepada seseorang yang dipatuk ular berbisa.



- 3 Nyatakan satu perbezaan antara keimunan pasif buatan dengan keimunan aktif buatan.
- 4 Pada pendapat anda, mengapakah kita perlu mematuhi dan melengkapkan rancangan imunisasi di Malaysia?



11.4

Isu Kesihatan Berkaitan Keimunan Manusia

Sindrom kurang daya tahan penyakit (*Acquired Immuno Deficiency Syndrome*) (AIDS)

Lensa Biologi



Virus HIV berupaya bermutasi dan mengubah struktur sel apabila membiak. Hal ini menjadikan virus tersebut mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap terapi dadah.

Kerjaya Milenia



Ahli imunologi ialah pakar dalam penyakit alergi dan penyakit yang melibatkan sistem keimunan.

Virus kurang daya tahan manusia (HIV) ialah virus yang menyerang sistem keimunan manusia. Jangkitan HIV menyebabkan **sindrom kurang daya tahan penyakit (*Acquired Immuno Deficiency Syndrome*) (AIDS)**.

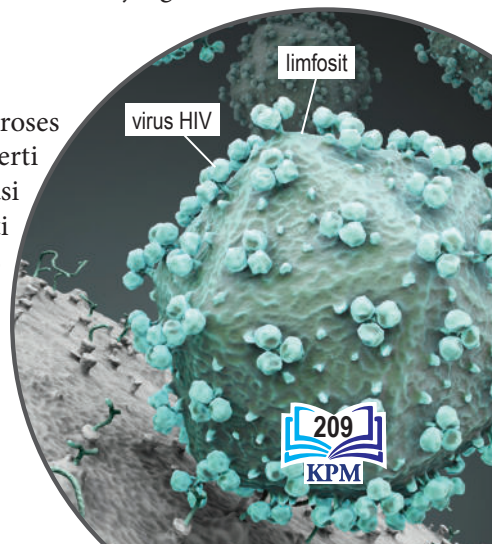
Seorang penghidap AIDS mudah dijangkiti penyakit lain kerana kemusnahan progresif sistem keimunan individu tersebut. Virus HIV membiak di dalam limfosit dan memusnahkan limfosit (Gambar foto 11.5).

Seseorang yang dijangkiti HIV tidak menunjukkan sebarang simptom untuk beberapa tahun permulaan walaupun virus HIV sedang aktif menyerang sistem keimunan. Gejala penyakit seperti cirit-birit kronik dan jangkitan kulat hanya dapat dilihat selepas 8 hingga 10 tahun. Oleh sebab sistem keimunan seseorang sudah dilemahkan, badan mudah dijangkiti penyakit. Akhirnya, sistem keimunan dilumpuhkan dan pesakit akan mati disebabkan jangkitan lain.

Cara penyebaran HIV

HIV memasuki badan melalui proses pemindahan bendalir badan seperti darah dan air mani atau merentasi plasenta. Perempuan yang dijangkiti virus HIV boleh memindahkan virus kepada bayinya semasa kehamilan, kelahiran atau penyusuan.

GAMBAR FOTO 11.5 Virus HIV menyerang limfosit



Walau bagaimanapun, jangkitan HIV kepada fetus dan bayi yang baru dilahirkan pada kebiasaannya boleh dielakkan dengan rawatan perubatan yang sempurna ketika ibu sedang mengandung dan semasa kelahiran.

Individu boleh dijangkiti HIV melalui hubungan seks yang tidak dilindungi dengan individu yang dijangkiti. Mereka juga boleh dijangkiti apabila berkongsi jarum tercemar yang digunakan untuk menyuntik dadah atau dakwat tatu. Selain daripada itu, HIV juga dapat disebarkan melalui pemindahan darah yang tercemar dengan virus HIV.

Terdapat beberapa lagi jenis penyakit dan keadaan yang berkaitan dengan sistem keimunan. Jalankan aktiviti kajian ilmiah berikut untuk mengetahui dengan lebih lanjut.

Aktiviti 11.1

Membuat kajian ilmiah tentang isu kesihatan yang berkaitan dengan keimunan manusia

Kajian Ilmiah

Bahan

Majalah perubatan dan Internet

Prosedur

- 1 Jalankan kajian ilmiah bersama rakan anda tentang:
 - *Systemic Lupus Erythematosus* (SLE)
 - Alahan
- 2 Bincangkan dapatan anda dengan rakan daripada kumpulan lain dan bentangkan dapatan setiap kumpulan.

Praktis Formatif 11.3

1 Apakah maksud AIDS?

2 Terangkan bagaimana jangkitan virus HIV boleh menyebabkan seseorang menghidap penyakit AIDS.



3 Mengapakah seseorang yang dijangkiti virus HIV tidak semestinya menghidap penyakit AIDS?

4 Bagaimanakah penyakit AIDS dapat dicegah?



Rumusan



Refleksi Kendiri

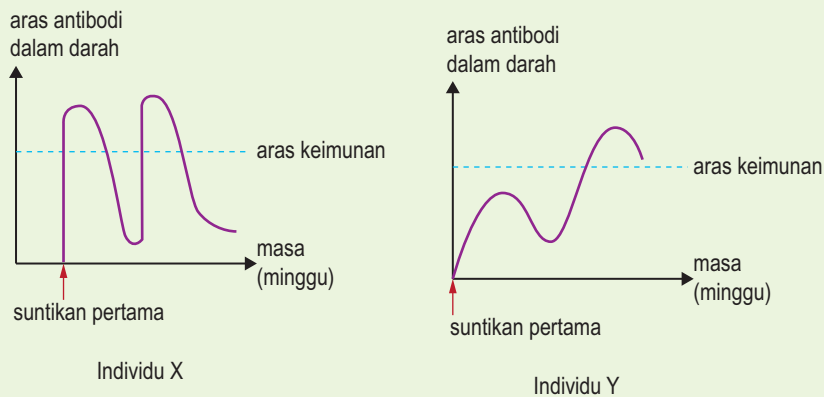
Adakah anda telah menguasai konsep penting berikut?

- Definisi keimunan, antigen, dan antibodi
- Barisan pertahanan pertama, kedua dan ketiga dalam badan manusia
- Tindakan antibodi terhadap antigen
- Keimunan aktif dan pasif
- Isu kesihatan berkaitan keimunan manusia



Praktis Sumatif 11

- 1 Cadangkan rawatan segera yang boleh diberikan kepada seorang individu yang dipatuk ular yang sangat berbisa.
- 2 Terangkan bagaimana seorang ibu yang membawa virus HIV dapat menjangkiti fetus dalam kandungannya.
- 3 (a) Nyatakan jenis keimunan yang diperoleh oleh fetus daripada ibunya.
(b) Terangkan bagaimana plasenta membantu sistem pertahanan badan fetus.
- 4 Rajah 1 menunjukkan perubahan aras antibodi dalam darah individu X dan Y bagi satu tempoh tertentu.



RAJAH 1

- (a) (i) Apakah jenis keimunan yang diperoleh oleh individu X dan Y?
(ii) Nyatakan bahan yang disuntik ke dalam individu X dan Y.
(iii) Jelaskan perbezaan kandungan bahan yang anda nyatakan di (a)(ii).
- (b) (i) Pada lengkung graf bagi individu X dan Y, tandakan dengan anak panah, masa suntikan kedua diberikan.
(ii) Mengapakah suntikan kedua diperlukan oleh individu X dan Y?
(iii) Berdasarkan lengkung graf bagi individu X dan Y, nyatakan dua perbezaan keimunan yang dicapai oleh X dan Y.

Soalan Esei

- 5 Dua individu memperoleh keimunan terhadap demam campak dalam keadaan berbeza. Individu X sembuh daripada penyakit campak. Individu Y pula disuntik dengan sejenis ampaiian dan memperoleh keimunan terhadap campak selepas beberapa bulan.



Huraikan keimunan yang diperoleh oleh

- (a) individu X
- (b) individu Y

- 6 (a) Seorang bayi yang baru dilahirkan perlu menerima imunisasi berdasarkan Rancangan Imunisasi yang disyorkan oleh Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO). Terangkan mengapa program imunisasi ini diperlukan.



- (b) (i) Sesetengah suntikan vaksin memerlukan satu dos sahaja sepanjang hayat seorang individu. Jelaskan mengapa.



- (ii) Ibu Sinti terlupa membawa Sinti ke klinik untuk mendapatkan suntikan dos ketiga hepatitis. Jelaskan kesannya terhadap keimunan Sinti.

- (iii) Aziman terpijak paku berkarat semasa ekspedisi mendaki gunung. Huraikan jenis suntikan yang sesuai diberikan oleh doktor. Terangkan jawapan anda.

- (c) Huraikan bagaimana virus HIV dapat melumpuhkan sistem keimunan seseorang yang dijangkiti oleh virus ini.

Sudut Pengayaan

- 7 Kadang-kadang doktor memberi antibiotik untuk merawat sesetengah jangkitan penyakit. Doktor menasihatkan supaya mengambil kesemua antibiotik yang diberi mengikut tempoh yang disyorkan. Jelaskan mengapa langkah ini penting untuk dipatuhi.



- 8 Anda menziarah rakan anda yang sakit di hospital. MRSA (methicilin-resistant Staphylococcus aureus) iaitu sejenis strain bakteria yang lazim didapati di hospital. Strain bakteria ini imun terhadap banyak jenis antibiotik akibat penggunaan pelbagai jenis antibiotik untuk merawat pesakit di hospital. Cadangkan langkah-langkah yang boleh diambil untuk mencegah diri daripada dijangkiti MRSA.



Jawapan lengkap boleh didapati dengan mengimbas kod QR yang disediakan

BAB 12 Koordinasi dan Gerak Balas dalam Manusia



**Robot
Sophia**

Mampukah robot berfungsi sepenuhnya seperti manusia pada masa akan datang?

12.1 Koordinasi dan Gerak Balas

- 12.1.1** Membuat urutan dan memerihalkan komponen dalam koordinasi manusia:
- rangsangan
 - reseptor
 - pusat integrasi
 - efektor
 - gerak balas
- 12.1.2** Mengenal pasti dan memerihalkan rangsangan luar dan rangsangan dalam.

12.1.3 Menyenaraikan jenis-jenis reseptor deria berdasarkan rangsangan yang terlibat:

- kemoreseptor
- termoreseptor
- mekanoreseptor
- baroreseptor
- fotoreseptor
- nosiseptor

12.1.4 Mewajarkan keperluan bergerak balas terhadap rangsangan luar dan rangsangan dalam.

12.2 Sistem Saraf

12.2.1 Membina carta organisasi dan menerangkan struktur sistem saraf manusia:

- sistem saraf pusat
 - otak
 - saraf tunjang
- sistem saraf periferi
 - reseptor deria
 - saraf kranium
 - saraf spina

12.2.2 Menerangkan fungsi bahagian sistem saraf pusat dalam koordinasi dan gerak balas:

- otak
 - serebrum
 - hipotalamus
 - serebelum
 - kelenjar pituitari
 - medula oblongata
- saraf tunjang

12.2.3 Berkomunikasi tentang fungsi bahagian sistem saraf periferi dalam koordinasi dan gerak balas.

12.3 Neuron dan Sinaps

12.3.1 Melukis dan melabel struktur neuron deria dan neuron motor:

- dendrit
- salut mielin
- akson
- nodus Ranvier
- badan sel

12.3.2 Mencerakinkan fungsi setiap jenis neuron dalam penghantaran impuls.

12.3.3 Menjelaskan struktur sinaps dan fungsinya.

12.3.4 Menerangkan penghantaran impuls merentasi sinaps.

12.4 Tindakan Terkawal dan Tindakan Luar Kawal

12.4.1 Membanding dan membezakan antara tindakan terkawal dengan tindakan luar kawal.

12.4.2 Memerihalkan tindakan refleks yang melibatkan:

- dua neuron
- tiga neuron

12.4.3 Melukis arka refleks.

12.5 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Saraf Manusia

12.5.1 Berkomunikasi tentang isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem saraf.

12.5.2 Memerihalkan kesan penyalahgunaan dadah dan alkohol terhadap koordinasi dan gerak balas manusia.

12.6 Sistem Endokrin

12.6.1 Menyatakan peranan kelenjar endokrin dalam manusia.

12.6.2 Mengenal pasti dan melabel kelenjar endokrin dalam manusia.

12.6.3 Mencerakinkan fungsi hormon yang dirembeskan oleh setiap jenis kelenjar endokrin:

- hipotalamus
 - hormon perembes gonadotrofin (GnRH)
- lobus anterior pituitari
 - hormon pertumbuhan (GH)
 - hormon perangsang folikel (FSH)
 - hormon peluteinan (LH)
 - hormon perangsang tiroid (TSH)
 - hormon adrenokortikotrof (ACTH)
- lobus posterior pituitari
 - hormon oksitosin
 - hormon antidiuresis (ADH)
- tiroid – hormon tiroksina
- pankreas
 - hormon insulin
 - hormon glukagon
- adrenal
 - hormon adrenalina
 - hormon aldosteron
- ovari
 - hormon estrogen
 - hormon progesteron
- testis
 - hormon testosteron

12.6.4 Membincangkan penglibatan sistem saraf dan sistem endokrin dalam situasi cemas.

12.6.5 Membanding dan membezakan antara sistem saraf dengan sistem endokrin.

12.7 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Endokrin Manusia

12.7.1 Meramalkan kesan ketidakseimbangan hormon terhadap kesihatan manusia.

12.1

Koordinasi dan Gerak Balas

Organisma mempunyai keupayaan untuk mengesan perubahan dalam persekitarannya dan bergerak balas terhadap perubahan ini. Keupayaan ini dikenali sebagai **kepekaan** manakala perubahan yang merangsang gerak balas disebut **rangsangan**. Rangsangan boleh dibahagikan kepada dua jenis iaitu **rangsangan luar** dan **rangsangan dalam**.

- (a) Rangsangan dari persekitaran luar termasuk cahaya, bunyi, bau, rasa, suhu persekitaran, tekanan dan sentuhan.
- (b) Rangsangan dari persekitaran dalam merangkumi perubahan tekanan osmosis darah, perubahan suhu badan dan perubahan aras gula dalam darah.

Mamalia mengesan rangsangan melalui sel deria khas yang disebut **reseptor**. Apabila reseptor mengesan sesuatu rangsangan seperti bunyi, rangsangan ditukar kepada impuls saraf. Impuls saraf dihantar ke otak melalui sel saraf atau neuron. **Otak** merupakan pusat integrasi yang menterjemah impuls saraf dan mengkoordinasi suatu gerak balas yang sesuai.

Gerak balas merujuk kepada cara organisma bertindak selepas mengesan sesuatu rangsangan. Bahagian badan yang melakukan gerak balas tersebut dikenali sebagai **efektor**. Contoh efektor ialah otot dan kelenjar. Rajah 12.1 dan Rajah 12.2 menghuraikan komponen utama dan laluan yang terlibat dalam mengesan dan bergerak balas terhadap perubahan persekitaran luar dan dalam.



Rangsangan dari persekitaran luar
(contoh: bunyi telefon berdering)

Dikesan oleh reseptor deria
dalam organ deria dan
diubah menjadi impuls saraf

Impuls saraf dihantar
melalui neuron deria
ke pusat integrasi

Di pusat integrasi (otak), impuls
saraf diinterpretasi dan suatu
gerak balas dicetuskan

Impuls dihantar melalui
neuron motor ke efektor

Efektor (otot tangan)
menghasilkan gerak balas
(menjawab telefon)



RAJAH 12.1 Komponen utama dan laluan yang terlibat dalam mengesan dan bergerak balas terhadap perubahan persekitaran luar

Reseptor dan efektor bekerjasama untuk membawa perubahan yang sesuai bergantung pada rangsangan yang dikesan.

Koordinasi ialah proses pengesanan rangsangan oleh reseptor yang berakhir dengan gerak balas yang bersesuaian oleh efektor. Koordinasi memastikan keseluruhan aktiviti dan sistem sesuatu organisma berfungsi dan diselaraskan dengan sempurna sebagai satu unit yang lengkap. Peranan koordinasi dan gerak balas dijalankan oleh dua sistem yang berlainan iaitu sistem saraf dan sistem endokrin.

Kedua-dua sistem ini bekerjasama untuk mengkoordinasi dan mengawal gerak balas.

Zon Aktiviti



Jalankan aktiviti main peranan untuk menerangkan koordinasi dan gerak balas.



RAJAH 12.2 Komponen utama dan laluan yang terlibat dalam mengesan dan bergerak balas terhadap perubahan persekitaran dalam

Jenis-jenis reseptor

Merentas Bidang

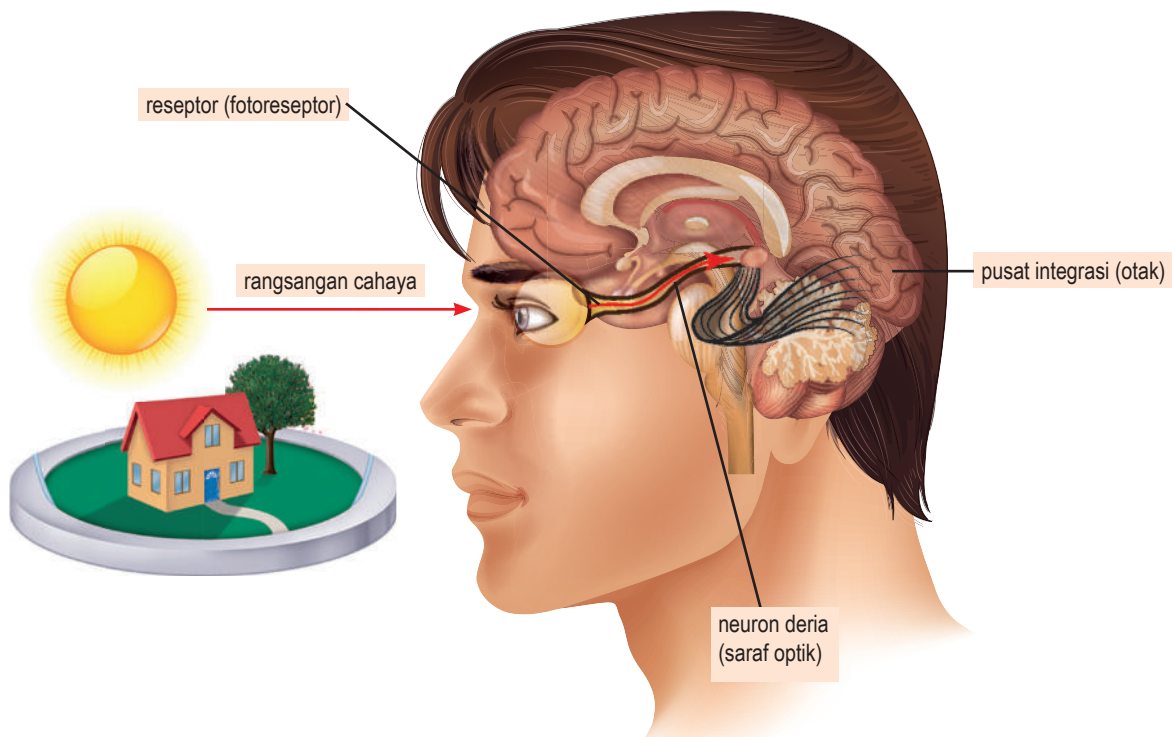


Semua reseptor boleh dianggap sebagai pengubah tenaga, iaitu reseptor boleh mengubah satu bentuk tenaga kepada bentuk lain. Misalnya, fotoreseptor mata mengubah tenaga cahaya kepada bentuk yang boleh diterima oleh sistem saraf iaitu isyarat elektrik.

Reseptor deria yang terdapat pada hujung gentian saraf mengesan maklumat di persekitaran luar dan dalam. Lokasi reseptor bergantung pada jenis rangsangan yang dikesan. Setiap jenis reseptor biasanya peka terhadap jenis rangsangan tertentu. Misalnya, reseptor deria yang mengesan rangsangan luar terdapat dalam organ deria khas seperti mata, hidung, lidah dan kulit. Reseptor deria yang mengesan rangsangan dalam terdapat dalam organ dalaman yang spesifik, misalnya sel pankreas yang mengesan aras gula dalam darah.

JADUAL 12.1 Jenis reseptor deria dan rangsangan yang terlibat

Reseptor deria	Rangsangan
Fotoreseptor	Cahaya
Termoreseptor	Perubahan suhu
Kemoreseptor	Bahan kimia
Baroreseptor	Perubahan tekanan
Mekanoreseptor	Sentuhan dan tekanan
Nosiseptor	Kesakitan



RAJAH 12.3 Pengesanan rangsangan luar oleh fotoreseptor



GAMBAR FOTO 12.1 Haiwan bermigrasi apabila mengesan perubahan iklim

Keperluan gerak balas

Mengapakah organisma perlu bergerak balas terhadap rangsangan luar dan rangsangan dalam? Keupayaan organisma untuk mengesan perubahan dalam persekitaran luar dan bergerak balas terhadap rangsangan tersebut amat penting untuk kemandirian organisma. Bagi sesetengah haiwan, perubahan keadaan iklim yang mendadak mendorong haiwan mencari tempat perlindungan yang baharu.

Keupayaan organisma untuk mengesan perubahan persekitaran dalam juga sangat penting supaya maklumat dapat disampaikan ke pusat integrasi. Pusat integrasi kemudian akan menghantar maklumat kepada efektor untuk bergerak balas terhadap perubahan tersebut. Misalnya, apabila suhu badan meningkat melebihi julat normal, maklumat ini akan disampaikan kepada pusat integrasi oleh reseptor. Pusat integrasi akan menghantar impuls saraf kepada efektor supaya menurunkan semula suhu badan kepada julat normal. Kesimpulannya, manusia dan haiwan perlu bergerak balas agar dapat menyesuaikan diri dengan perubahan persekitaran.



GAMBAR FOTO 12.2
Gerak balas yang cepat diperlukan untuk menyelamatkan bola di pintu gol

Praktis Formatif 12.1

- 1 Apakah maksud gerak balas?
- 2 Apakah organ deria yang mempunyai reseptor deria mekanoreseptor?
- 3 Pada pendapat anda, mengapa koordinasi sangat penting bagi manusia?



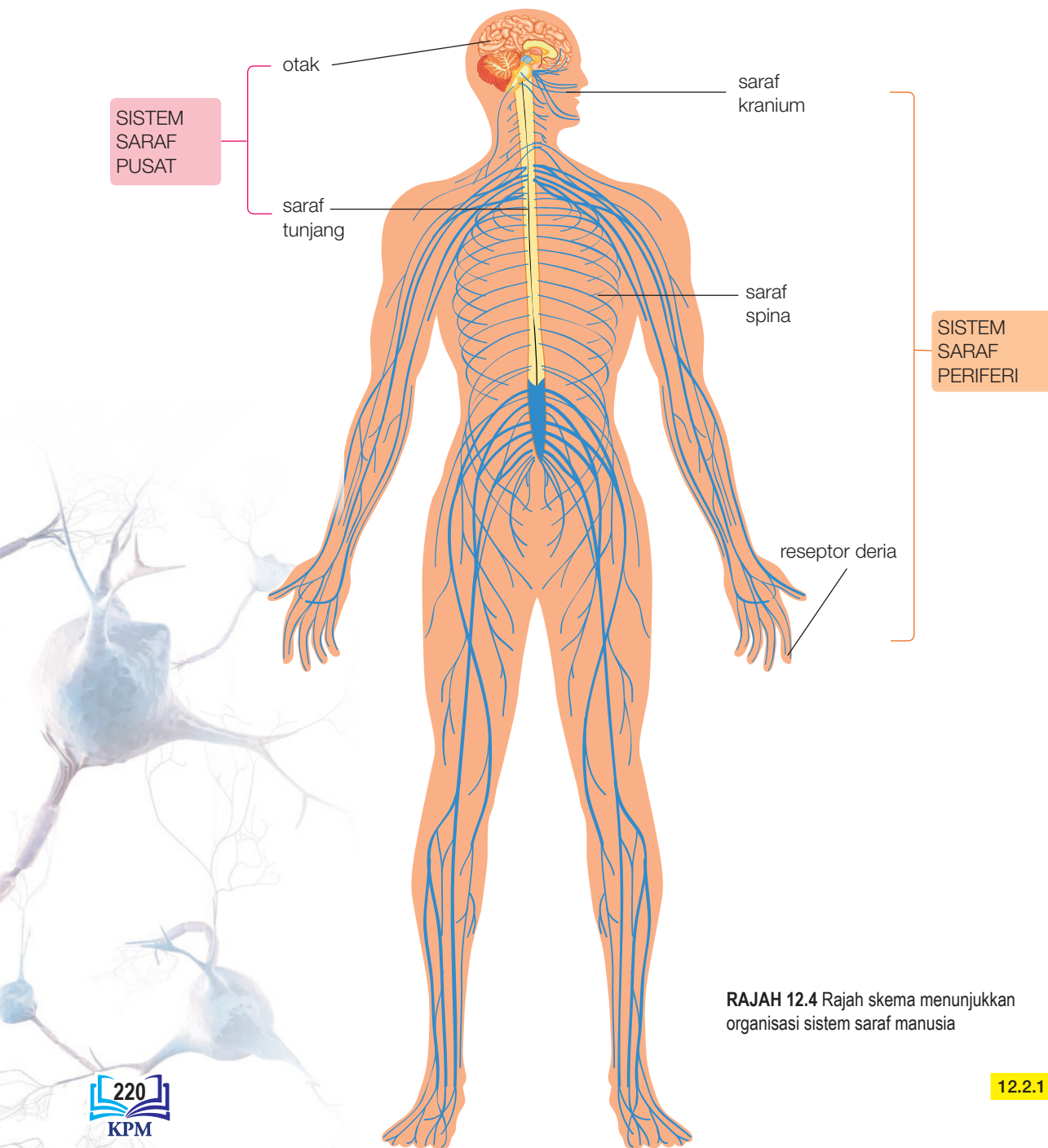
- 4 Anda terasa gigitan nyamuk di kaki anda lalu memukul nyamuk tersebut. Huraikan laluan yang terlibat dalam mengesan dan bergerak balas terhadap rangsangan gigitan nyamuk.



12.2 Sistem Saraf

Sistem saraf manusia terdiri daripada rangkaian sel saraf atau neuron. Sistem ini dibahagi kepada dua subsistem utama: **sistem saraf pusat** dan **sistem saraf periferi**.

Sistem saraf pusat terdiri daripada **otak** dan **saraf tunjang**. Sistem saraf periferi terdiri daripada 12 pasang **saraf kranium** dan 31 pasang **saraf spina**. Saraf kranium menghantar impuls dari dan ke otak. Saraf spina menghantar impuls dari dan ke saraf tunjang.



RAJAH 12.4 Rajah skema menunjukkan organisasi sistem saraf manusia

Otak

Tahukah anda bahawa otak terdiri daripada lebih kurang 100 bilion neuron? Otak merupakan **pusat koordinasi** dan **kawalan** bagi manusia. Bahagian-bahagian utama otak manusia ialah **serebrum**, **hipotalamus**, **serebelum**, **medula oblongata** dan **kelenjar pituitari** (Rajah 12.5).



SEREBRUM

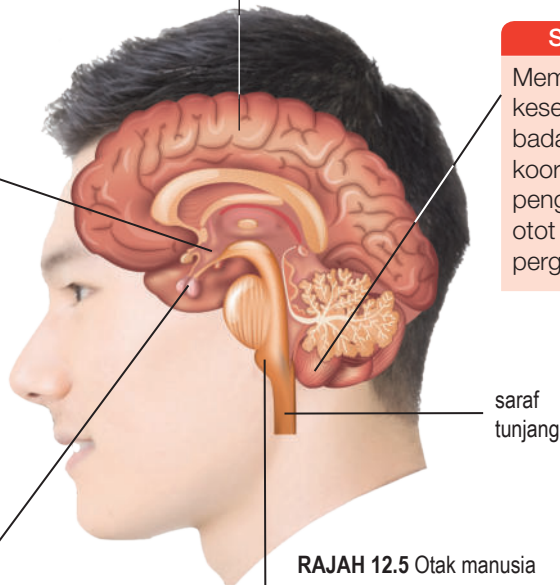
- Merupakan struktur yang paling besar dan kompleks pada bahagian hadapan otak.
- Permukaannya berlipat-lipat bagi menambahkan luas permukaan untuk memuatkan lebih banyak saraf.
- Merupakan pusat mengawal emosi, pendengaran, penglihatan, personaliti dan tindakan terkawal.
- Serebrum menerima maklumat dan rangsangan daripada reseptor.
- Maklumat ini dianalisis, diintegrasikan dan dihubungkan untuk menghasilkan persepsi deria.
- Gerak balas ditentukan dan arahan diberikan kepada efektor.
- Serebrum juga bertanggungjawab terhadap keupayaan mental yang tinggi seperti pembelajaran, kebolehan mengingat, kemahiran berbahasa dan kemahiran matematik.

HIPOTALAMUS

- Mengkoordinasi homeostasis.
- Merupakan pusat kawalan untuk mengawal atur suhu badan, keseimbangan air, tekanan darah serta mengesan kelaparan, dahaga dan keletihan.
- Hipotalamus menghubungkan sistem saraf kepada sistem endokrin melalui kelenjar pituitari.
- Mengawal rembesan beberapa jenis hormon kelenjar pituitari.

SEREBELUM

Memelihara keseimbangan badan serta koordinasi pengecutan otot untuk pergerakan badan.



KELENJAR PITUITARI

- Terletak pada dasar hipotalamus.
- Kelenjar utama dalam sistem endokrin.
- Kelenjar ini merembes hormon yang mengawal rembesan hormon oleh kelenjar endokrin yang lain.

MEDULA OBLONGATA

- Terletak pada anterior serebelum.
- Mengawal tindakan luar kawal seperti denyutan jantung, pernafasan, pencernaan makanan, pemvascerutan, tekanan darah, peristalsis, muntah, batuk, bersin dan menelan.

Fikirkan!



Dalam keratan saraf tunjang yang baru dibedah, jirim putih kelihatan putih manakala jirim kelabu kelihatan kelabu. Bolehkah anda jelaskan mengapa?

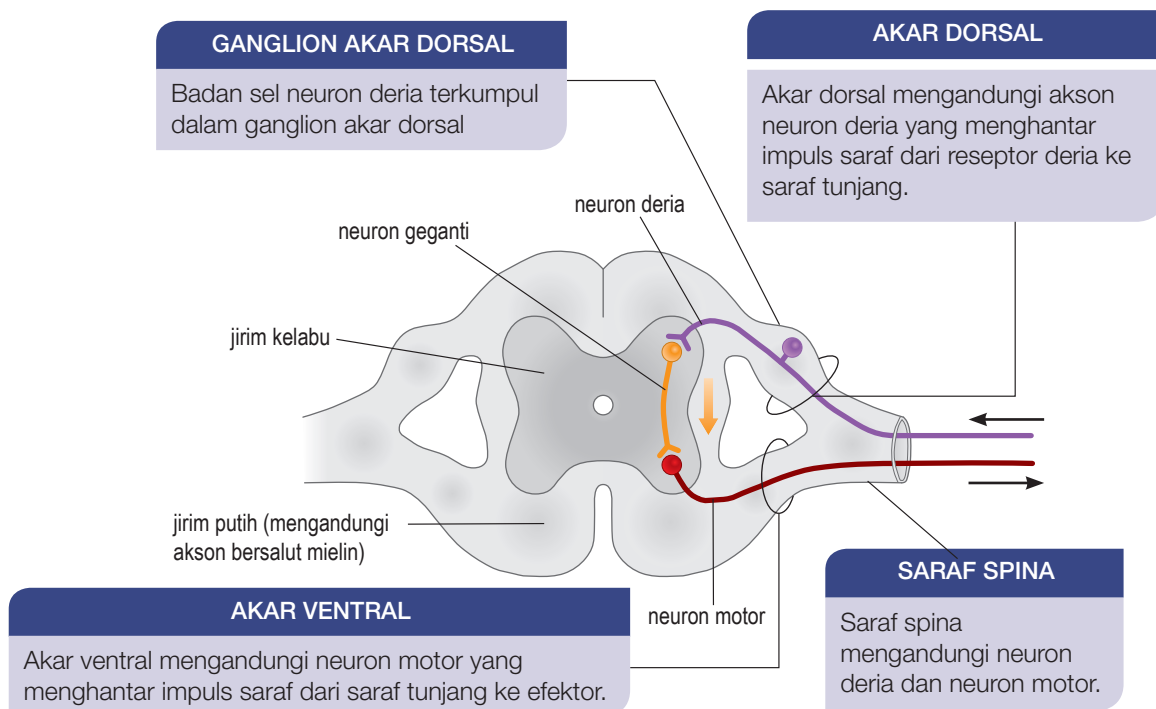
Saraf tunjang

Saraf tunjang terkandung dalam turus vertebra dan dikelilingi oleh bendalir serebrospina yang memberi perlindungan dan membekalkan saraf tunjang dengan nutrien. Saraf tunjang terdiri daripada **jirim putih** dan **jirim kelabu** (Rajah 12.6). Dalam keratan rentas, jirim kelabu kelihatan seperti rama-rama atau huruf 'H'. Jirim kelabu terdiri terutamanya daripada badan sel dan dikelilingi oleh jirim putih. Jirim putih terdiri daripada akson yang disalut dengan salut mielin dan memanjang ke atas dan ke bawah saraf tunjang. **Saraf spina** muncul dari saraf tunjang melalui dua cabang pendek atau akar iaitu **akar dorsal** dan **akar ventral**.

Fungsi saraf tunjang adalah

- (a) untuk memproses beberapa jenis maklumat deria dan menghantar gerak balas melalui neuron motor
- (b) mengawal tindakan refleks
- (c) menghubungkan otak dengan sistem saraf periferi

Fungsi struktur terperinci saraf tunjang diringkaskan dalam Rajah 12.6.



RAJAH 12.6 Keratan rentas menunjukkan struktur terperinci saraf tunjang, bahagian jirim putih dan jirim kelabu

Sistem saraf periferi

Sistem saraf periferi terdiri daripada **sistem saraf soma** dan **sistem saraf autonomi**. Sistem saraf soma mengawal semua tindakan terkawal. Sistem saraf autonomi mengawal tindakan luar kawal seperti denyutan jantung dan pengecutan salur darah. Fungsi sistem saraf periferi ialah menghubungkan **reseptor deria** dan **efektor** kepada sistem saraf pusat.

Praktis Formatif 12.2

- 1 Jelaskan peranan otak dalam koordinasi badan.
- 2 Bandingkan fungsi serebelum dengan medula oblongata.

- 3 Nyatakan satu perbezaan antara fungsi sistem saraf soma dengan sistem saraf autonomi.
- 4 Jelaskan mengapa kita tidak dapat menahan bersin.



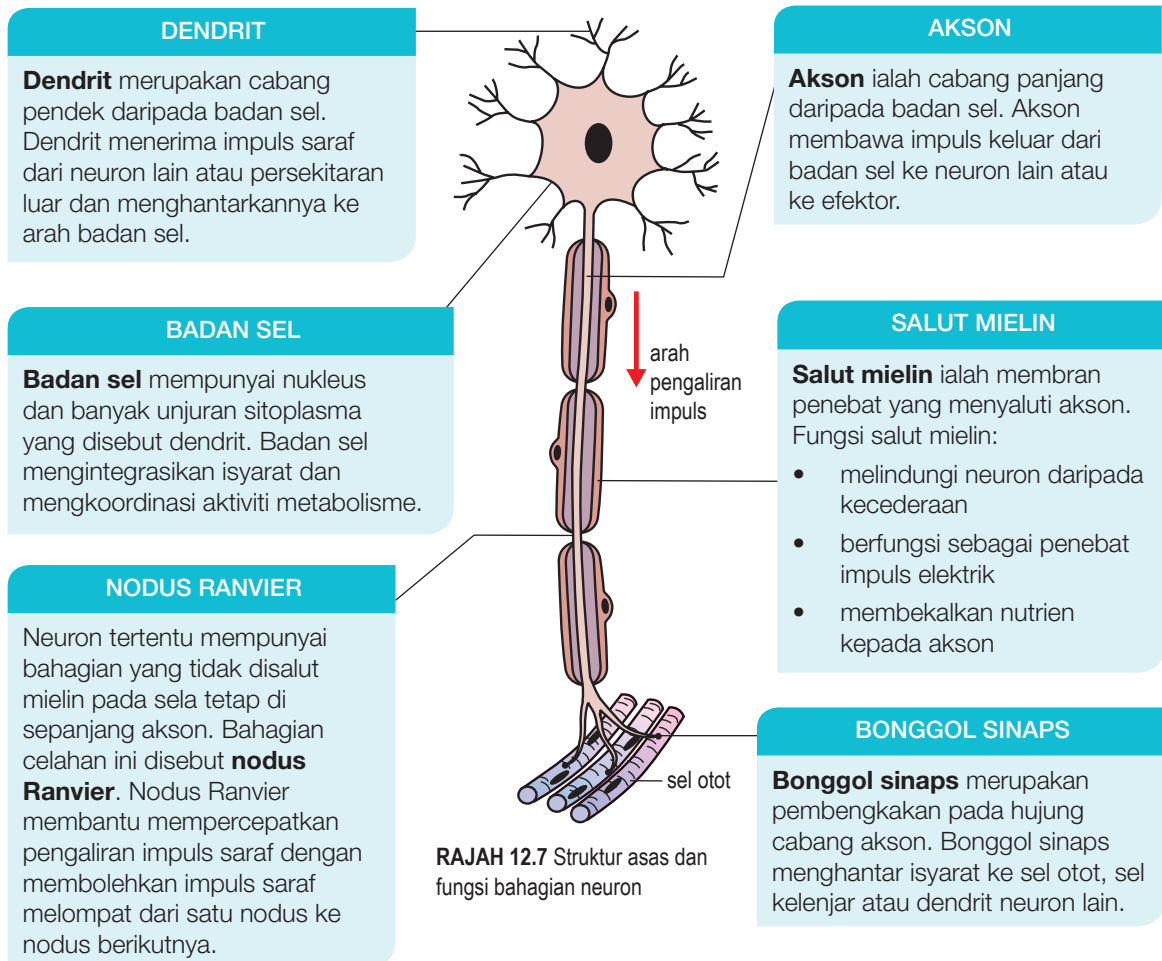
Fikirkan!

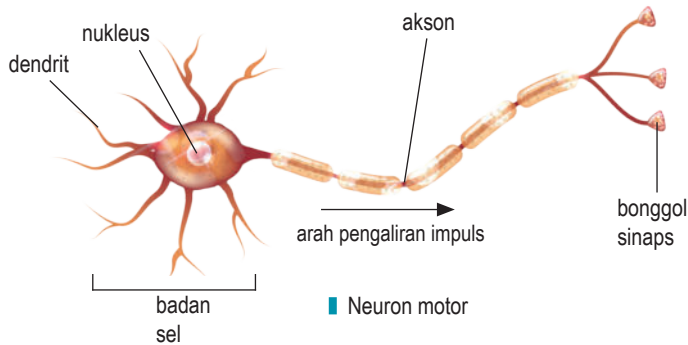


Seseorang yang diserang strok menghadapi kesukaran untuk menggerakkan tangan kirinya. Bahagian otak manakah yang telah mengalami kecederaan?

12.3 Neuron dan Sinaps

Sistem saraf terdiri daripada berjuta sel saraf yang disebut **neuron**. Struktur asas neuron terdiri daripada **badan sel**, **akson**, **dendrit**, **salut mielin**, **nodus Ranvier** dan **bonggol sinaps** (Rajah 12.7). Terdapat tiga jenis neuron iaitu **neuron deria**, **neuron geganti** dan **neuron motor** (Rajah 12.8).



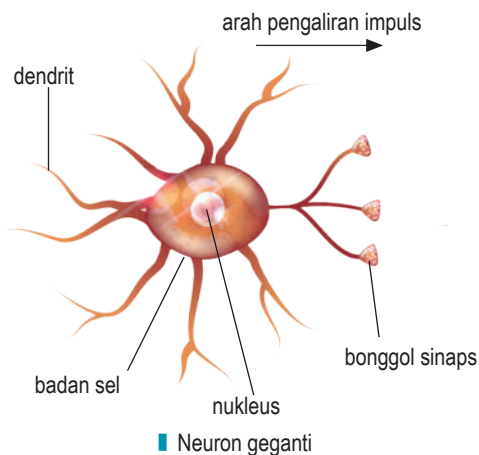
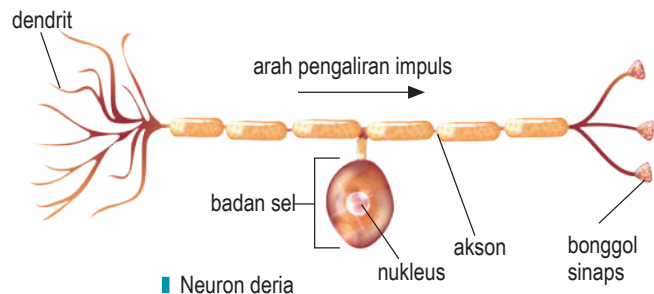


NEURON MOTOR

- Terdapat dalam akar ventral saraf spina.
- Menerima impuls saraf dari **neuron geganti** sistem saraf pusat dan menghantar impuls saraf ke **efektor** seperti otot atau kelenjar untuk menghasilkan gerak balas yang sewajarnya.
- Badan sel terdapat dalam jirim kelabu saraf tunjang.

NEURON DERIA

- Terdapat dalam akar dorsal saraf spina.
- Membawa impuls saraf dari **reseptor** organ deria ke **sistem saraf pusat**.
- Badan sel terdapat dalam **ganglion akar dorsal**.
- Dendrit menerima impuls saraf dari reseptor dan menghantar ke arah badan sel.
- Impuls saraf dialirkan dari badan sel melalui akson ke neuron berikutnya.



NEURON GEGANTI

- Gentian neuron yang terdapat dalam sistem saraf pusat.
- Menghubungkan **neuron deria** kepada **neuron motor**.
- Badan sel terdapat secara kelompok dalam jirim kelabu sistem saraf pusat.
- Menghantar impuls saraf dari neuron deria ke sistem saraf pusat dan dari sistem saraf pusat ke neuron motor.

RAJAH 12.8 Jenis dan fungsi neuron

Struktur sinaps dan fungsinya

Maklumat dihantar di sepanjang neuron melalui isyarat elektrik yang dikenali sebagai **impuls saraf**. Impuls ialah gelombang cas positif yang dialirkan di sepanjang akson ke bonggol sinaps. Terdapat satu celah sempit yang dikenali sebagai **sinaps** yang memisahkan bonggol sinaps daripada dendrit neuron yang menerima impuls. Isyarat elektrik yang membawa maklumat mesti dipindahkan merentasi sinaps supaya pemancaran impuls dapat diteruskan ke neuron berikutnya.

Sinaps memainkan peranan penting untuk membenarkan impuls saraf dipindahkan dalam satu arah. Dengan itu, sinaps boleh mengawal jenis impuls yang merentasinya.

Penghantaran impuls merentasi sinaps

Pemancaran impuls merentasi sinaps adalah secara kimia. Bahan kimia yang terlibat ialah **neurotransmitter** yang disimpan dalam **vesikel sinaps** yang terkumpul di hujung bonggol sinaps. Dua contoh neurotransmitter yang dijumpai di kebanyakan sinaps ialah asetilkolina dan noradrenalina. Contoh lain ialah serotonin dan dopamina.

Proses pemancaran impuls melalui sinaps adalah lambat kerana proses ini berlaku secara kimia. Pada mulanya, isyarat elektrik ditukar kepada isyarat kimia dalam bentuk neurotransmitter, kemudian penukaran semula bahan kimia kepada isyarat elektrik pada membran neuron penerima. Penghantaran impuls merentasi sinaps ditunjukkan dalam Rajah 12.9.

Ular tedung mempunyai bisa yang menyebabkan kelumpuhan dengan menghalang tindakan pengutus neurotransmitter.



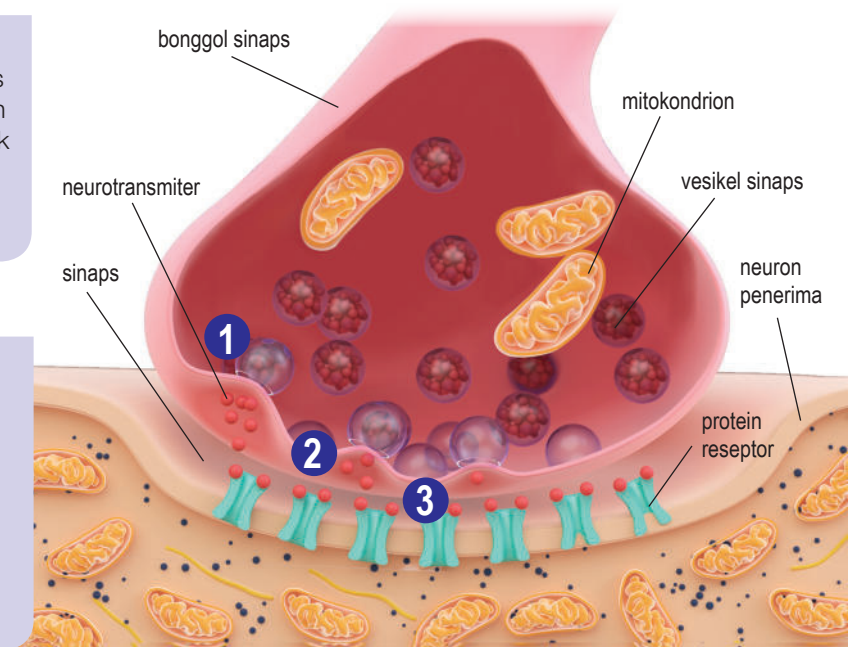
Video: Sinaps

(Dicapai pada 21 Ogos 2019)

1 Apabila impuls elektrik sampai ke bonggol sinaps, vesikel sinaps dirangsang untuk membebaskan **neurotransmitter** ke dalam sinaps.

2 **Neurotransmitter** meresap melalui sinaps dan bergabung dengan protein reseptor spesifik yang merupakan reseptor pada dendrit neuron penerima.

3 Penggabungan neurotransmitter dengan reseptor merangsang pencetusan impuls yang seterusnya supaya impuls dapat dipancarkan terus melalui neuron ini.



RAJAH 12.9 Penghantaran impuls merentasi sinaps

Bonggol sinaps mengandungi banyak mitokondrion untuk menjana tenaga yang diperlukan untuk penghantaran impuls saraf.



Praktis Formatif 12.3

Zon Aktiviti



Reka bentuk model simulasi koordinasi saraf dengan menggunakan litar elektrik.

- 1 Apakah fungsi neuron motor?
- 2 Mengapakah bonggol sinaps mengandungi banyak mitokondrion?
- 3 Bagaimanakah impuls elektrik dihantar melalui sinaps?



- 4 Ramalkan apa yang akan berlaku kepada penghantaran impuls sekiranya neuron tidak mempunyai salut mielin.

12.4 Tindakan Terkawal dan Tindakan Luar Kawal

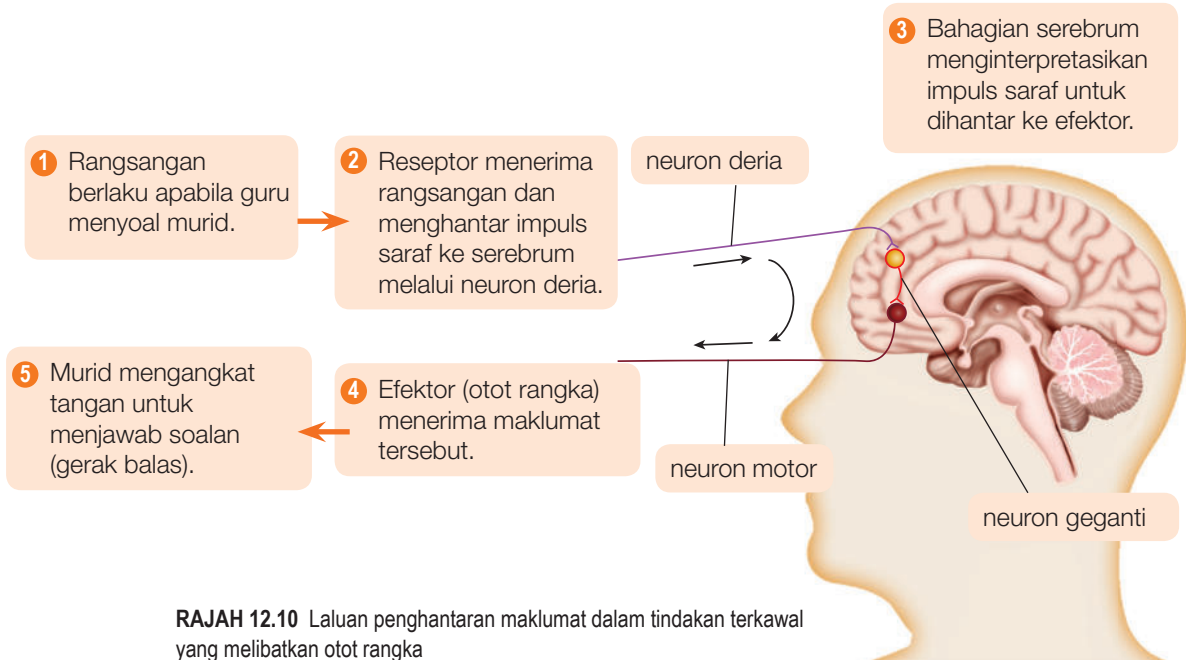
Gerak balas yang dihasilkan adalah sama ada **tindakan terkawal** atau **tindakan luar kawal**. Apakah laluan penghantaran maklumat yang terlibat dalam kedua-dua tindakan ini? Apakah perbezaan antara tindakan terkawal dan tindakan luar kawal? Jadual 12.2 menunjukkan perbandingan antara tindakan terkawal dengan tindakan luar kawal.

JADUAL 12.2 Perbandingan antara tindakan terkawal dengan tindakan luar kawal

Tindakan terkawal	Tindakan luar kawal
Persamaan	
Kedua-dua tindakan melibatkan rangsangan, impuls, neuron dan organ efektor.	
Perbezaan	
Tindakan yang kita sedari dan dilakukan mengikut kehendak kita	Tindakan yang berlaku secara automatik dan berlaku tanpa kita sedari
Melibatkan sistem saraf soma	Melibatkan sistem saraf autonomi
Dikawal oleh korteks serebrum	Dikawal oleh medula oblongata dan hipotalamus
Melibatkan gerak balas otot rangka	Melibatkan gerak balas otot licin dan kelenjar

TINDAKAN TERKAWAL YANG MELIBATKAN OTOT RANGKA

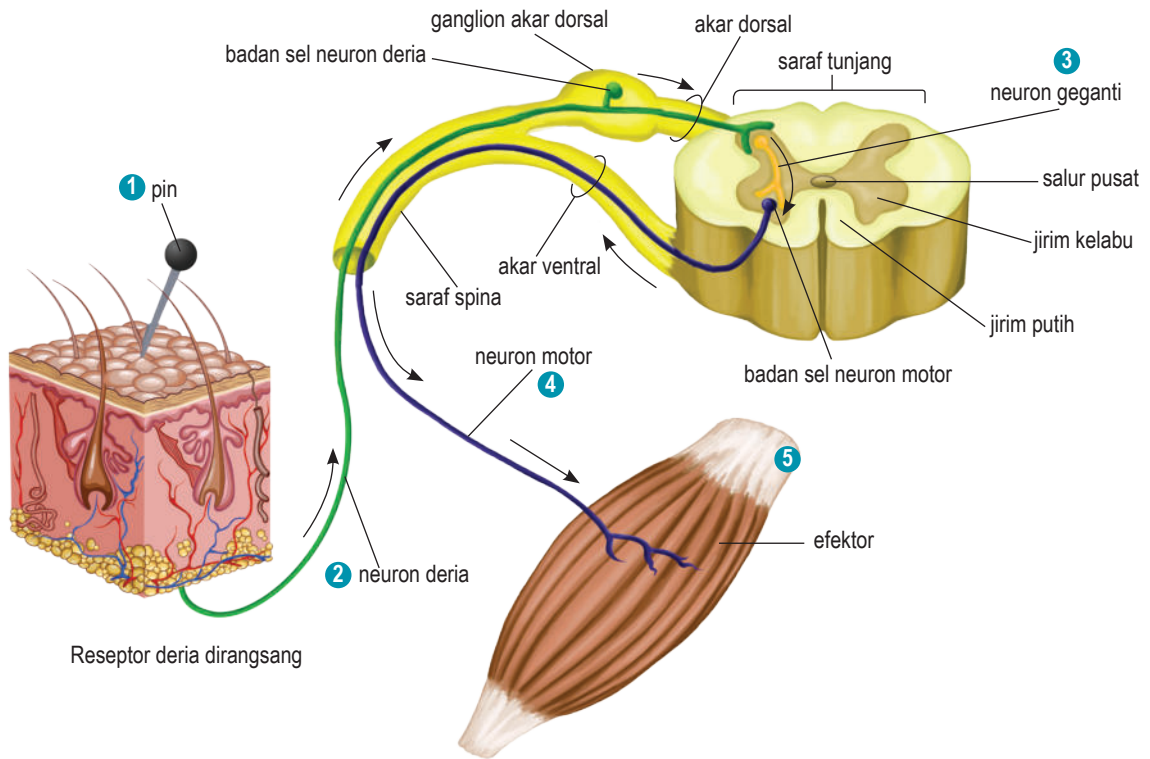
- Tindakan terkawal seperti berjalan, bercakap atau memberus gigi merupakan tindakan yang disedari.
- Misalnya, anda boleh secara sukarela mengangkat tangan untuk menjawab soalan.
- Tindakan terkawal yang melibatkan otot rangka dikawal oleh korteks serebrum.
- Oleh sebab maklumat sampai ke korteks serebrum iaitu aras kesedaran kita, persepsi tentang persekitaran luar dapat dihasilkan.
- Laluan maklumat dalam tindakan terkawal ditunjukkan dalam Rajah 12.10.



Tindakan luar kawal yang melibatkan otot rangka: gerak balas refleks

Arka refleks tiga neuron

- Beberapa situasi memerlukan tindakan yang serta-merta dan spontan.
- Jika jari anda tercukuk pin tajam, anda akan mengalihkan jari dengan serta-merta tanpa berfikir panjang.
- Ini dikenali sebagai **tindakan refleks**.
- Tindakan refleks ialah gerak balas pantas terhadap rangsangan tanpa dikawal oleh otak.
- Laluan saraf yang terlibat dalam tindakan refleks disebut **arka refleks** (Rajah 12.11).
- Tindakan refleks mengalihkan jari daripada pin tajam melibatkan **tiga neuron** dan komunikasi antara neuron dalam sistem saraf periferi dan saraf tunjang.



Reseptor deria dirangsang



RAJAH 12.11 Arka refleks yang melibatkan tiga neuron dan saraf tunjang

Kepentingan tindakan refleks

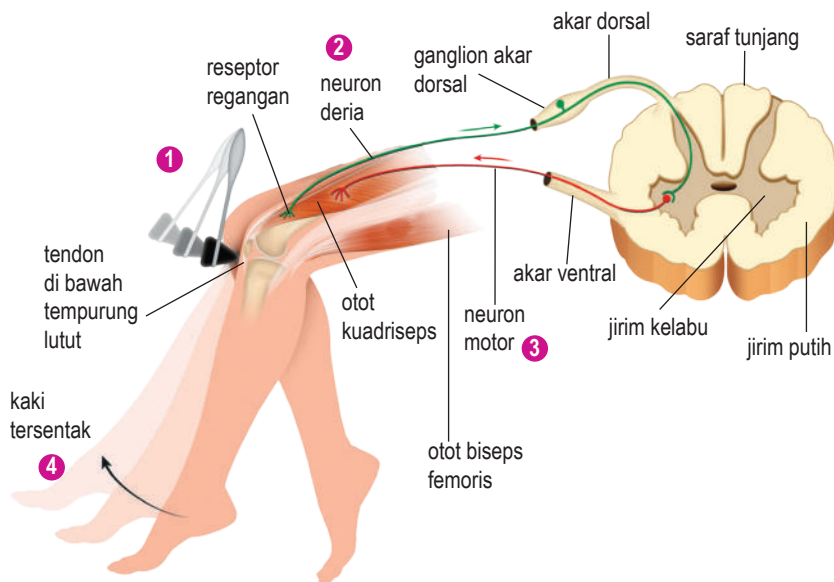
- Tindakan refleks menghasilkan gerak balas spontan tanpa perlu menunggu arahan daripada otak.
- Masa tambahan yang diperlukan untuk otak menganalisis maklumat sebelum mencetuskan gerak balas boleh menyebabkan kecederaan serius.
- Oleh sebab tindakan refleks melibatkan saraf tunjang, otak dapat bertumpu kepada aras pemikiran yang lebih tinggi.

Arka refleks dua neuron

Satu lagi tindakan refleks ialah **sentakan lutut** atau **refleks patelar** (Rajah 12.12). Refleks ini menggunakan laluan saraf yang melibatkan **dua neuron** iaitu neuron deria dan neuron motor. Doktor kadang-kadang menguji keberkesanan sistem saraf seseorang dengan mengetuk lutut menggunakan penukul getah (Gambar foto 12.3).

1 Apabila tendon di bawah tempurung lutut diketuk, otot kuadriseps menjadi regang dan merangsang reseptor regangan untuk mencetuskan impuls saraf.

2 Neuron deria menghantar impuls saraf ke neuron motor dalam saraf tunjang.



4 Otot kuadriseps mengecut lalu menyebabkan kaki tersentak ke hadapan.

3 Neuron motor kemudiannya menghantar impuls dari saraf tunjang ke efektor iaitu otot kuadriseps.

RAJAH 12.12 Arka refleks dalam sentakan lutut melibatkan dua neuron



GAMBAR FOTO 12.3
Doktor menguji sentakan lutut

Dunia Biologi Kita

Tindakan refleks seperti batuk melindungi peparu daripada zarah-zarah asing dari persekitaran luar. Refleks anak mata menghalang kerosakan kepada retina.

Zon Aktiviti

Lukis arka refleks.

Praktis Formatif 12.4

1 Nyatakan urutan penghantaran impuls arka refleks dalam sentakan lutut.

2 Salah satu contoh tindakan refleks adalah menarik tangan apabila tersentuh objek panas. Takrifkan tindakan refleks dan nyatakan kepentingannya.

3 Bezakan antara tindakan terkawal dengan tindakan luar kawal.

4 Seseorang yang telah kehilangan kakinya akibat penyakit tertentu masih boleh merasai kesakitan pada bahagian yang telah dipotong. Jelaskan mengapa.

12.5

Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Saraf Manusia

Dunia Biologi Kita



Risiko penyakit Alzheimer lebih tinggi dalam kalangan individu yang jarang mencabar minda mereka untuk belajar dan berfikir secara kritikal.

EPILEPSI

Kejadian aktiviti tidak normal di bahagian tertentu otak menyebabkan sel-sel saraf mengeluarkan isyarat yang luar biasa. Seseorang yang mengalami epilepsi mungkin berkeadaan tidak sedar dan mengalami kekejangan otot.

LUMPUH OTAK (CEREBRAL PALSY)

Lumpuh otak berlaku disebabkan oleh kerosakan otak sebelum atau selepas kelahiran bayi. Kemungkinan juga berlaku semasa kanak-kanak berumur 3–5 tahun. Penyakit ini menyebabkan kegagalan otot dan keupayaan motor pergerakan berfungsi dengan sempurna.

Penyakit sistem saraf

Kita harus bersyukur kerana mempunyai sistem saraf pusat yang berfungsi dengan baik. Akan tetapi, sistem saraf pusat boleh menjadi rosak dan tidak berfungsi secara efisien.

Beberapa contoh isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem saraf diberikan di bawah.

SKLEROSIS BERGANDA

Penyakit progresif akibat ketidaknormalan sistem keimunan yang menyerang salut mielin dalam otak dan saraf tunjang. Kerosakan salut mielin menghalang penghantaran impuls dari dan ke otak.

PENYAKIT ALZHEIMER

Penyakit ini menyebabkan kehilangan keupayaan untuk menaakul dan menjaga diri sendiri. Pesakit biasanya bercelaru, mudah lupa dan hilang arah walaupun berada di tempat yang lazim. Sekiranya kemerosotan otak berterusan, pesakit tersebut akan kehilangan kebolehan untuk membaca, menulis, makan, berjalan dan bertutur.

PENYAKIT PARKINSON

Penyusutan sistem saraf yang menyebabkan anggota badan, rahang, kaki dan muka seseorang terketar-ketar. Pesakit juga mempunyai kesukaran untuk mengekalkan postur dan keseimbangan badan.

LOU GEHRIG/AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS (ALS)

Penyakit ini disebabkan oleh kemerosotan dan kematian neuron motor yang mengawal pergerakan otot seperti mengunyah, berjalan dan bertutur.

ATTENTION-DEFICIT HYPERACTIVITY DISORDER (ADHD)

Sejenis penyakit otak yang menyebabkan seseorang menjadi hiperaktif, tidak boleh memberi tumpuan dan mudah menjadi bosan.

AUTISME

Sejenis penyakit berkaitan dengan perkembangan saraf dalam otak. Autisme menyebabkan seseorang individu menghadapi masalah berkomunikasi dan berinteraksi.

Aktiviti 12.1

Rawatan kaedah tradisional untuk isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem saraf

Kajian Ilmiah

Bahan

Majalah perubatan, Internet

Prosedur

Jalankan kajian ilmiah tentang penggunaan kaedah tradisional (akupunktur, refleksologi dan lain-lain) dalam rawatan isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem saraf.

Perbincangan

Apakah kaedah tradisional yang dapat merawat isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem saraf?

Kesan penyalahgunaan dadah dan alkohol terhadap koordinasi dan gerak balas manusia

Terdapat banyak jenis dadah yang digunakan untuk tujuan perubatan, misalnya marijuana digunakan oleh doktor dalam kuantiti yang sedikit untuk mengurangkan rasa loya pesakit kanser selepas menjalani rawatan kemoterapi. Akan tetapi, penyalahgunaan dadah selain daripada tujuan perubatan boleh menyebabkan kesan sampingan yang serius dan besar kemungkinan membawa maut. Antara kesan penyalahgunaan dadah terhadap penagih ialah:

- menyebabkan ketagihan
- ketagihan yang menyebabkan gejala sarak seperti menggeletar, berpeluh dan muntah sekiranya dadah tidak diambil

Jadual 12.3 menunjukkan kesan dadah dan alkohol terhadap koordinasi dan gerak balas manusia.



BAB 12

JADUAL 12.3 Dadah dan alkohol serta kesan terhadap sistem saraf

Bahan	Kesan
Dadah perangsang (stimulan)	• Meningkatkan aktiviti sistem saraf pusat • Penggunaan secara berlebihan menyebabkan keadaan seronok yang bersifat sementara dan ini diikuti dengan kemurungan
Dadah penenang (depresen)	• Melambatkan penghantaran impuls saraf • Menenangkan fikiran seseorang
Dadah khayalan	• Pengguna berhalusinasi • Melegakan kesakitan dan kegelisahan
Dadah narkotik	• Melambatkan fungsi normal otak
Alkohol	• Mengganggu koordinasi dan pemikiran • Melambatkan pemindahan impuls saraf

Praktis Formatif 12.5

- 1 Nyatakan simptom-simptom penyakit Alzheimer.
- 2 Terangkan bagaimana dadah mempengaruhi koordinasi saraf seseorang.
- 3 Mengapakah doktor menggunakan dadah dalam rawatan pesakit kanser yang menjalani kemoterapi?
- 4 Terangkan mengapa individu yang mabuk tidak dibenarkan memandu kenderaan.



12.6 Sistem Endokrin

Sistem koordinasi badan memerlukan kerjasama antara sistem endokrin dan sistem saraf. Kedua-dua sistem ini memainkan peranan penting dalam mengekalkan homeostasis. Walaupun kedua-dua sistem ini mempunyai fungsi berlainan, namun kedua-duanya berinteraksi dan saling melengkapi antara satu sama lain untuk mengawal atur dan menyelaraskan segala proses dan aktiviti yang berlaku dalam badan. Apakah itu sistem endokrin?

Sistem endokrin manusia

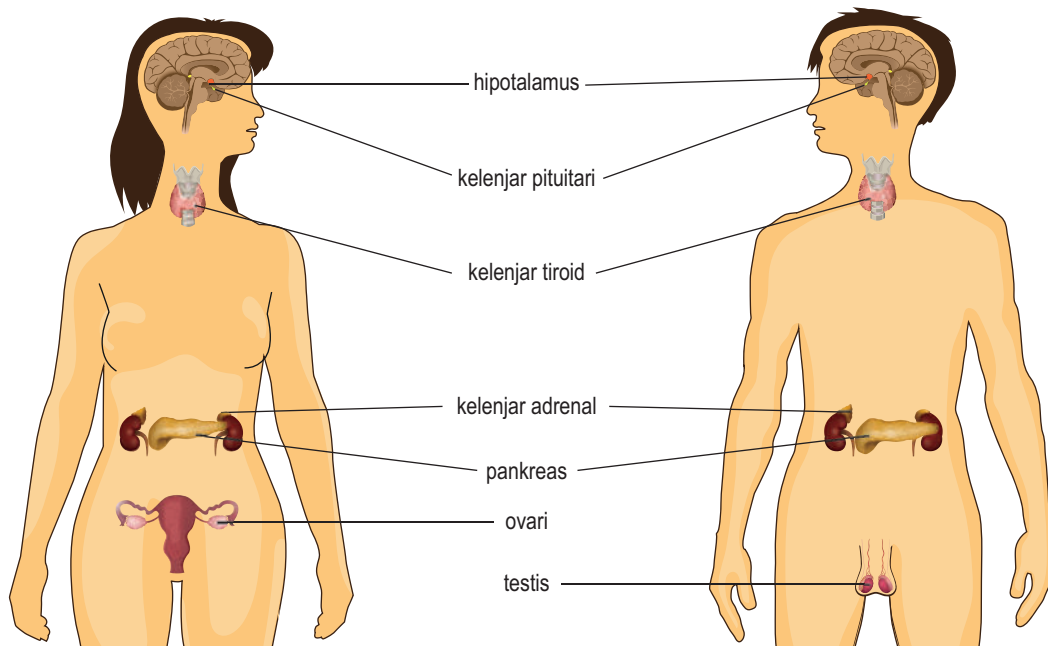
Sistem endokrin terdiri daripada kelenjar yang merembeskan pengutus bahan kimia iaitu **hormon**. Kelenjar endokrin ialah **kelenjar yang tidak berduktus**. Jadi, hormon dirembes secara terus ke dalam aliran darah. Walaupun hormon diangkut ke seluruh badan dalam darah, hormon hanya mempengaruhi dan memberi kesan kepada **sel sasaran** yang spesifik. Hormon bergabung dengan molekul reseptor spesifik pada permukaan membran sel sasaran dan menghasilkan gerak balas spesifik.

Sistem endokrin manusia terdiri daripada banyak kelenjar. Kelenjar merembeskan hormon-hormon berbeza yang terlibat dalam proses fisiologi yang spesifik. Fungsi hormon boleh dibahagikan kepada tiga fungsi utama: pembiakan, pertumbuhan dan homeostasis. Rajah 12.13 menunjukkan kelenjar-kelenjar endokrin.

Kerjaya Milenia



Endokrinologi ialah cabang perubatan yang berkaitan dengan penyakit sistem endokrin dan masalah rembesan hormon.



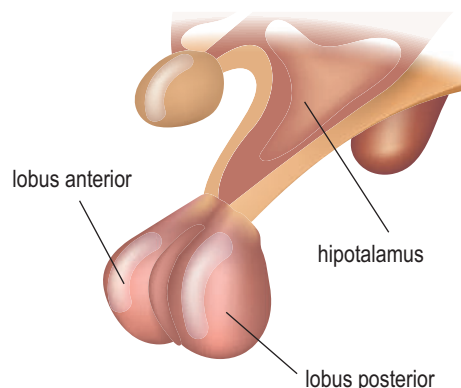
RAJAH 12.13 Kelenjar endokrin dalam sistem endokrin manusia

Fungsi hormon yang dirembeskan oleh setiap jenis kelenjar endokrin

Kelenjar pituitari merupakan kelenjar utama sistem endokrin kerana kelenjar ini merembeskan hormon yang mengawal rembesan kelenjar endokrin yang lain. Kelenjar pituitari terletak pada dasar hipotalamus di dalam otak. Kelenjar pituitari terdiri daripada dua lobus iaitu **lobus anterior** dan **lobus posterior**. Setiap lobus merembeskan hormon yang mempunyai fungsi tertentu (Jadual 12.4 dan Jadual 12.5).

JADUAL 12.4 Fungsi hormon yang dirembeskan oleh lobus posterior kelenjar pituitari

Lobus Posterior Kelenjar Pituitari		
Hormon	Tisu/Organ Sasaran	Fungsi
Antidiuresis (ADH)	Tubul ginjal	Merangsang penyerapan semula air
Oksitosin	• Otot uterus	• Merangsang pengecutan otot uterus semasa kelahiran
	• Kelenjar susu	• Merangsang pengeluaran susu daripada kelenjar susu



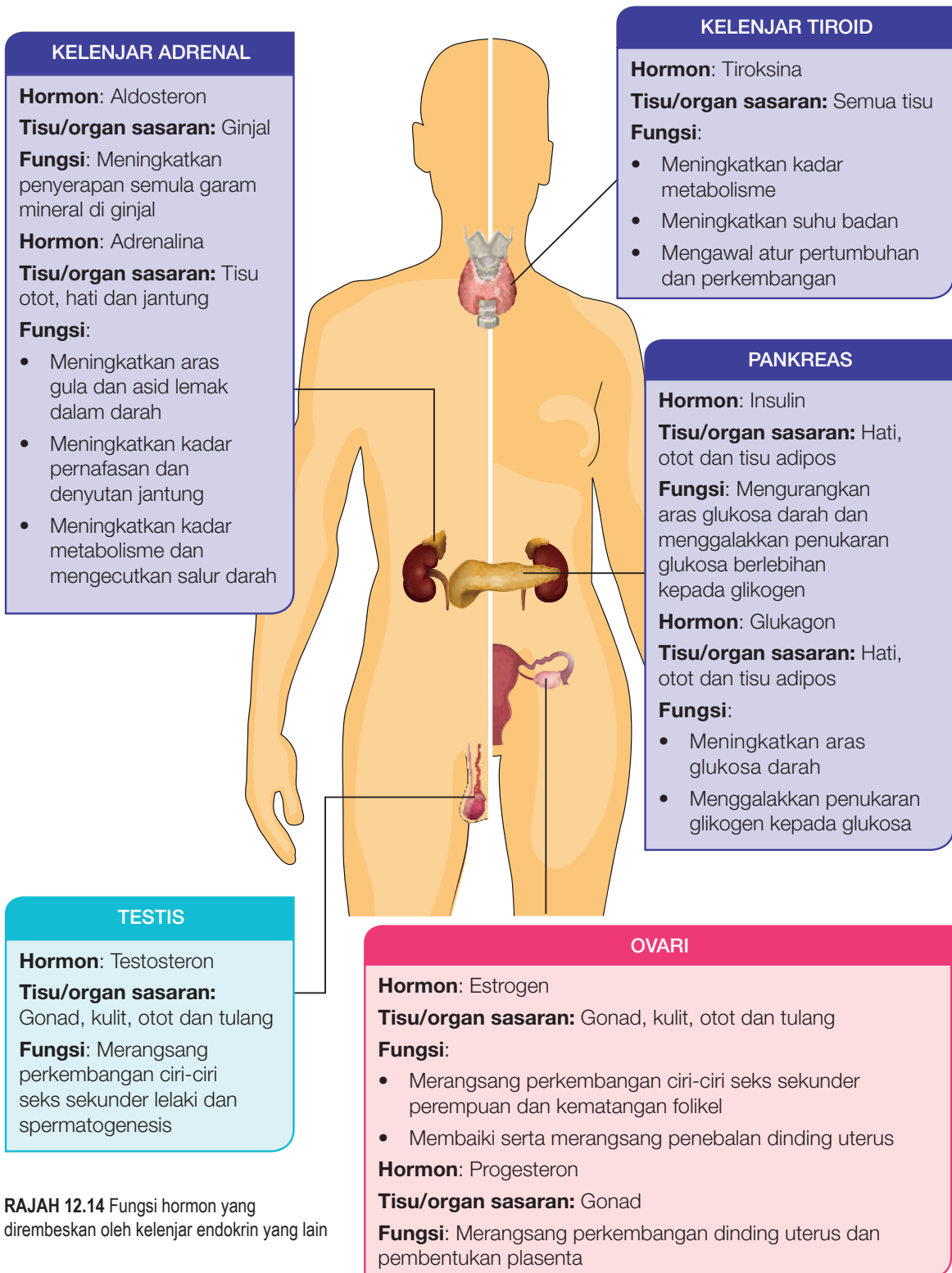
JADUAL 12.5 Fungsi hormon yang dirembeskan oleh lobus anterior kelenjar pituitari

Lobus Anterior Kelenjar Pituitari		
Hormon	Tisu/Organ Sasaran	Fungsi
Peluteinan (LH)	• Ovari	• Merangsang ovulasi, perkembangan korpus luteum, dan rembesan estrogen dan progesteron
	• Testis	• Merangsang rembesan testosteron
Hormon pertumbuhan (GH)	Tisu lembut, tulang	Merangsang pertumbuhan, sintesis protein dan metabolisme lemak
Adrenokortikotrof (ACTH)	Korteks adrenal	Merangsang korteks adrenal untuk merembes hormon
Perangsang tiroid (TSH)	Kelenjar tiroid	Merangsang tiroid untuk merembes tiroksina
Perangsang folikel (FSH)	• Ovari	• Merangsang perkembangan folikel dalam ovari
	• Testis	• Merangsang spermatogenesis

Hormon yang mengawal atur rembesan kelenjar hormon yang lain dikenali sebagai **hormon perangsang**. Ini termasuk hormon perangsang tiroid (TSH) dan hormon adrenokortikotrof (ACTH). Contohnya, TSH merangsang kelenjar tiroid untuk merembes tiroksina.

Hormon yang bertindak secara langsung pada **organ sasaran** termasuklah hormon pertumbuhan (GH), oksitosin dan hormon antidiuresis (ADH). Contohnya, GH bertindak terus pada tulang.

Hipotalamus merembeskan **hormon perembes gonadotrofin (GnRH)**. GnRH merangsang kelenjar pituitari untuk merembes FSH dan LH ke dalam darah.

LELAKI**PEREMPUAN**

RAJAH 12.14 Fungsi hormon yang dirembeskan oleh kelenjar endokrin yang lain

Penglibatan kedua-dua sistem saraf dan sistem endokrin dalam situasi cemas

Pernahkah anda berada dalam situasi cemas? Misalnya, seekor anjing atau angsa tiba-tiba mengejar anda? Bagaimanakah perasaan anda dalam situasi begini? Jantung anda akan berdenyut dengan cepat dan tangan anda berpeluh. Apakah yang menyebabkan keadaan ini?

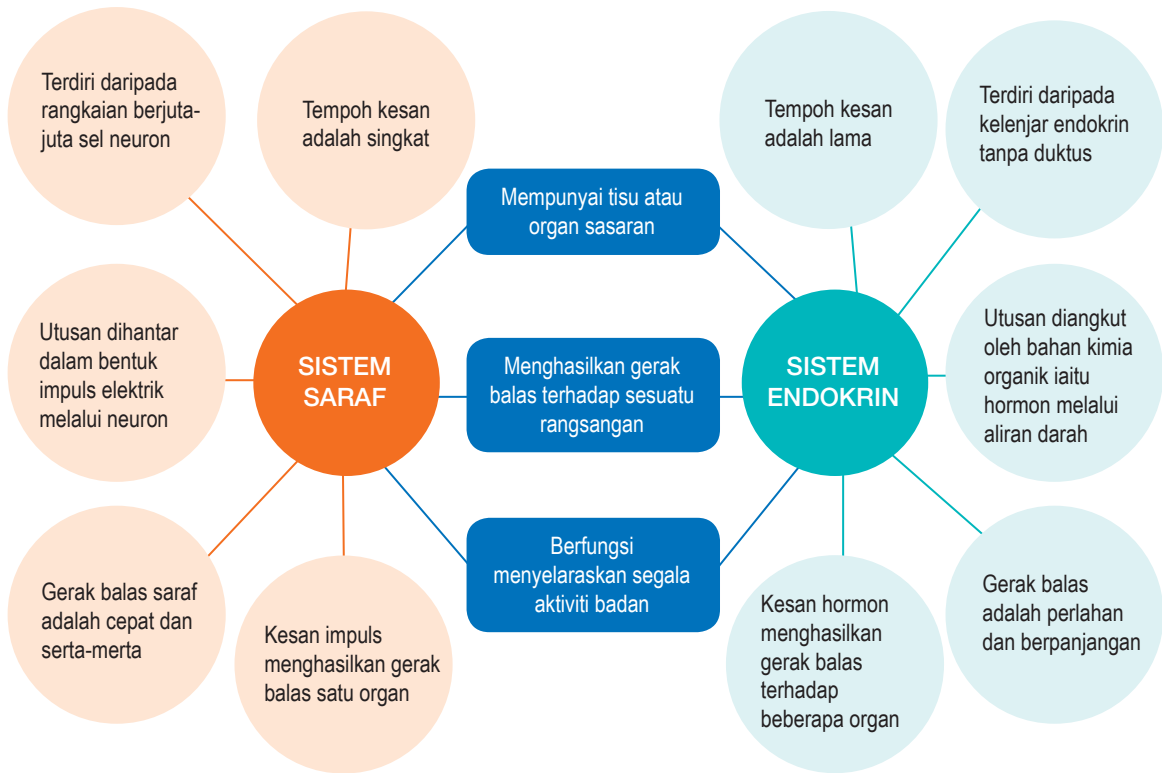


Dalam situasi cemas atau 'lawan atau lari', hipotalamus menghantar impuls saraf secara terus ke medula adrenal dan merangsang sel medula adrenal untuk merembeskan **adrenalina** dan **noradrenalina**. Kedua-dua hormon ini bertindak pantas menghasilkan gerak balas yang diperlukan semasa situasi 'lawan atau lari'. Ini termasuklah peningkatan:

- kadar denyutan jantung
- kadar pernafasan
- tekanan darah
- aras glukosa darah
- aktiviti metabolisme

Jantung mengepam lebih banyak oksigen dan glukosa ke otak dan otot rangka kerana tenaga tambahan diperlukan untuk berlawan atau lari dengan cepat. Dalam situasi cemas, kedua-dua sistem endokrin dan sistem saraf bekerjasama untuk menghasilkan gerak balas serta-merta bagi menangani keadaan berbahaya tersebut. Apabila mekanisme ini berjaya mengawal situasi cemas 'lawan atau lari', keadaan dalam badan kembali ke julat normal.

Apakah perbezaan dan persamaan antara sistem endokrin dengan sistem saraf? Rajah 12.15 membanding dan membezakan kedua-dua sistem tersebut.



RAJAH 12.15 Persamaan dan perbezaan antara sistem saraf dengan sistem endokrin

Sistem endokrin memainkan peranan yang utama dalam mengekalkan homeostasis badan. Walau bagaimanapun, ketidakseimbangan penghasilan hormon boleh berlaku pada sesetengah individu apabila kelenjar endokrin merembeskan hormon secara berlebihan atau tidak mencukupi. Apakah kesan ketidakseimbangan hormon terhadap individu tersebut?

Praktis Formatif 12.6

- 1 Namakan hormon yang berkaitan dengan fungsi yang diberikan.

Hormon	Fungsi
	Merangsang pengecutan otot uterus semasa kelahiran anak
	Merangsang penyerapan air oleh ginjal
	Meningkatkan kadar metabolisme kebanyakan sel badan

- 2 Nyatakan tiga ciri hormon.
- 3 Bandingkan antara sistem saraf dengan sistem endokrin.
- 4 Seorang murid telah mendapati dirinya diekori sebuah van dan mengesyaki kemungkinan ada cubaan untuk menculiknya. Dalam keadaan cemas, murid tersebut mampu berlari dengan laju menjauhi van tersebut. Huraikan situasi 'lawan atau lari' tersebut.



12.7 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Endokrin Manusia

DIABETES MELITUS

Pesakit **diabetes melitus** tidak menghasilkan insulin yang mencukupi atau tidak boleh menggunakan insulin yang dihasilkan. Akibatnya, aras glukosa dalam darah tinggi. Pesakit kerap buang air kencing, sentiasa berasa haus, rasa kebas pada tapak kaki, penglihatan kabur, letih dan luka lambat sembuh. Sebaliknya, rembesan berlebihan insulin menyebabkan **hipoglisemia** iaitu paras glukosa darah yang sangat rendah. Antara simptom hipoglisemia ialah letih, sukar tidur pada waktu malam, pemikiran bercelaru, perasaan takut, ketidakstabilan emosi, mudah pengsan dan sakit kepala.

DIABETES INSIPIDUS

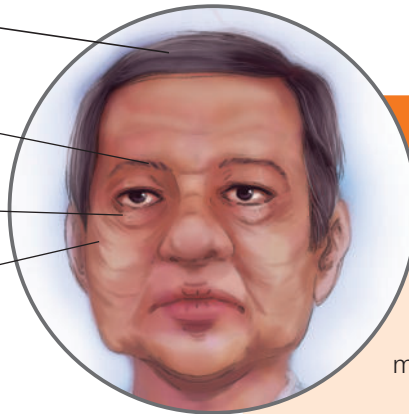
Bagi pesakit **diabetes insipidus**, lobus posterior kelenjar pituitarinya gagal merembeskan hormon antidiuresis (ADH). Akibatnya, pesakit akan menyingkirkan air kencing yang banyak dan sentiasa berasa haus. Oleh sebab kuantiti air yang banyak hilang melalui air kencing, individu tersebut mengalami penyahhidratan sekiranya tidak minum air yang mencukupi setiap hari.

rambut kering, kasar dan sedikit

bulu kening sedikit

edema

kulit kering, kembung



HIPOTIROIDISME

Orang dewasa akan mengalami **hipotiroidisme** sekiranya rembesan tiroksina tidak mencukupi. Simptom termasuklah kadar denyutan jantung yang perlahan, amat sensitif terhadap kesejukan, letih dan berat badan yang mudah meningkat.

GAMBAR FOTO 12.4 Seorang individu yang mengalami hipotiroidisme

HIPERTIROIDISME

Hipertiroidisme pula merujuk kepada keadaan yang berlaku sekiranya rembesan tiroksina terlalu banyak. Simptom termasuklah perpeluhan secara berlebihan, tidak tahan panas, kerap buang air besar, takut, kadar denyutan jantung cepat dan mudah kehilangan berat badan. Kadang-kadang kelenjar tiroid akan membesar dua hingga tiga kali lebih besar daripada saiz asal (Gambar foto 12.5).



GAMBAR FOTO 12.5 Pembesaran kelenjar tiroid



GAMBAR FOTO 12.6 Tangan seorang kanak-kanak lelaki berumur 12 tahun yang mengalami keergasian. Perhatikan tangannya yang lebih besar daripada tangan seorang dewasa normal



GAMBAR FOTO 12.7 Chandra Bahadur Dangi dari Nepal (0.55 m), orang paling pendek di dunia dan Sultan Kosen (2.47 m), orang paling tinggi di dunia

KEGERGASIAN

Rembesan hormon pertumbuhan (GH) secara berlebihan sewaktu usia kanak-kanak menyebabkan **keergasian** iaitu satu keadaan yang dicirikan oleh pemanjangan tulang yang abnormal (Gambar foto 12.6). Individu tersebut membesar sehingga menjadi sangat tinggi.

KEKerdilan

Kekurangan rembesan hormon pertumbuhan (GH) semasa tempoh pembesaran melambatkan pertumbuhan tulang dan mengakibatkan satu keadaan yang disebut **kekerdilan** (Gambar foto 12.7). Organ juga gagal berkembang dan nisbah bahagian badan kekal seperti kanak-kanak.

Praktis Formatif 12.7

- 1 Nyatakan faktor yang menyebabkan seseorang menghidap penyakit diabetes insipidus.
- 2 Nyatakan dua simptom yang dialami oleh pesakit diabetes melitus.

- 3 Goiter ialah penyakit yang menyebabkan pembesaran kelenjar tiroid. Pada pendapat anda, mengapakah pesakit goiter digalakkan makan makanan laut?
- 4 Cadangkan rawatan untuk kanak-kanak yang terbantut pertumbuhan akibat kekurangan hormon pertumbuhan.



Rumusan





Refleksi Kendiri

Adakah anda telah menguasai konsep penting berikut?

- Urutan komponen dalam koordinasi manusia
- Struktur sistem saraf manusia
- Fungsi bahagian otak
- Fungsi neuron dalam penghantaran impuls
- Struktur sinaps dan fungsinya
- Penghantaran impuls saraf merentasi sinaps
- Tindakan terkawal dan tindakan luar kawal
- Arka refleks yang melibatkan dua neuron dan tiga neuron
- Isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem saraf
- Kesan penyalahgunaan dadah dan alkohol terhadap koordinasi
- Peranan hormon yang dirembeskan oleh kelenjar endokrin
- Perbandingan dan perbezaan antara sistem saraf dengan sistem endokrin
- Kesan ketidakseimbangan hormon terhadap kesihatan manusia

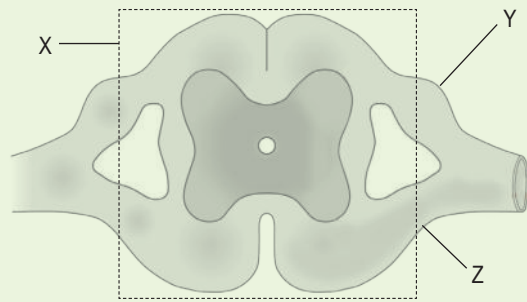


Praktis Sumatif 12

- 1 Bandingkan fungsi serebelum dengan medula oblongata.
- 2 Takrifkan tindakan refleks dan nyatakan kepentingannya.
- 3 Namakan kelenjar endokrin yang utama dalam sistem endokrin manusia. Mengapakah kelenjar ini dianggap sebagai kelenjar utama?
- 4 Nyatakan kesan kelebihan dan kekurangan hormon pertumbuhan (GH) dalam manusia.

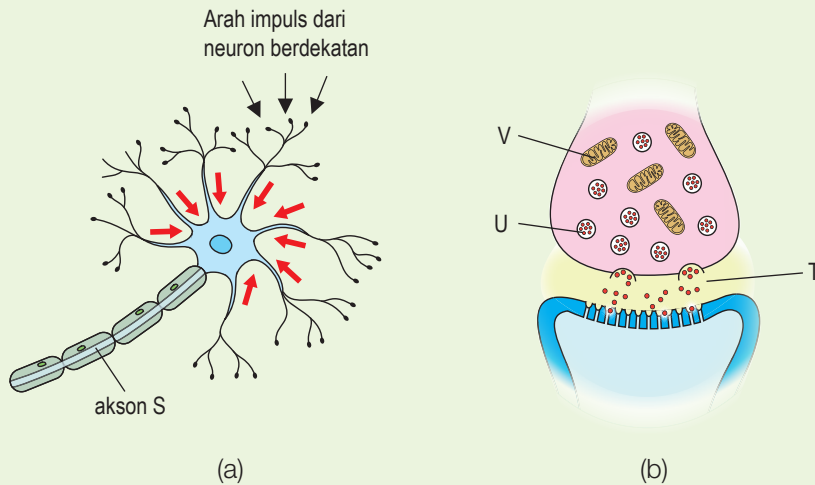
5 Rajah 1 menunjukkan keratan rentas sebahagian daripada sistem saraf.

- (i) Namakan struktur X.
(ii) Nyatakan fungsi struktur X.
- Mengapakah bahagian Y membengkak?
- Lengkapkan Rajah 1 dengan neuron yang terlibat dalam tindakan refleks. Tandakan arah pergerakan impuls pada neuron.
- Jika saraf spina dipotong pada Z, apakah kesan terhadap organ yang bersambung dengannya? Terangkan mengapa.



RAJAH 1

6 Rajah 2(a) menunjukkan sebahagian neuron motor dan Rajah 2(b) menunjukkan keratan rentas bonggol sinaps.



RAJAH 2

- Namakan bahagian berlabel V, T dan U.
- Namakan bahan kimia yang terkandung dalam U.
- Bonggol sinaps mengandungi banyak V. Apakah fungsi V?
- Lukis satu anak panah untuk menunjukkan arah pengaliran impuls di sepanjang akson S.
- Terangkan
 - mengapa penghantaran impuls melibatkan lintasan impuls melalui T.
 - bagaimana penghantaran impuls berlaku.
- Berdasarkan Rajah 2(a) dan (b), terangkan mengapa penghantaran impuls melalui neuron berlaku dalam satu arah sahaja.

Soalan Esei

7 Terangkan kesan dadah perangsang dan dadah penenang terhadap penghantaran impuls melalui sinaps.



- 8** (a) (i) Banding dan bezakan antara sistem saraf dengan sistem endokrin.
(ii) Nora terpijak paku secara tidak sengaja. Dia menjerit sambil memegang kaki yang terluka. Huraikan gerak balas Nora apabila terpijak paku tersebut.
- (b) Selepas minum petang, Azman pergi ke taman permainan untuk menunggang basikal. Semasa dia sedang menunggang basikal, Azman sedar akan tindakan yang dilakukan olehnya. Akan tetapi, dia tidak sedar apa yang sedang berlaku kepada makanan yang baru selesai dimakan.



Huraikan mengapa Azman sedar tentang tindakannya apabila dia menunggang basikal tetapi tidak sedar apa yang sedang berlaku kepada makanan yang telah dimakan.

Sudut Pengayaan

9 Bagaimanakah otak membuat keputusan menentukan berapa banyak tenaga yang diperlukan untuk mengangkat sehelai kertas berbanding dengan sebuah buku?



10 Jelaskan mengapa kita perlu memahami dan menunjukkan tahap kesabaran yang tinggi apabila menjaga seorang pesakit Alzheimer atau pesakit Parkinson.



Jawapan lengkap boleh didapati dengan mengimbas kod QR yang disediakan

BAB 13 Homeostasis dan Sistem Urinari Manusia

***Bagaimanakah
penyakit
diabetes boleh
menyebabkan
kegagalan ginjal?***

Tahukah ANDA...

- Apakah maksud homeostasis?
- Bagaimanakah suhu badan, aras gula darah, tekanan separa karbon dioksida dan tekanan darah dikawal atur?
- Apakah struktur dan fungsi ginjal?
- Bagaimanakah air kencing terbentuk?
- Bagaimanakah suap balik negatif dalam mekanisme homeostasis berlaku?
- Apakah isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem urinari?



Glomerulus
dan tubul
renal

13.1 Homeostasis

- 13.1.1 Menerangkan maksud homeostasis.
- 13.1.2 Mewajarkan keperluan untuk mengekalkan faktor fizikal dan faktor kimia persekitaran dalam.
- 13.1.3 Memerihalkan penglibatan pelbagai jenis sistem organ untuk mengekalkan persekitaran dalam yang optimum.
- 13.1.4 Mengaplikasikan pengetahuan tentang konsep homeostasis dalam pengawalan:
 - suhu badan
 - aras gula darah
 - tekanan separa karbon dioksida
 - tekanan darah

13.2 Sistem Urinari

- 13.2.1 Mengenal pasti struktur dan fungsi ginjal.
- 13.2.2 Melukis, melabel dan menerangkan struktur nefron dan duktus pengumpul.
- 13.2.3 Memerihalkan proses pembentukan air kencing:
 - ultraturasan
 - penyerapan semula
 - rembesan
- 13.2.4 Mensintesis konsep homeostasis dengan konsep suap balik negatif dalam pengosmokawalaturan.
- 13.2.5 Mengeksperimen untuk mengkaji kesan pengambilan isi padu air yang berbeza terhadap pembentukan air kencing.

13.3 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Urinari

- 13.3.1 Memerihalkan isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem urinari.

13.1 Homeostasis

Homeostasis

Homeostasis ialah pengawalaturan faktor fizikal dan faktor kimia persekitaran dalam pada julat yang normal supaya sel berfungsi dalam keadaan optimum.

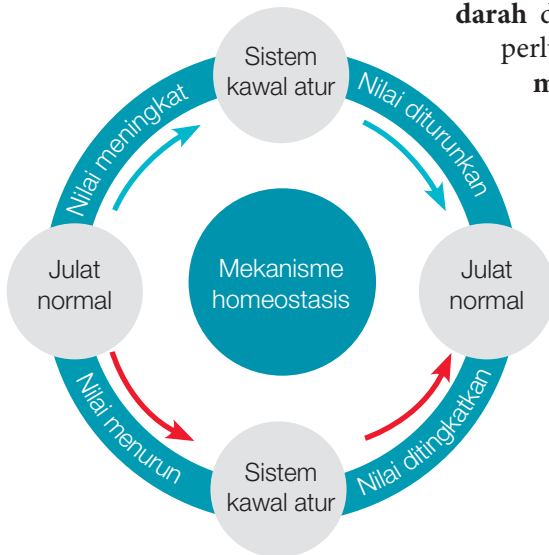
Faktor fizikal dan faktor kimia persekitaran dalam

Faktor fizikal yang perlu dikawal atur ialah **suhu**, **tekanan osmosis darah** dan **tekanan darah**. Kandungan bahan kimia yang perlu dikawal atur ialah **nilai pH**, **kepekatan garam mineral** dan **kepekatan gula darah**.

Sebarang penyimpangan daripada julat normal mencetuskan **mekanisme homeostasis** yang melibatkan **suap balik negatif**. Mekanisme homeostasis mengawal atur keadaan persekitaran dalam supaya berada dalam keadaan malar walaupun persekitaran luar berubah dengan banyak. Ini memastikan aktiviti sel terus berfungsi pada tahap optimum. Rajah 13.1 menunjukkan mekanisme homeostasis secara suap balik negatif.

Dalam mekanisme homeostasis,

- nilai faktor yang melebihi julat normal diturunkan semula kepada julat normal
- nilai faktor yang turun di bawah julat normal ditingkatkan semula kepada julat normal



RAJAH 13.1 Penyimpangan daripada julat normal mencetuskan mekanisme homeostasis untuk mengembalikan nilai faktor kepada julat normal

Sistem organ yang terlibat dalam mengekalkan persekitaran dalam yang optimum

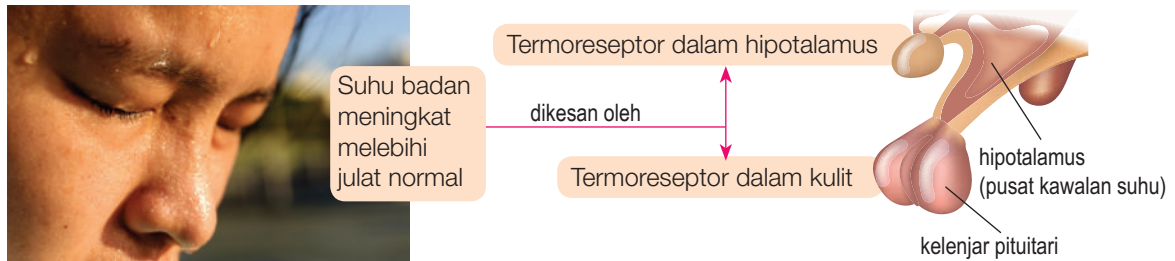
Di dalam badan, terdapat pelbagai sistem organ yang berfungsi dan berinteraksi antara satu sama lain untuk mengekalkan persekitaran dalam yang optimum.

- **Suhu badan** dikawal atur oleh sistem integumen (kulit dan kelenjar peluh), sistem saraf, sistem peredaran darah, sistem otot dan sistem endokrin.
- **Aras gula dalam darah** dikawal atur oleh kelenjar endokrin, sistem peredaran darah dan sistem pencernaan.
- **Tekanan separa karbon dioksida** dalam darah dikawal atur oleh sistem respirasi, sistem peredaran darah dan sistem saraf.
- **Tekanan darah** dikawal atur oleh sistem peredaran darah dan sistem saraf.

Pengawalaturan suhu badan

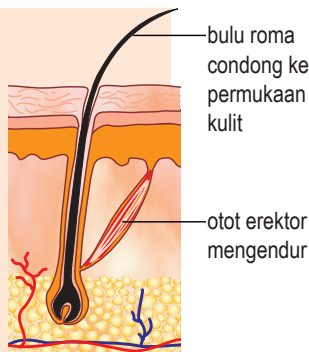
Pengekalan suhu badan pada satu julat tetap adalah penting supaya tindak balas metabolisme sel yang dimungkinkan oleh enzim dapat berlaku pada tahap optimum. Suhu yang terlalu tinggi akan menyahsikan enzim, manakala suhu yang terlalu rendah akan melambatkan aktiviti metabolisme sel sehingga tidak dapat menampung kemandirian sel.

Perubahan dalam suhu badan ini dikesan oleh **termoreseptor** di dalam kulit dan di dalam **hipotalamus**. Rajah 13.2 menunjukkan pengawalaturan suhu badan oleh efektor berlainan apabila suhu badan meningkat melebihi julat normal. Rajah 13.3 menunjukkan pengawalaturan suhu badan oleh efektor berlainan apabila suhu badan menurun di bawah julat normal.

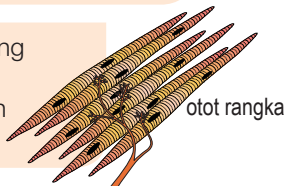


Pengawalaturan Suhu Badan oleh Effektor melalui Cara Fizikal

Otot erektor kurang dirangsang supaya **mengendur** dan **bulu roma** akan **condong** ke permukaan kulit. Akibatnya, lapisan udara yang nipis terperangkap antara bulu roma. Haba dapat dibebaskan dengan cepat.

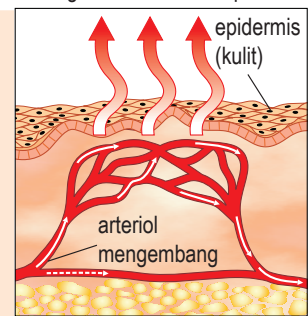


Otot rangka kurang mengecut dan mengendur. Badan tidak menggigil.



Arteriol di dalam kulit mengembang (**pemvasodilatan**) supaya lebih banyak darah mengalir ke permukaan kulit. Lebih banyak haba dapat disingkirkan ke persekitaran luar secara radiasi.

kehilangan haba melalui epidermis

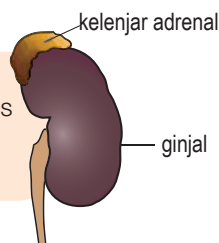


Kelenjar peluh dirangsang untuk mengeluarkan lebih **banyak peluh**. Haba diserap untuk menyejatkan peluh dan ini menyejukkan kulit.

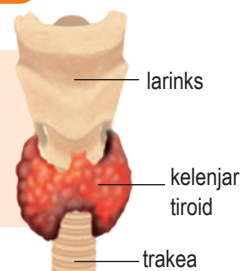


Pengawalaturan Suhu Badan oleh Effektor melalui Cara Kimia

Kelenjar adrenal kurang dirangsang untuk merembes hormon adrenalina. Kadar metabolisme berkurang.



Kelenjar tiroid tidak dirangsang dan rembesan hormon tiroksina dikurangkan. Kadar metabolisme berkurang. Tiada haba berlebihan dijana.



RAJAH 13.2 Pengawalaturan suhu badan apabila suhu meningkat

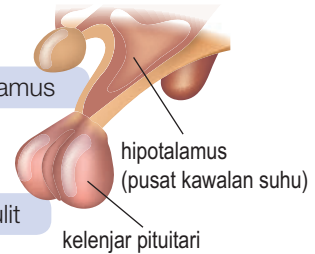


Suhu badan
jatuh di bawah
julat normal

Termoreseptor dalam hipotalamus

dikesan oleh

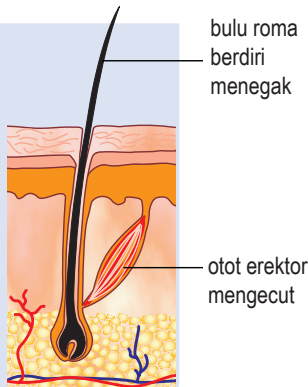
Termoreseptor dalam kulit



Pengawalaturan Suhu Badan oleh Efektor melalui Cara Fizikal

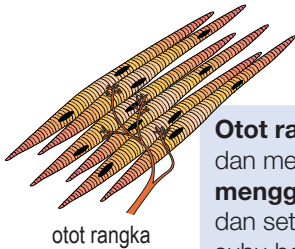
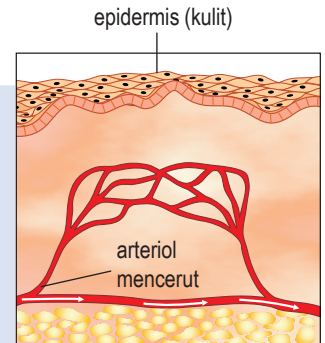
Otot erektor
dirangsang
supaya **mengecut**
menyebabkan **bulu
roma berdiri menegak**.

Lapisan udara tebal yang
terperangkap antara
bulu roma bertindak
sebagai penebat yang
menghalang kehilangan
haba melalui kulit.



Arteriol di dalam
kulit dirangsang
supaya mengerut
(**pemvasocerutan**).

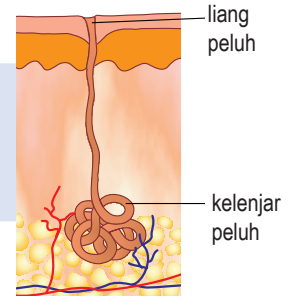
Akibatnya, kurang
darah mengalir ke
permukaan kulit.
Dengan itu, kurang
haba hilang ke
persekitaran luar secara radiasi.



otot rangka

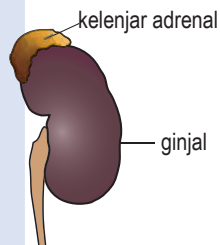
Otot rangka akan mengecut
dan mengendur supaya **badan
menggigil**. Ini menjanakan haba
dan seterusnya meningkatkan
suhu badan kerana pengecutan
otot rangka memerlukan tenaga.

Kelenjar peluh
tidak dirangsang.
Perpeluhan
tidak berlaku.

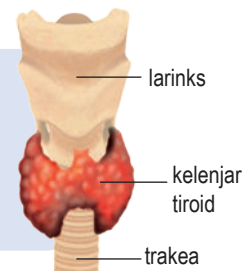


Pengawalaturan Suhu Badan oleh Efektor melalui Cara Kimia

Kelenjar adrenal dirangsang
untuk merembeskan lebih
hormon adrenalina. Hormon
ini mempercepatkan
penukaran glikogen kepada
glukosa. Kadar metabolisme
meningkat. Pengoksidaan
glukosa menghasilkan
tenaga haba untuk
memanaskan badan.



Kelenjar tiroid dirangsang
untuk merembeskan lebih
hormon tiroksina yang
akan meningkatkan kadar
metabolisme. Lebih haba
dijana untuk badan.



RAJAH 13.3 Pengawalaturan suhu badan apabila suhu menurun

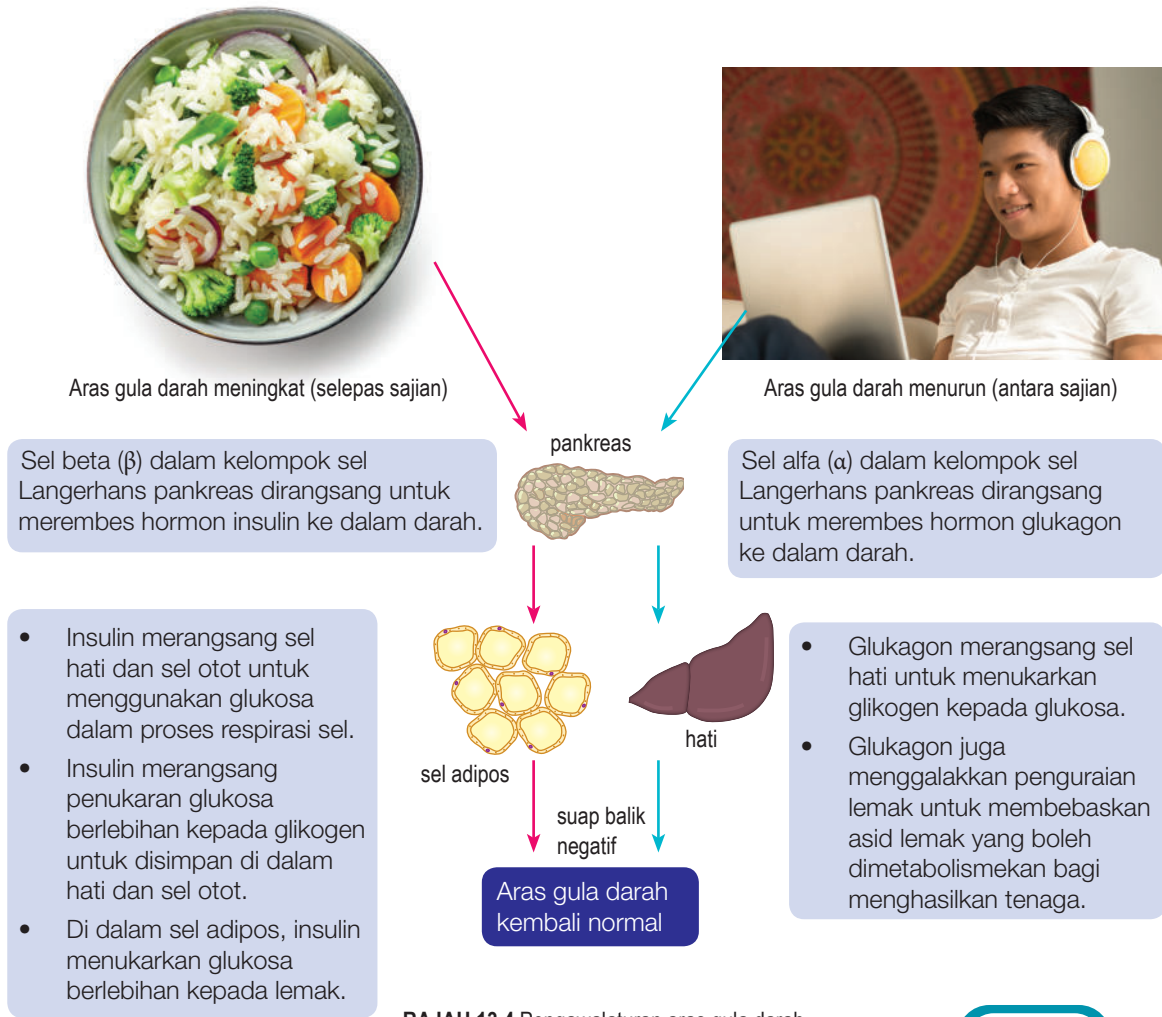
Pengawalaturan aras gula darah

Pankreas ialah kelenjar yang bertanggungjawab untuk mengekalkan aras gula (glukosa) darah dalam julat normal 75–110 mg /100 ml. Kelompok sel Langerhans dalam pankreas menghasilkan dan merembeskan hormon insulin dan glukagon secara berterusan ke dalam aliran darah untuk mengawal atur aras gula darah. Tindakan kedua-dua hormon ini dan mekanisme homeostasis bekerjasama untuk mengekalkan aras gula darah pada julat normal seperti yang dihuraikan dalam Rajah 13.4.

Inovasi Malaysia



Kajian saintifik telah mengesahkan bahawa kayu manis berupaya menurunkan aras gula darah.



RAJAH 13.4 Pengawalaturan aras gula darah

Kegagalan dalam penghasilan, perembesan dan penerimaan insulin oleh sel sasaran boleh menyebabkan **diabetes melitus**. Aras gula darah pesakit diabetes melitus biasanya tinggi dan tidak stabil selepas satu sajian. Pesakit tersebut juga sentiasa berasa haus, penat, letih dan mengalami penurunan berat badan. Diabetes melitus boleh dikawal melalui suntikan insulin, pengambilan pil yang merendahkan aras gula darah serta melalui penjagaan pemakanan.

13.1.4



TMK 13.1

Video: Pengawalaturan aras gula darah dalam individu normal dan pesakit diabetes (Dicapai pada 21 Ogos 2019)

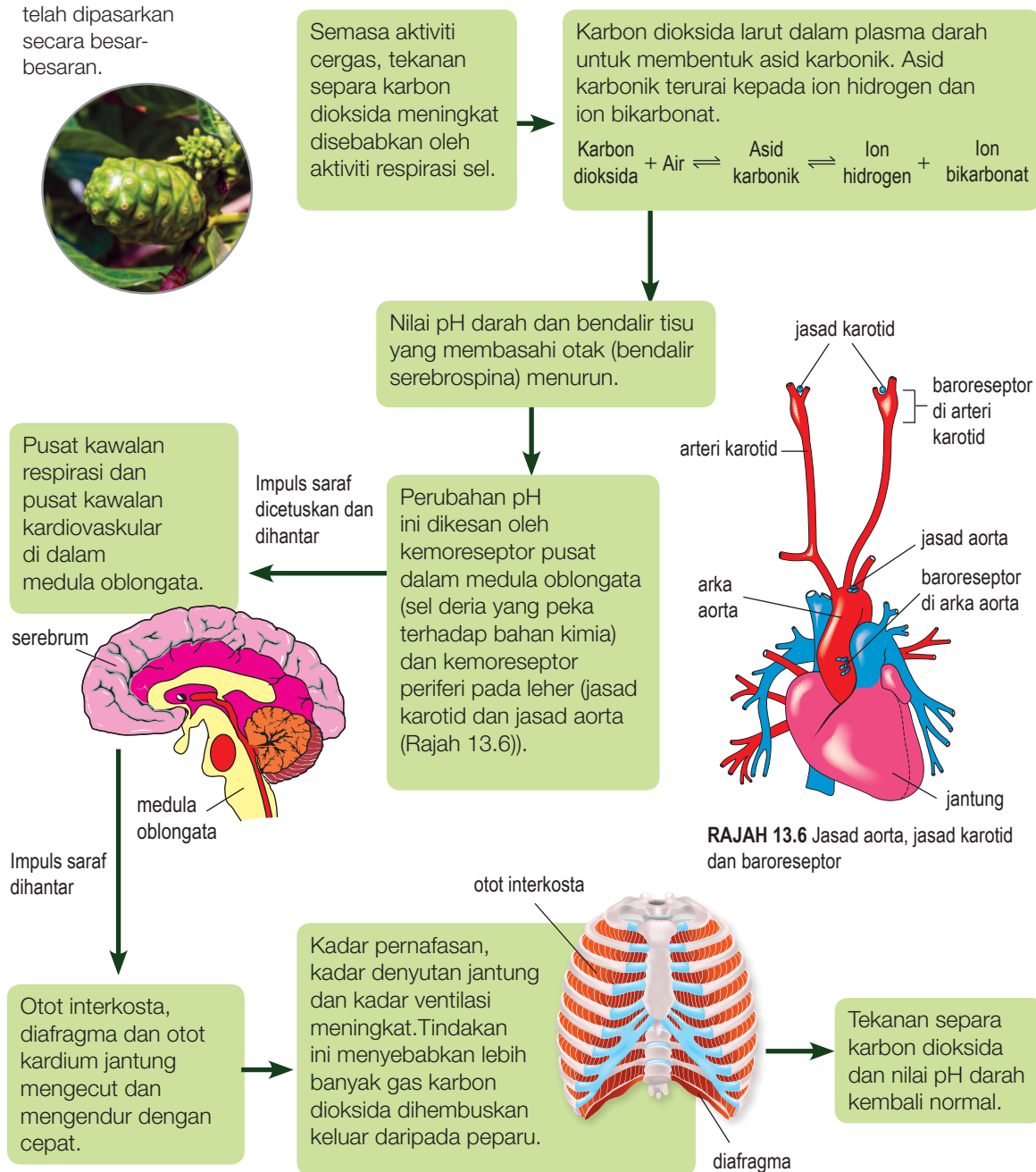


Buah pokok mengkudu (*Morinda citrifolia*) dipercayai boleh menurunkan tekanan darah tinggi. Jus yang diekstrak daripada buah ini telah dipasarkan secara besar-besaran.



Mekanisme pengawalaturan tekanan separa karbon dioksida dalam darah

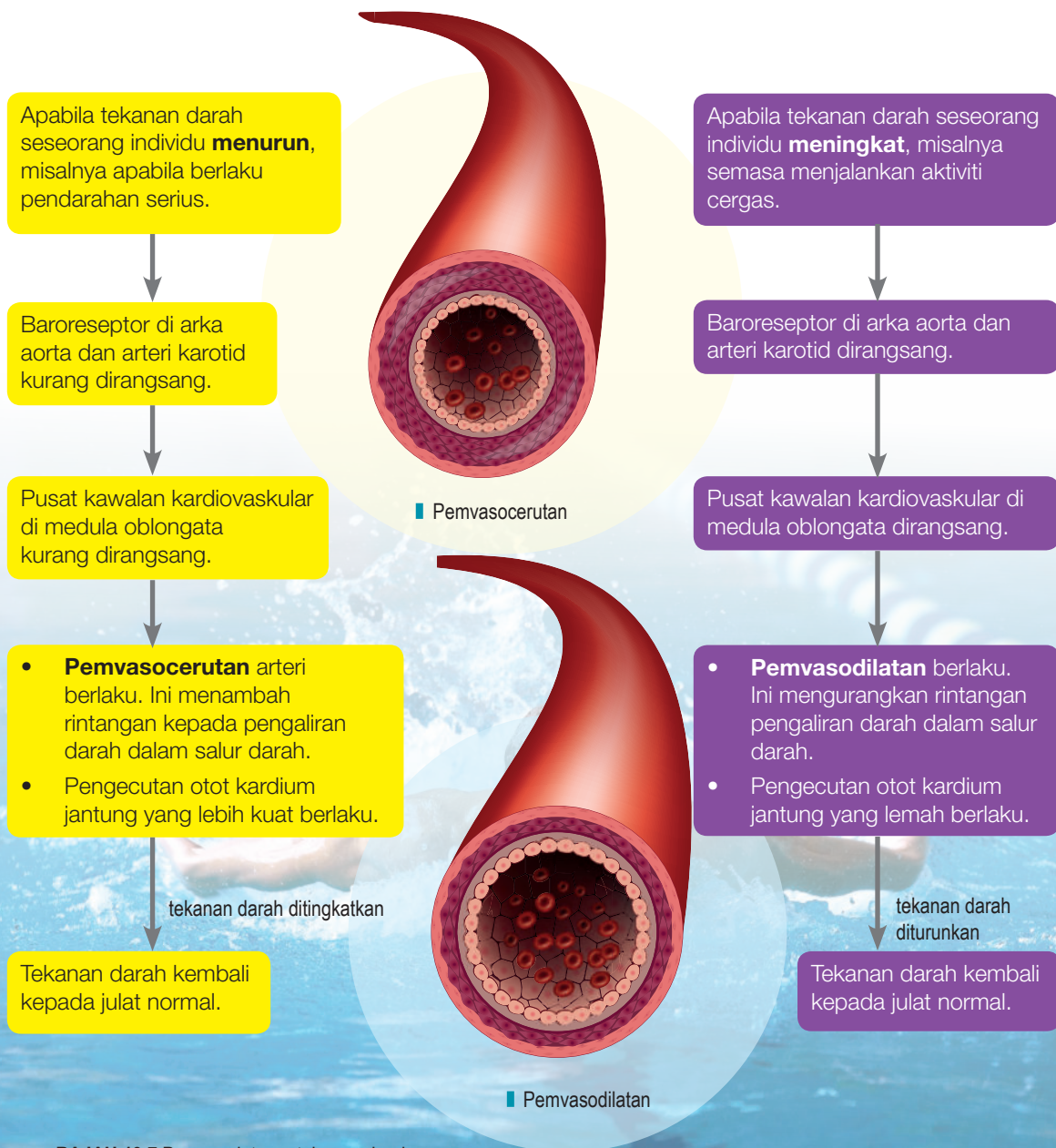
Pernafasan ialah tindakan luar kawal yang dikawal atur oleh **pusat kawalan respirasi** dalam **medula oblongata**. Pusat kawalan respirasi membantu mengekalkan keadaan homeostasis dengan mengawal aras tekanan separa karbon dioksida dalam darah (Rajah 13.5).



RAJAH 13.5 Proses kawal atur tekanan separa karbon dioksida dalam darah

Mekanisme kawal atur tekanan darah

Baroreseptor atau reseptor tekanan terletak di arka aorta dan arteri karotid (Rajah 13.6). **Arteri karotid** ialah arteri di leher yang membekalkan darah kepada kepala. Reseptor-reseptor ini mengesan tekanan darah yang mengalir melaluinya dan menghantar impuls secara berterusan ke pusat kawalan kardiovaskular di medula oblongata untuk membantu mengawal atur tekanan darah (Rajah 13.7).



RAJAH 13.7 Pengawalaturan tekanan darah

Praktis Formatif 13.1

- 1 Apakah maksud homeostasis?
Terangkan bagaimana mekanisme homeostasis berlaku.
- 2 Seorang pekerja terpaksa bekerja dalam keadaan panas kerana bekalan elektrik dalam pejabatnya terputus. Huraikan gerak balas efektor dalam mengawal atur suhu badannya.
- 3 Seorang lelaki berumur 40 tahun disahkan oleh doktor tidak dapat menghasilkan insulin yang mencukupi. Huraikan apa yang berlaku kepada lelaki tersebut.
- 4 Ahmad baru sahaja tamat larian pecut 100 m.
Terangkan bagaimana tekanan darahnya diturunkan kepada julat normal.

13.2 Sistem Urinari

Sistem urinari manusia memainkan peranan yang penting dalam homeostasis. Sistem urinari terdiri daripada ginjal, ureter, pundi kencing dan uretra (Rajah 13.8). Fungsi sistem urinari ialah untuk menyingkirkan bahan kumuh sebatian bernitrogen seperti urea, serta mengawal atur isi padu bendalir badan, tekanan osmosis darah, kepekatan ion dalam bendalir badan, kandungan elektrolit dan pH darah.

Struktur dan fungsi ginjal

Ginjal terdiri daripada **korteks** dan **medula**. Air kencing yang terbentuk dalam ginjal masuk ke dalam **pelvis**.

Ginjal mempunyai dua fungsi utama iaitu:

- (a) **perkumuhan**
- (b) **pengosmokawalaturan**

Sebagai organ perkumuhan, ginjal **menyingkirkan bahan kumuh** yang toksik (sebatian bernitrogen) seperti urea, asid urik, ammonia dan kreatinina.

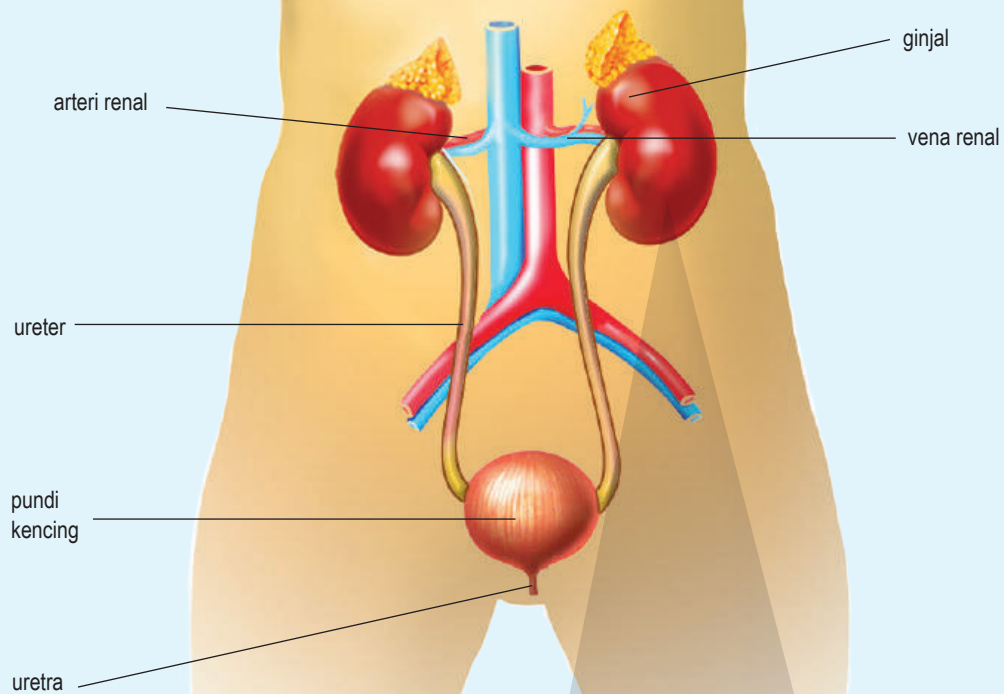
Sebagai organ pengosmokawalaturan, ginjal mengawal:

- jumlah isi padu air dalam bendalir badan
- kepekatan ion dalam bendalir badan
- **tekanan osmosis darah**, iaitu kepekatan bahan terlarut dan isi padu darah serta bendalir badan
- **kandungan elektrolit dan pH** darah serta bendalir badan

Lensa Biologi



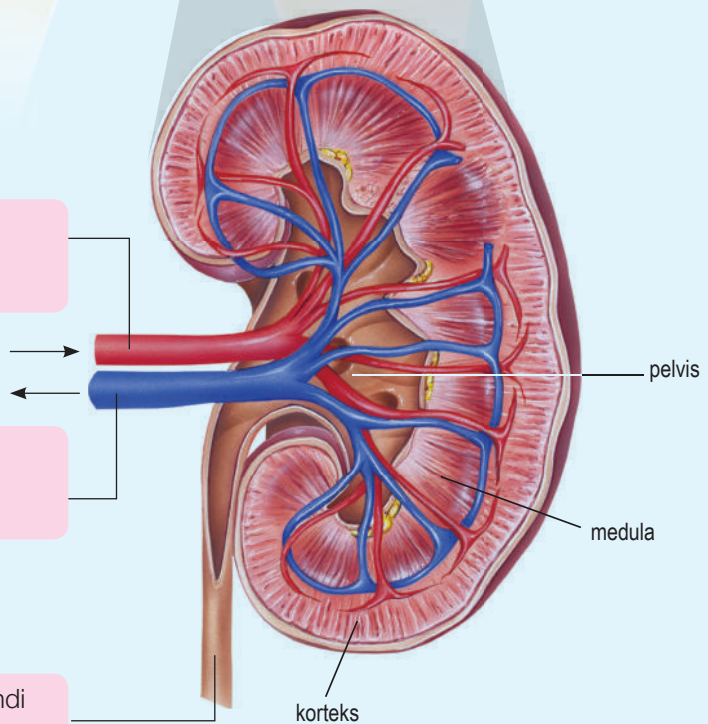
Tahukah anda bahawa ginjal kanan terletak pada aras lebih rendah berbanding dengan ginjal kiri? Kedudukan ginjal yang berbeza ini disebabkan hati mengambil ruang yang banyak di atas ginjal kanan.



Arteri renal mengangkut darah beroksigen dari jantung ke ginjal.

Vena renal mengangkut darah terdeoksigen dari ginjal kembali ke jantung.

Air kencing dialirkan ke pundi kencing melalui **ureter**.



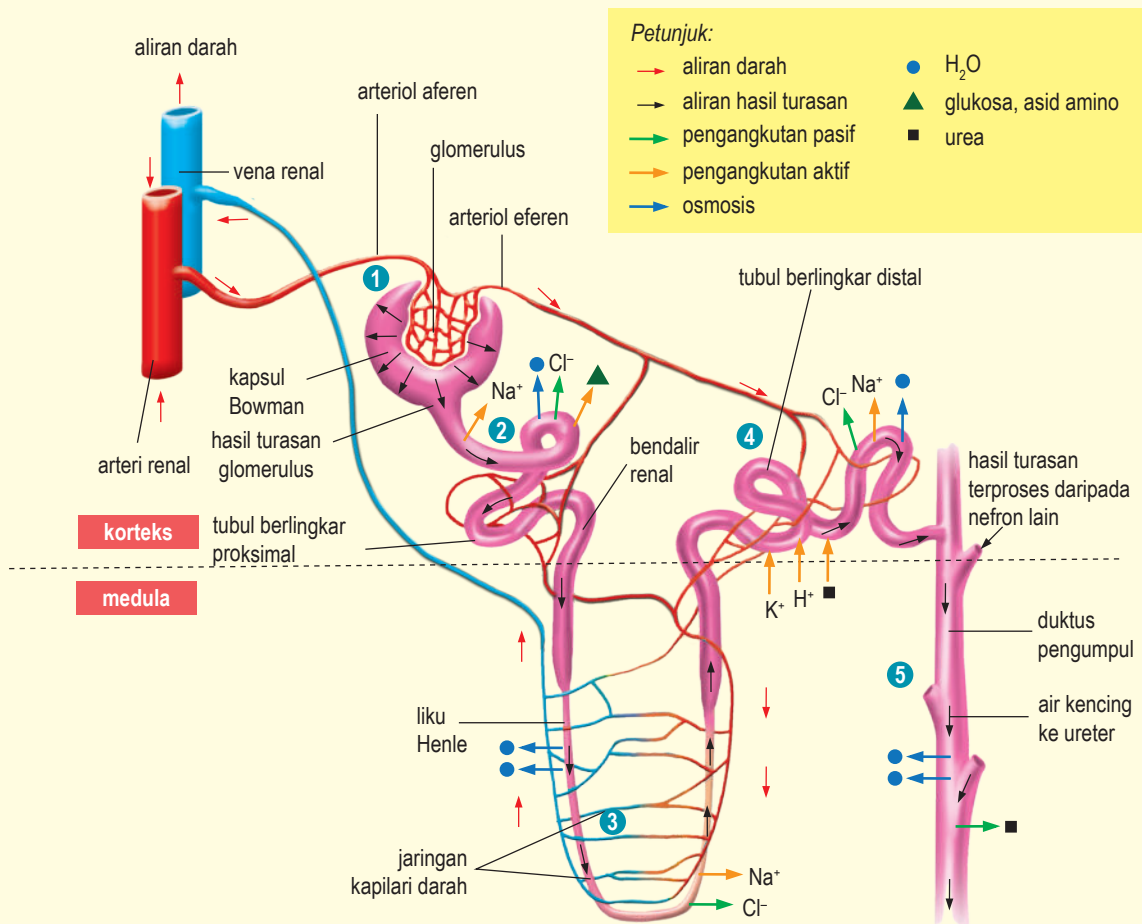
RAJAH 13.8 Sistem urinari dan keratan rentas ginjal

Pembentukan air kencing

Terdapat tiga proses utama yang terlibat dalam penghasilan air kencing iaitu **proses ultraturasan**, **penyerapan semula** dan **rembesan**.

NEFRON

- Setiap ginjal terdiri daripada berjuta-juta unit berfungsi yang disebut **nefron** (Rajah 13.9).
- Setiap nefron terdiri daripada struktur berikut: • Kapsul Bowman • Glomerulus • Tubul renal
- **Kapsul Bowman** berbentuk cawan dan mengandungi gumpalan kapilari darah yang disebut **glomerulus**. Glomerulus terbentuk daripada arteriol aferen yang bercabang dari arteri renal. Glomerulus bergabung semula membentuk arteriol eferen.
- Tubul renal terdiri daripada **tubul berlingkar proksimal**, **liku Henle** dan **tubul berlingkar distal**.
- **Liku Henle** ialah tubul yang panjang berbentuk 'U' dan memanjang ke dalam medula renal. Tubul berlingkar distal beberapa nefron bercantum menjadi satu **duktus pengumpul**.
- Air kencing yang dihasilkan akan disalurkan dari duktus pengumpul ke dalam ureter.



RAJAH 13.9 Struktur nefron dan proses pembentukan air kencing

1

ULTRATURASAN DALAM KAPSUL BOWMAN

- Darah yang memasuki glomerulus bertekanan **hidrostatik** tinggi kerana **diameter** arteriol aferen lebih besar daripada diameter arteriol eferen. Tekanan ini menyebabkan berlakunya **ultraturasan** iaitu bendalir meresap melalui dinding kapilari glomerulus ke dalam rongga kapsul Bowman.
- Bendalir yang memasuki rongga kapsul Bowman dipanggil **hasil turasan glomerulus**.
- Hasil turasan glomerulus mempunyai komposisi bahan yang sama seperti plasma darah tetapi tidak mengandungi sel darah merah, platlet dan protein plasma.
- Sel darah merah dan protein plasma kekal dalam darah yang mengalir ke arteriol eferen kerana saiz bahan-bahan ini terlalu besar untuk meresap keluar glomerulus.

2

PENYERAPAN SEMULA DI TUBUL BERLINGKAR PROKSIMAL

- **Penyerapan semula** berlaku pada hasil turasan glomerulus di sepanjang tubul renal. Bahan terlarut meresap merentasi dinding tubul renal ke dalam jaringan kapilari darah.
- Di tubul berlingkar proksimal, ion natrium (Na^+) dipam secara aktif ke dalam jaringan kapilari darah dan kemudian ion klorida (Cl^-) **meresap secara pasif**.
- Penyerapan semula 100% glukosa dan asid amino juga berlaku secara **pengangkutan aktif**.
- Pergerakan bahan terlarut ke dalam jaringan kapilari darah mengurangkan kepekatan bahan terlarut hasil turasan glomerulus tetapi meningkatkan kepekatan bahan terlarut dalam kapilari darah. Akibatnya, air meresap masuk ke dalam kapilari darah secara osmosis.

3

PENYERAPAN SEMULA DI LIKU HENLE DAN TUBUL BERLINGKAR DISTAL

- Di liku Henle, air diserap semula melalui osmosis. Ion natrium diserap semula secara **pengangkutan aktif**.
- Di tubul berlingkar distal, lebih banyak air, natrium dan ion klorida diserap semula.
- Jumlah air dan garam yang diserap semula bergantung pada kandungan air dan garam dalam darah.

4

REMBESAN

- **Rembesan** ialah proses perembesan bahan buangan dalam darah yang tidak dituras pada awalnya ke dalam tubul renal.
- Proses ini berlawanan dengan proses penyerapan semula.
- Rembesan berlaku di sepanjang tubul renal dan duktus pengumpul tetapi paling aktif di tubul berlingkar distal.
- Rembesan berlaku secara **resapan ringkas** dan **pengangkutan aktif**.
- Bahan yang dirembes termasuklah ion hidrogen (H^+), ion kalium (K^+), ion ammonium (NH_4^+), urea, kreatinina, bahan toksik dan sesetengah dadah.
- Rembesan menyingkirkan bahan buangan toksik serta membantu mengawal atur aras ion dalam darah.

5

PEMBENTUKAN AIR KENCING

- Apabila bendalir renal sampai ke duktus pengumpul, hanya sedikit garam yang tinggal dan kebanyakan air telah diserap semula ke dalam aliran darah.
- Baki bendalir renal yang kini disebut **air kencing**, mengalir menuruni duktus pengumpul. Di sini, sedikit urea meresap keluar ke bendalir persekitaran dan kapilari darah kerana saiz molekulnya yang kecil.
- Lazimnya, air kencing mengandungi air, urea, garam NaCl , asid urik dan kreatinina.
- Selepas meninggalkan duktus pengumpul, air kencing mengalir menerusi ureter, pundi kencing, uretra dan akhirnya dikumuhkan.

Mekanisme homeostasis dalam pengosmokawalaturan

Kandungan air dalam badan sentiasa berubah mengikut pengambilan makanan dan minuman. **Pengosmokawalaturan** ialah proses mengawal air dan garam dalam badan supaya tekanan osmosis darah dapat dikekalkan pada julat normal. Pengosmokawalaturan dicapai dengan mengawal air isi padu penghasilan air kencing oleh ginjal. Rajah 13.10 menggambarkan pengosmokawalaturan tekanan osmosis darah.



RAJAH 13.10 Pengosmokawalaturan tekanan osmosis darah

Jalankan aktiviti berikut untuk memahami dengan lebih lanjut bagaimana pengambilan isi padu air yang berbeza boleh mempengaruhi penghasilan air kencing.

Aktiviti 13.1

Mengkaji kesan pengambilan isi padu air yang berbeza terhadap penghasilan isi padu air kencing

Eksperimen

Pernyataan masalah

Apakah kesan pengambilan isi padu air yang berbeza terhadap penghasilan isi padu air kencing?

Hipotesis

Semakin tinggi isi padu air yang diminum, semakin tinggi isi padu air kencing yang dihasilkan.

Pemboleh ubah

Dimanipulasikan: Isi padu air yang diminum

Bergerak balas: Isi padu air kencing yang dikumpul

Dimalarkan: Jenis minuman, umur murid dan sela masa pengumpulan air kencing

Spesimen

Murid Tingkatan 4

Bahan

Air masak yang telah disejukkan

Radas

Cawan, bikar untuk mengumpul air kencing, jam randik dan silinder penyukat

Prosedur

- 1 Murid tidak boleh makan dan minum selepas jam 12 tengah malam pada malam sebelum eksperimen dijalankan.
- 2 Murid dibahagikan kepada empat kumpulan mengikut berat purata mereka.
- 3 Murid dikehendaki membuang air kencing sebelum memulakan eksperimen.
- 4 Setiap murid dikehendaki minum isi padu air seperti berikut:
 - (a) Kumpulan 1: minum 250 ml air
 - (b) Kumpulan 2: minum 500 ml air
 - (c) Kumpulan 3: minum 750 ml air
 - (d) Kumpulan 4: minum 1000 ml air
- 5 Semasa eksperimen dijalankan, murid dalam keadaan rehat dan tidak dibenarkan melakukan aktiviti cergas.
- 6 Kumpul dan sukat air kencing setiap murid selepas 20 minit, 40 minit dan 60 minit.
- 7 Sebaik selepas disukat, air kencing mesti dibuang ke dalam tandas.
- 8 Rekod isi padu purata air kencing yang dikumpul mengikut kumpulan masing-masing bagi setiap masa dalam jadual berikut.
- 9 Hitungkan jumlah isi padu air kencing yang dihasilkan bagi setiap kumpulan.



Perhatian!

Semasa memilih murid untuk kajian ini, pilih murid yang lebih kurang sama berat.

Keputusan

Kumpulan	Isi padu air masak yang diminum (ml)	Isi padu purata air kencing yang dikumpul (ml)			Jumlah isi padu air kencing yang dihasilkan (ml)
		20 minit	40 minit	60 minit	
1	250				
2	500				
3	750				
4	1000				



Perbincangan

- 1 Apakah hubungan antara isi padu air yang diminum dan pengeluaran air kencing? Terangkan jawapan anda.
- 2 Bagaimanakah isi padu air kencing berubah dengan masa?
- 3 Huraikan bagaimana isi padu air kencing yang terkumpul berbeza antara seorang individu yang minum 100 ml air suling berbanding dengan seorang individu yang minum 100 ml larutan natrium klorida 5%.

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Nyatakan satu kesimpulan yang sesuai.

Aktiviti 13.2

Mengumpul maklumat dan membincangkan mengenai hemodialisis

Mengumpul maklumat

Bahan

Internet, bahan rujukan

Prosedur

- 1 Dalam kumpulan berempat, kumpulkan maklumat tentang hemodialisis.
- 2 Bincangkan perkara berikut.
 - (a) Kaji punca kegagalan ginjal yang menyebabkan seseorang perlu menjalani hemodialisis.
 - (b) Jelaskan bagaimana hemodialisis berfungsi.
- 3 Buat satu laporan tentang dapatan anda dan bentangkan kepada kelas.
- 4 Anda juga boleh menjalankan aktiviti bagi menjana dana untuk pusat hemodialisis melalui kempen kesedaran tentang kepentingan membantu pesakit yang memerlukan sumbangan untuk mendapatkan rawatan.

Perbincangan

- 1 Mengapakah seseorang memerlukan hemodialisis?
- 2 Bagaimanakah hemodialisis berfungsi?
- 3 Apakah kesannya kepada pesakit yang tidak menerima rawatan?

Praktis Formatif 13.2

- 1 Di bahagian ginjal manakah tubul berlingkar proksimal, liku Henle, dan tubul berlingkar distal boleh didapati?



- 2 Cadangkan dua aktiviti yang boleh menyebabkan dinding duktus pengumpul menjadi lebih telap terhadap air.
- 3 Nyatakan bagaimana ion Na^+ , air dan glukosa diserap semula di tubul berlingkar proksimal.



- 4 Seorang individu mengalami kerosakan satu ginjal. Perlukah individu ini menjalani hemodialisis? Cadangkan langkah-langkah yang perlu diambil oleh individu ini agar dia dapat menjalani kehidupan harian tanpa masalah.

13.3 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Urinari

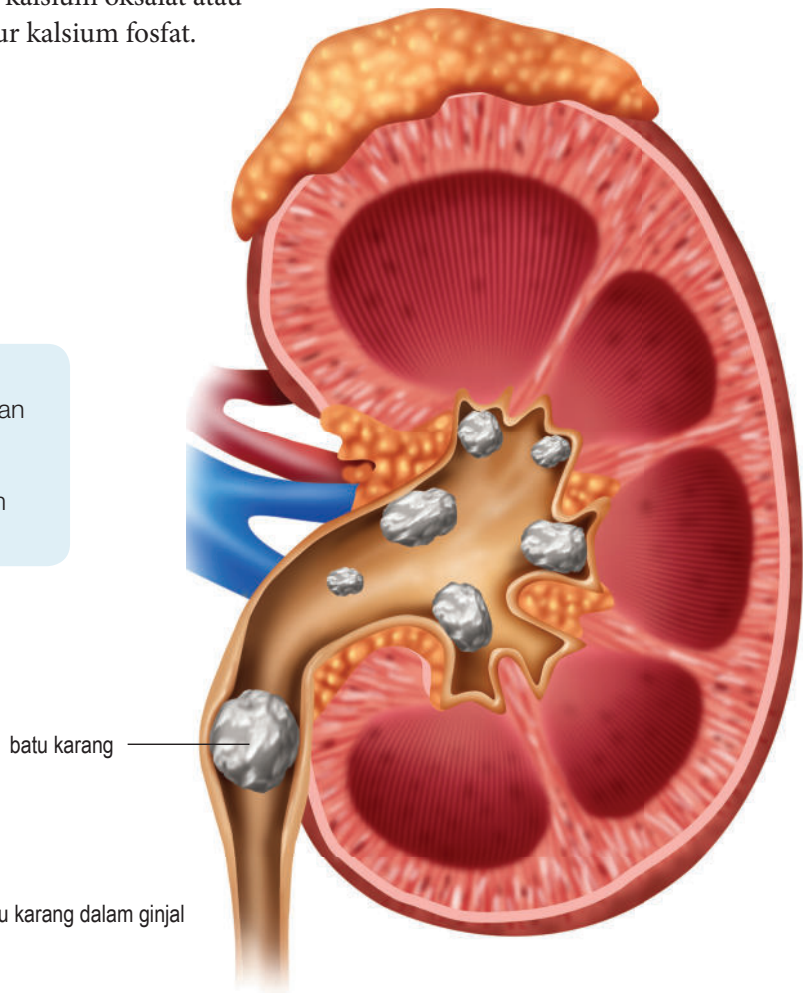
Kegagalan ginjal boleh diakibatkan oleh penyakit, jangkitan bakteria, atau kemalangan. Penyakit diabetes melitus merupakan penyebab utama kegagalan ginjal, diikuti oleh tekanan darah tinggi. Kedua-dua keadaan ini merosakkan glomerulus. Selain itu, sesetengah individu juga boleh menghadapi masalah pembentukan batu karang di dalam ginjalnya. **Batu karang** ialah ketulan keras yang terdiri daripada asid urik, kalsium oksalat atau hablur kalsium fosfat.



TMK 13.2

Aktiviti : Mengumpul maklumat dan membincangkan tentang isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem urinari

Batu karang boleh menyebabkan ureter tersumbat lalu mengurangkan penghasilan air kencing. Untuk mengurangkan kemungkinan pembentukan batu karang, minum banyak air setiap hari. Mengapa?



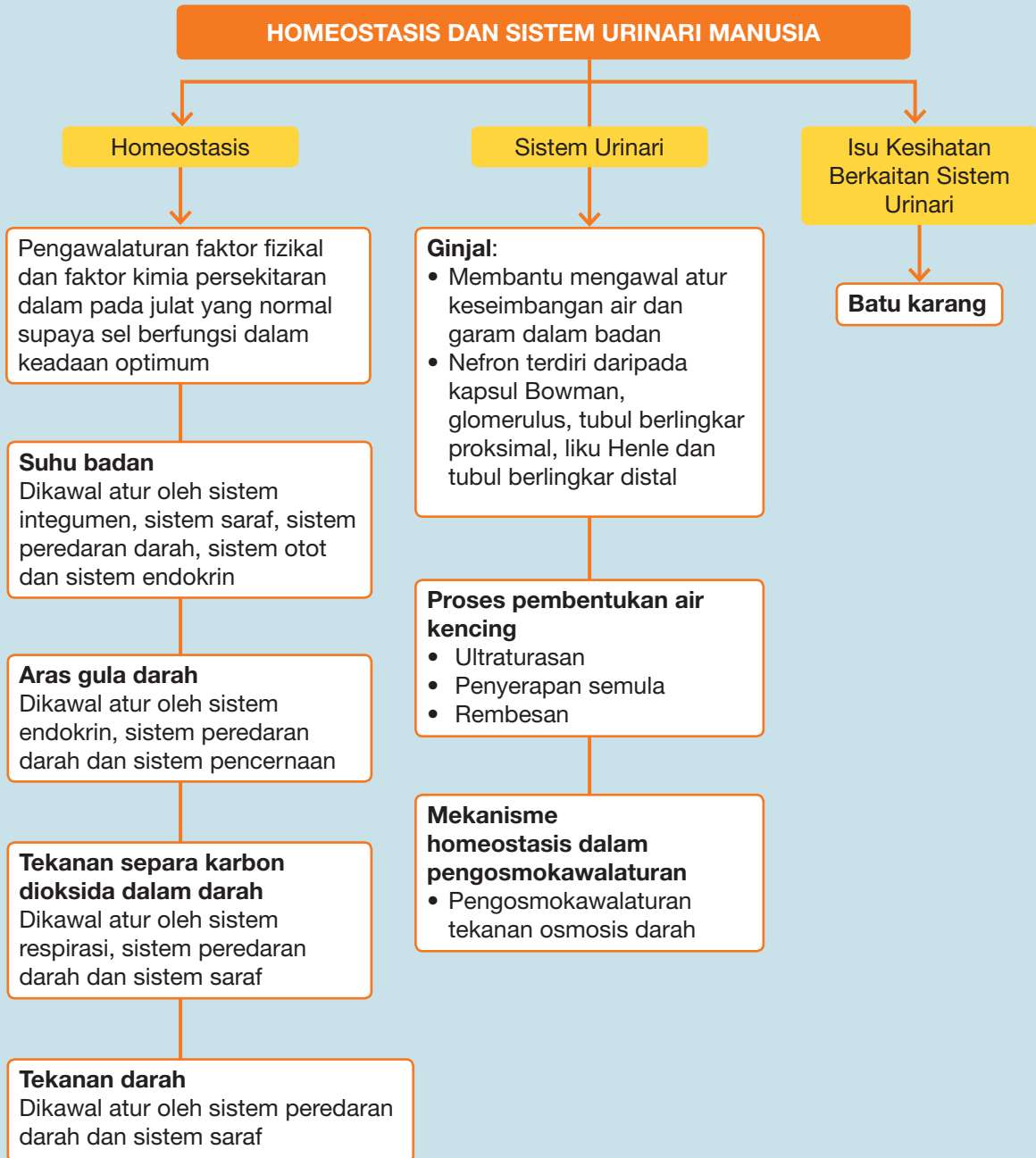
RAJAH 13.11 Pembentukan batu karang dalam ginjal

Praktis Formatif 13.3

- 1 Encik Azman menghadapi masalah pembentukan batu karang di dalam ginjalnya. Terangkan kesan batu karang terhadap kesihatan beliau.
- 2 Cadangkan dua sebab mengapa seseorang boleh mendapat batu karang.



Rumusan





Refleksi Kendiri

Adakah anda telah menguasai konsep penting berikut?

- Maksud homeostasis
- Keperluan mengekalkan faktor fizikal dan faktor kimia persekitaran dalam
- Penglibatan pelbagai jenis sistem organ untuk pengekalan persekitaran dalam yang optimum
- Konsep homeostasis dalam pengawalan
- Struktur dan fungsi ginjal
- Struktur nefron dan duktus pengumpul
- Proses pembentukan air kencing
- Konsep homeostasis dan suap balik negatif dalam pengosmokawalan
- Isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem urinari



Praktis Sumatif 13

- 1 Nyatakan pada bahagian ginjal manakah liku Henle boleh didapati?
- 2 Nyatakan keadaan air kencing yang akan dihasilkan setelah seseorang individu
 - (a) minum air yang banyak
 - (b) makan terlalu banyak makanan masin
- 3 Nyatakan satu ujian yang dapat anda jalankan dalam makmal untuk mengesan sama ada seseorang itu mengalami penyakit kencing manis.
- 4 Huraikan peranan yang dimainkan oleh hati apabila kepekatan gula dalam darah menurun.
- 5 Jadual 1 menunjukkan kepekatan asid amino dalam plasma darah dan dalam air kencing.



JADUAL 1

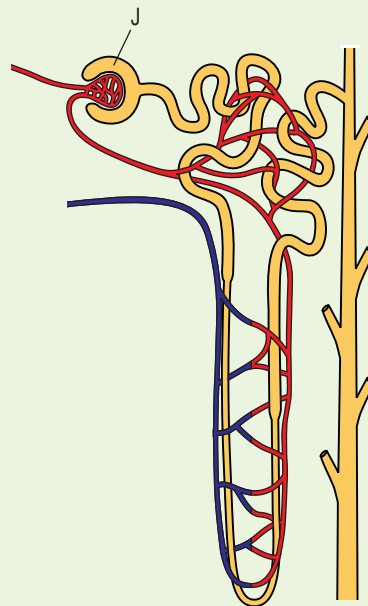
Kandungan	Kepekatan dalam plasma darah yang memasuki ginjal (g per 1000 ml)	Kepekatan dalam air kencing (g per 1000 ml)
Asid amino	85	0

- (a) Terangkan perbezaan antara kepekatan asid amino dalam plasma darah dengan dalam air kencing.
- (b) Kedua-dua ginjal seorang pesakit gagal berfungsi. Keadaan ini menyebabkan ketidakseimbangan air dan pengumpulan urea dalam darah. Nyatakan kesan kegagalan ginjal terhadap pengawalaturan keseimbangan air dalam darah.



- 6** (a) Seorang pesakit menghidap sejenis penyakit yang menyebabkan pankreas terpaksa dibuang. Terangkan kesan pembuangan pankreas terhadap penghasilan enzim dan hormon, dan seterusnya terhadap pencernaan serta aras glukosa dalam darah individu tersebut.
- (b) Apakah nasihat yang boleh diberikan kepada pesakit itu untuk membantunya menangani masalah kesihatan yang disebabkan oleh pembuangan pankreas?

7 Rajah 1 menunjukkan struktur satu nefron dan duktus pengumpul.



RAJAH 1

- (a) Namakan proses yang berlaku di J.
- (b) Namakan dua bahan yang tidak dituras keluar melalui glomerulus.
- (c) Huraikan bagaimana proses yang anda namakan di (a) boleh berlaku.
- (d) Terangkan mengapa bendalir yang mengalir di liku Henle tidak mengandungi glukosa walaupun glukosa terdapat dalam kapsul Bowman.



- (e) Mamalia yang berlainan mempunyai struktur ginjal yang berlainan, bergantung pada kehadiran air dalam habitatnya. Kepekatan air kencing yang dihasilkan bergantung pada panjang liku Henle. Semakin panjang liku Henle, semakin tinggi kepekatan garam dalam bendalir di sekitar liku Henle.

Berdasarkan maklumat ini, apakah yang dapat anda ramalkan mengenai liku Henle bagi haiwan yang hidup dalam keadaan persekitaran yang lembap berbanding dengan haiwan yang hidup dalam keadaan persekitaran yang kering?

Soalan Esei

-  **8** Huraikan bagaimana suhu badan seorang pekerja di dalam sebuah bilik sejuk selama 6 jam dikawal atur.
-  **9** Pernafasan ialah proses luar kawal yang dikawal oleh pusat kawalan respirasi di dalam medula oblongata. Jelaskan apa yang berlaku kepada kadar pernafasan seorang pendaki apabila berada di puncak gunung yang tinggi.
- 10** Huraikan peranan otot erektor, bulu roma dan kelenjar peluh dalam mengekalkan suhu badan pada hari panas.
- 11** (a) (i) Terangkan kepentingan mengekalkan suhu badan pada 37 °C.
(ii) Terangkan dua cara fizikal bagaimana badan bergerak balas untuk mengawal atur suhu badan selepas seseorang mandi dengan air sejuk.
-  (b) Pada pendapat anda, apakah kesan terhadap kadar pembuangan air kencing jika makanan yang dimakan mengandungi kuantiti protein yang banyak?
-  (c) Terangkan bagaimana kelenjar pituitari mengawal atur tekanan osmosis darah apabila seseorang minum terlalu sedikit air.

Sudut Pengayaan

-  **12** Terangkan bagaimana ikan air laut dapat hidup tanpa mengalami penyahhidratan.
-  **13** Mengapakah ujian air kencing dijalankan untuk menentukan sama ada seseorang mengambil dadah atau tidak?
-  **14** Teknologi moden telah banyak membantu pesakit yang menghadapi masalah ginjal. Misalnya, mesin hemodialisis telah membantu ramai pesakit yang mengalami kegagalan ginjal untuk terus hidup. Kini, penyelidikan sedang dijalankan untuk menghasilkan ginjal biotiruan. Alat ini dipercayai dapat menjalankan semua fungsi ginjal yang sihat. Pada pendapat anda, apakah sifat yang perlu ada pada ginjal biotiruan bagi membolehkannya berfungsi seperti ginjal sebenar?



Jawapan lengkap boleh didapati dengan mengimbas kod QR yang disediakan

BAB 14 Sokongan dan Pergerakan dalam Manusia dan Haiwan



***Bagaimanakah
gentian sarang
labah-labah sutera
digunakan untuk
membantu sistem
sokongan?***

Tahukah ANDA...

- Apakah jenis dan ciri tulang-tulang yang membentuk rangka manusia?
- Apakah jenis sendi yang terdapat dalam sistem rangka manusia?
- Bagaimanakah pergerakan lengan dan kaki manusia berlaku?
- Bagaimanakah ikan, burung, cacing dan belalang bergerak?
- Apakah isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem otot rangka manusia?

14.1 Jenis Rangka

- 14.1.1** Menyebutkan jenis rangka dalam manusia dan hewan:
- rangka hidrostatik
 - rangka luar
 - rangka dalam
- 14.1.2** Menjelaskan keperluan rangka pada manusia dan hewan.

14.2 Sistem Otot Rangka Manusia

- 14.2.1** Mengenal pasti tulang yang membentuk sistem rangka manusia:
- rangka aksial
 - rangka apendaj
- 14.2.2** Mengenal jenis vertebra dalam tulang belakang:
- vertebra serviks (termasuk atlas dan axis)
 - vertebra toraks
 - vertebra lumbar
 - vertebra sakrum
 - vertebra kaudal
- 14.2.3** Membanding dan membezakan antara jenis vertebra.
- 14.2.4** Menyatakan jenis sendi dalam sistem rangka manusia:
- sendi tidak bergerak
 - sendi bergerak sedikit
 - sendi bebas bergerak
- 14.2.5** Melukis, melabel dan menerangkan struktur sendi engsel lengan manusia:
- tulang
 - rawan
 - otot rangka
 - tendon
 - ligamen
 - membran sinovia
 - bendalir sinovia

14.3 Mekanisme Pergerakan dan Gerak Alih

- 14.3.1** Menerangkan mekanisme pergerakan pada:
- lengan manusia
 - kaki manusia (berjalan)
- 14.3.2** Memeriksa secara ringkas mekanisme gerak alih haiwan.

14.4 Isu Kesihatan Sistem Otot Rangka Manusia

- 14.4.1** Memeriksa isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem otot rangka manusia:
- osteoporosis
 - osteomalasia
 - rikets
 - artritis
 - skoliosis
- 14.4.2** Menjelaskan amalan untuk menjaga kesihatan sistem otot rangka.



14.1

Jenis Rangka

Sistem rangka memberi sokongan kepada manusia dan haiwan. Terdapat tiga jenis rangka iaitu **rangka luar**, **rangka dalam** dan **rangka hidrostatik**.

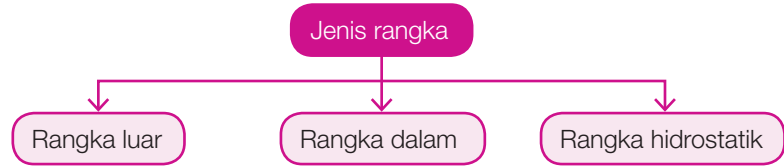


Aktiviti: Menjalankan sumbang saran tentang keperluan untuk sokongan dan pergerakan dalam manusia dan haiwan

Fikirkan!



Apakah kebaikan dan keburukan sekiranya manusia mempunyai rangka luar seperti serangga?



Keperluan sistem rangka dalam haiwan dan manusia

Manusia dan haiwan memerlukan sistem rangka supaya dapat bergerak dari satu tempat ke tempat lain untuk mencari makanan, pasangan atau untuk melarikan diri daripada pemangsa dan ancaman.

Kebanyakan organisma multisel memerlukan sokongan kerana mempunyai tisu badan yang lembut. **Rangka luar** yang didapati pada serangga dan ketam juga menyokong dan melindungi organ badan serta membolehkan haiwan ini bergerak. Haiwan bertisu lembut seperti cacing tanah memerlukan **rangka hidrostatik** yang membantunya mengekalkan bentuk badan tegar. **Rangka dalam** pula berfungsi untuk mengekalkan bentuk badan, menyokong tisu badan yang lembut dan melindungi organ dalaman daripada kecederaan. Dalam unit selanjutnya, anda akan mengenali dengan lebih mendalam sistem rangka manusia.

■ Rangka dalam manusia



Praktis Formatif 14.1

- 1 Mengapakah organisma perlu mengekalkan bentuk badannya?
- 2 Nyatakan dua fungsi sistem rangka kepada manusia.

- 3 Bagi haiwan yang bergerak di atas permukaan tanah, apakah kelebihan mempunyai anggota kaki di bawah badan (misalnya, tikus) berbanding dengan haiwan yang mempunyai kaki di sisi badan (misalnya, buaya)?



■ Rangka hidrostatik dalam cacing tanah



■ Rangka luar belalang



14.1.1 14.1.2

14.2

Sistem Otot Rangka Manusia

Sistem rangka

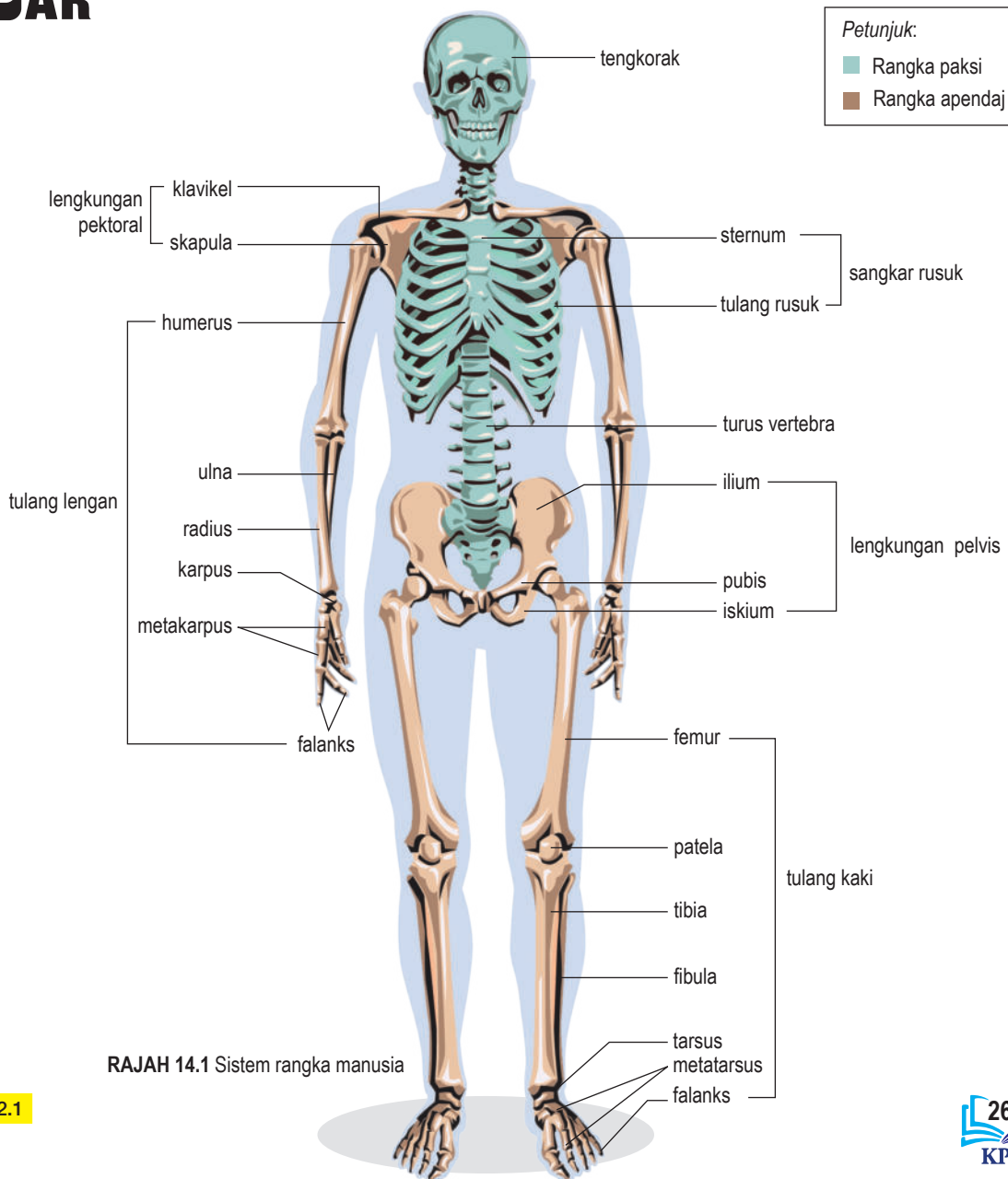
Sistem rangka manusia terdiri daripada **rangka paksi** dan **rangka apendaj**.

Rangka paksi

Rangka paksi terdiri daripada **tengkorak**, **turus vertebra**, **tulang rusuk** dan **sternum (tulang dada)**.

Rangka apendaj

Rangka apendaj merangkumi **lengkungan pektoral**, **lengkungan pelvis**, **tulang kaki** dan **tulang lengan**.



RAJAH 14.1 Sistem rangka manusia

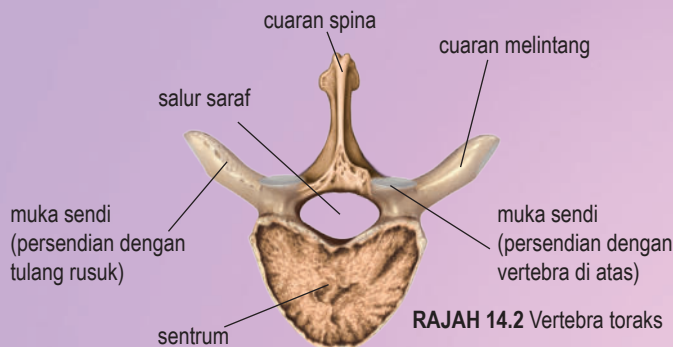
Zon Aktiviti



Jalankan aktiviti sumbang saran untuk menerangkan kepentingan rangka pada manusia dan haiwan.

Turus vertebra manusia

Vertebra pada bahagian berlainan turus vertebra berbeza dari segi saiz dan bentuk (Rajah 14.2–14.7). Setiap vertebra mempunyai satu bukaan yang disebut salur saraf. Saraf tunjang ditempatkan di dalam salur saraf.



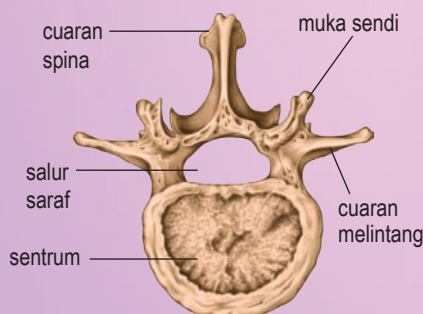
RAJAH 14.2 Vertebra toraks

Vertebra toraks (Rajah 14.2)

- Mempunyai cuaran spina yang panjang.
- Cuanan spina dan cuaran melintang merupakan tempat pelekatan otot dan ligamen.
- Cuanan melintang (kecuali vertebra toraks ke-11 dan ke-12) mempunyai muka sendi untuk bersendi dengan tulang rusuk.

Vertebra lumbar (Rajah 14.3)

- Vertebra terbesar dan terkuat.
- Mempunyai cuaran spina yang pendek.
- Mempunyai sentrum yang besar untuk menyokong berat bahagian bawah belakang badan.



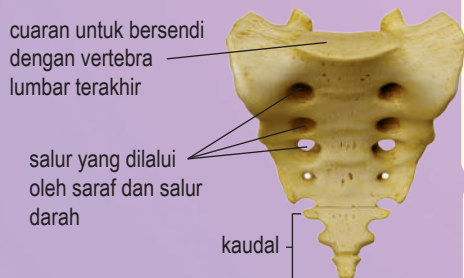
RAJAH 14.3 Vertebra lumbar

Vertebra sakrum (Rajah 14.4)

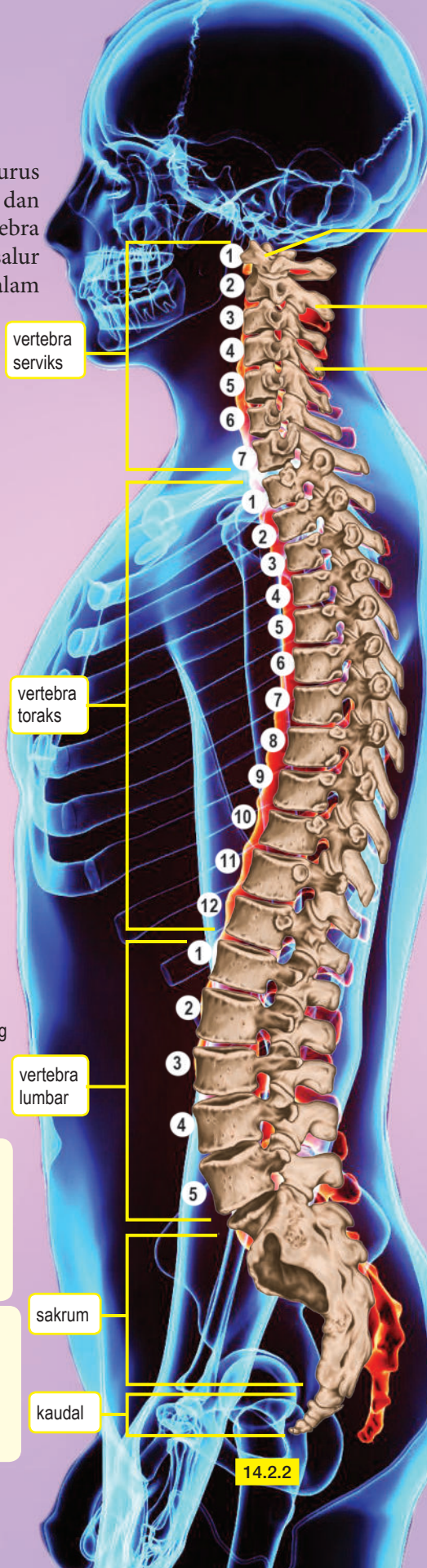
Lima vertebra yang bercantum bersama untuk membentuk satu tulang yang berbentuk segi tiga.

Vertebra kaudal (Rajah 14.4)

Empat tulang yang bercantum bersama untuk membentuk struktur segi tiga yang meruncing pada satu hujung.



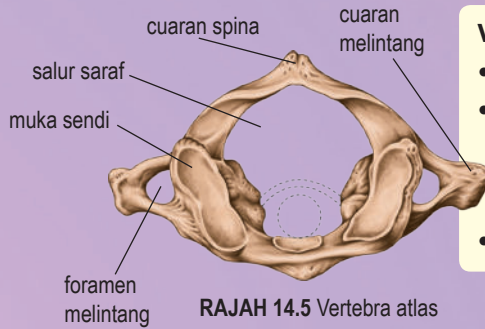
RAJAH 14.4 Vertebra sakrum dan vertebra kaudal



vertebra atlas

vertebra axis

vertebra serviks



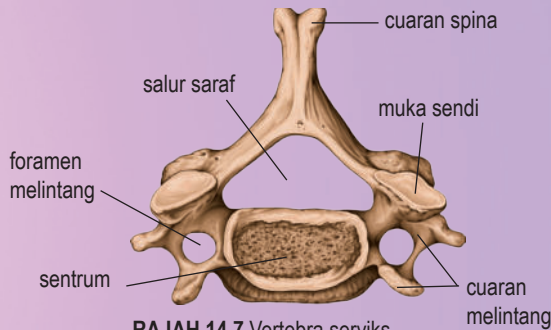
RAJAH 14.5 Vertebra atlas

Vertebra atlas (Rajah 14.5)

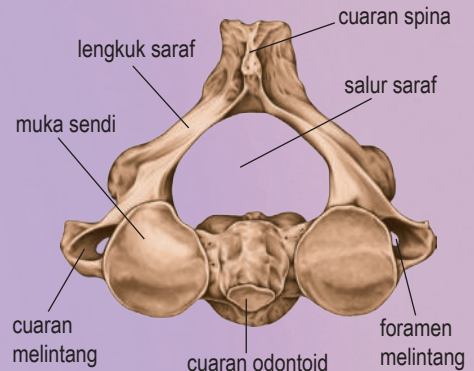
- Vertebra serviks pertama.
- Vertebra ini mempunyai salur saraf besar, cuaran spina amat kecil, sepasang foramen melintang tetapi tiada sentrum.
- Vertebra ini bersendi dengan tengkorak.

Vertebra axis (Rajah 14.6)

- Vertebra serviks yang kedua.
- Vertebra axis mempunyai cuaran spina besar, cuaran melintang kecil dan sepasang foramen melintang.
- Mempunyai cuaran odontoid yang bersendi dengan muka sendi salur saraf vertebra atlas.



RAJAH 14.7 Vertebra serviks



RAJAH 14.6 Vertebra axis

Vertebra serviks (Rajah 14.7)

Mempunyai cuaran spina pendek, sentrum kecil, cuaran melintang yang lebar dan pendek serta sepasang foramen melintang.

Berdasarkan ciri-ciri yang telah ditunjukkan, dapatkah anda membanding dan membezakan antara jenis vertebra? Apakah perbezaan antara vertebra lumbar dengan vertebra toraks? Apakah ciri yang terdapat pada vertebra serviks yang tidak terdapat pada vertebra yang lain?

PERSAMAAN ANTARA VERTEBRA

Kesemua vertebra mempunyai cuaran spina, cuaran melintang, sentrum (kecuali vertebra atlas) dan salur saraf.

PERBEZAAN ANTARA VERTEBRA

VERTEBRA SERVIKS

- Mempunyai cuaran spina pendek
- Mempunyai cuaran melintang lebar dan pendek
- Mempunyai sentrum kecil
- Mempunyai sepasang foramen melintang

VERTEBRA TORAKS

- Mempunyai cuaran spina panjang
- Mempunyai cuaran melintang panjang
- Mempunyai sentrum bersaiz sederhana
- Tiada foramen melintang

VERTEBRA LUMBAR

- Mempunyai cuaran spina pendek
- Mempunyai cuaran melintang pendek
- Mempunyai sentrum besar
- Tiada foramen melintang

Bagaimanakah tulang-tulang ini bercantum bersama membentuk rangka? Tulang terlalu tegar untuk membengkok tanpa patah. Terdapat tisu penghubung yang fleksibel membentuk sendi yang memegang tulang bersama untuk membolehkan pergerakan berlaku. Dalam unit berikutnya, kita akan melihat jenis-jenis sendi yang berlainan.

Sendi

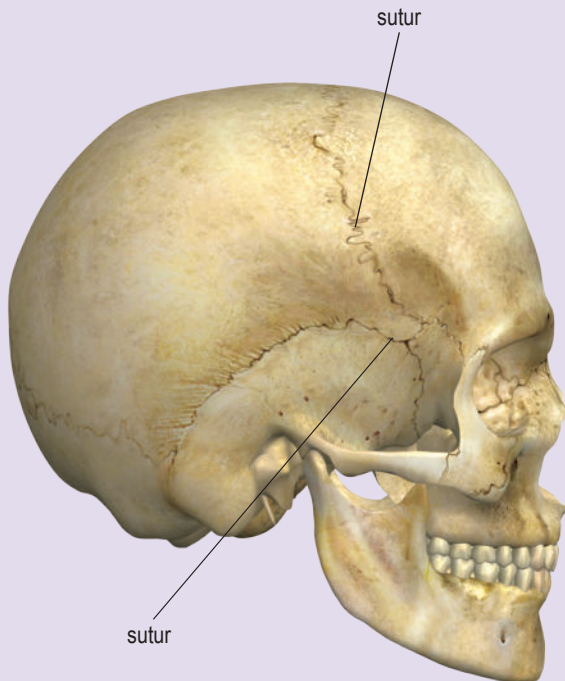
Sendi ialah tempat pertemuan antara dua atau lebih tulang atau antara rawan dengan tulang. Kebanyakan sendi membenarkan tulang bergerak secara relatif kepada satu sama lain. Sendi berlainan membenarkan pergerakan berlainan. Sendi dibahagi kepada tiga jenis iaitu:

- **sendi tidak bergerak** (misalnya, sutur pada kranium di tengkorak kepala) (Rajah 14.8)
- **sendi bergerak sedikit** (misalnya, cakera rawan antara tulang vertebra dan rawan antara tulang rusuk pertama dengan sternum) (Rajah 14.9)
- **sendi bebas bergerak** (misalnya, sendi engsel dan sendi lesung) (Rajah 14.10)

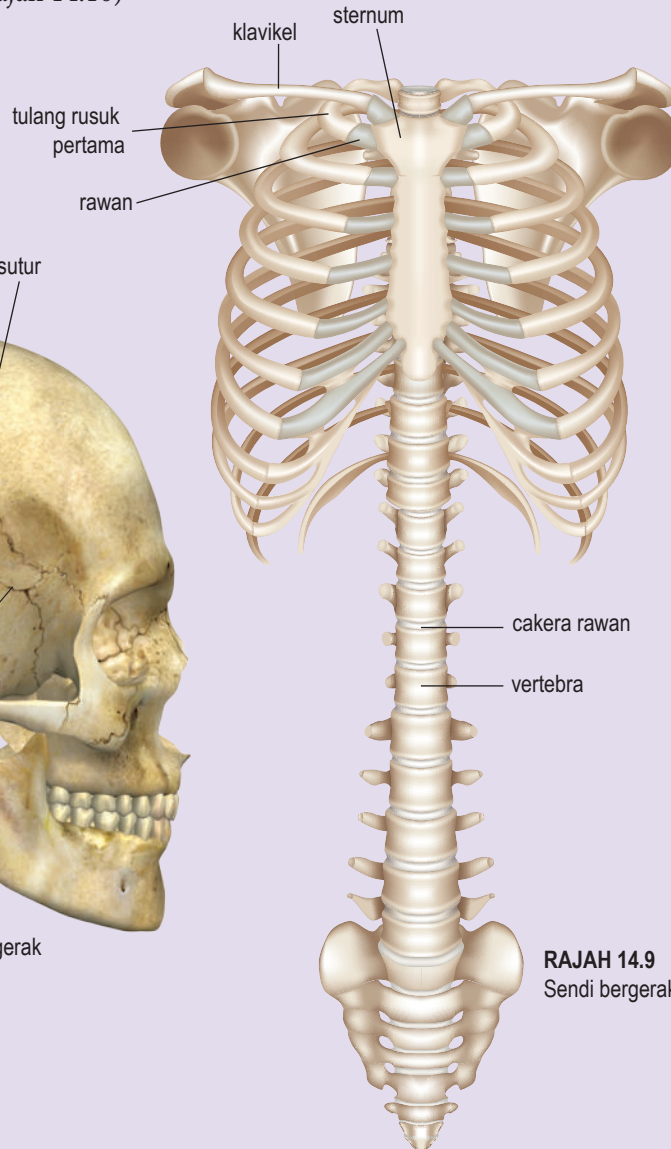
Zon Aktiviti



Buat pembelahan kepak ayam untuk memerhati struktur sendi.



RAJAH 14.8 Sendi tidak bergerak



RAJAH 14.9
Sendi bergerak sedikit

Sendi bebas bergerak

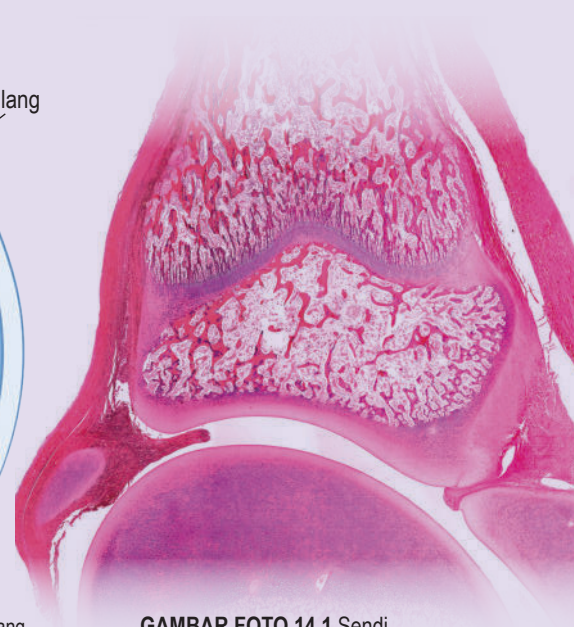
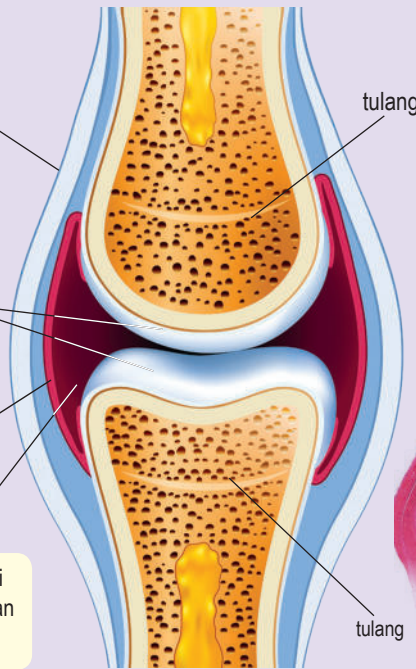
Sendi lesung dan sendi engsel merupakan contoh sendi bebas bergerak yang membenarkan pergerakan bebas. Struktur am sendi bebas bergerak serta fungsi bahagian ditunjukkan dalam Rajah 14.10.

Kapsul ialah tisu bergentian yang membalut sendi dan memberi perlindungan kepada sendi.

Rawan bertindak sebagai kusyen kepada sendi, menyerap hentakan dan mengurangkan geseran antara hujung-hujung tulang. Rawan juga melindungi tulang daripada menjadi haus.

Membran sinovia merembes bendalir sinovia ke dalam rongga sinovia.

Bendalir sinovia bertindak sebagai pelincir yang mengurangkan geseran antara hujung-hujung tulang.

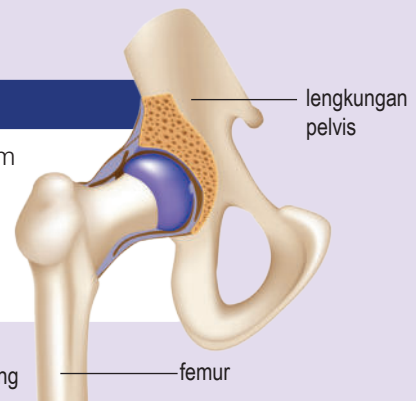


GAMBAR FOTO 14.1 Sendi

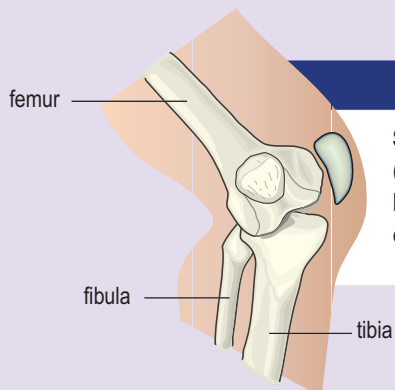
RAJAH 14.10 Sendi bebas bergerak

SENDI LESUNG

Sendi lesung membenarkan pergerakan berbentuk putaran dalam semua arah (Rajah 14.11). Sendi ini membenarkan ayunan lengan dan kaki dalam pergerakan membulat. Contoh sendi lesung ialah sendi bahu antara humerus dan lengkungan pektoral, dan sendi punggung antara femur dan lengkungan pelvis.



RAJAH 14.11 Sendi lesung di punggung

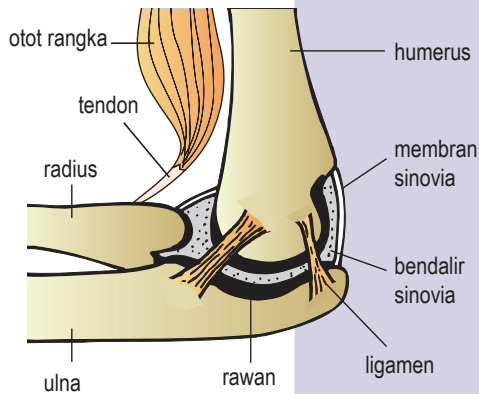


SENDI ENGSEL

Sendi engsel membenarkan pergerakan tulang pada satu satah (Rajah 14.12). Misalnya, sendi lutut membenarkan bahagian bawah kaki berayun ke hadapan dan ke belakang seperti engsel pintu. Sendi engsel juga terdapat pada siku, tulang jari tangan dan tulang jari kaki.

RAJAH 14.12 Sendi engsel di bahagian lutut

Selain daripada sendi dan tulang, sokongan dan pergerakan juga bergantung pada tindakan otot rangka, tendon dan ligamen.



RAJAH 14.13 Otot rangka, tendon dan ligamen

Buletin STEM



Polimer plastik elektroaktif digunakan untuk membuat otot buatan. Plastik ini digunakan dalam pembuatan robot berupa manusia dan membolehkan robot tersebut berjalan. Otot buatan ini mengecut apabila bergerak balas terhadap arus elektrik. Otot buatan ini juga boleh digunakan untuk membantu individu yang kehilangan anggota badan.

Otot rangka

- Terdiri daripada berkas gentian otot, saraf dan salur darah yang banyak.
- Otot bekerja secara berpasangan dan bertindak secara berlawanan, iaitu jika salah satu otot mengecut, otot yang satu lagi akan mengendur dan sebaliknya. Otot jenis ini disebut sebagai **otot antagonis**.
- Otot biseps dan otot triseps adalah contoh otot berantagonis. Otot yang meluruskan anggota semasa mengecut disebut **otot ekstensor**. Contohnya, otot triseps. Otot yang membengkokkan anggota semasa mengecut disebut **otot fleksor**. Contohnya, otot biseps.

Tendon (menyambung tulang dengan otot)

- Terdiri daripada gentian yang kukuh, tidak kenyal dan boleh dilentur.

Ligamen (menyambung tulang dengan tulang)

- Pada sendi, tulang dipegang bersama oleh ligamen yang terdiri daripada berkas tisu penghubung yang kuat, kenyal dan liat.
- Ligamen memberi sokongan dan kekuatan kepada sendi serta membolehkan tulang membengkok di sendi.

Praktis Formatif 14.2

- 1 Namakan tulang yang membentuk rangka paksi badan manusia.
- 2 Nyatakan fungsi rawan dan bendalir sinovia dalam sendi.
- 3 Nyatakan perbezaan struktur dan fungsi antara tendon dan ligamen.
- 4 Terangkan perbezaan antara sendi lesung dengan sendi engsel.

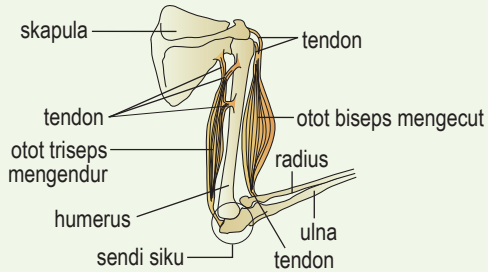


14.3 Mekanisme Pergerakan dan Gerak Alih

Mekanisme pergerakan pada lengan manusia melibatkan tindakan otot biseps dan otot triseps. Rajah 14.14 menunjukkan tindakan kedua-dua otot berantagonis ini menghasilkan pergerakan lengan.

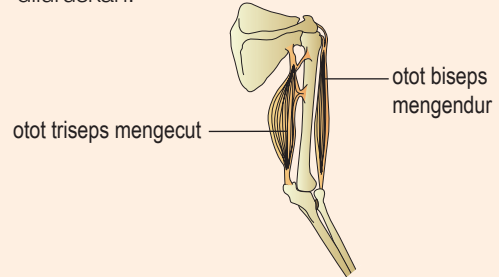
PERGERAKAN MEMBENGKOKKAN LENGAN

- Apabila otot biceps mengecut, daya tarikan dipindahkan kepada tulang radius melalui tendon.
- Pada masa yang sama, otot triceps mengendur.
- Tulang radius ditarik ke atas dan lengan dibengkokkan.



PERGERAKAN MELURUSKAN LENGAN

- Apabila otot triceps mengecut, daya tarikan dipindahkan kepada tulang ulna melalui tendon.
- Pada masa yang sama, otot biceps mengendur.
- Tulang ulna ditarik ke bawah dan lengan diluruskan.



RAJAH 14.14 Tindakan otot berantagonis menyebabkan pergerakan lengan

Pergerakan kaki dihasilkan melalui tindakan pasangan otot berantagonis: Otot **biceps femoris** ialah otot fleksor manakala otot **kuadriseps femoris** ialah otot ekstensor (Rajah 14.15).

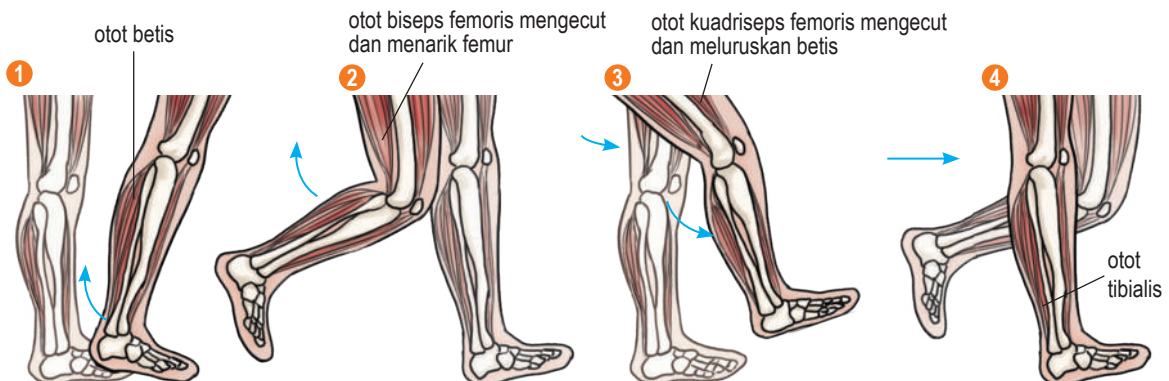
- 1 Otot betis kaki kanan akan mengecut supaya tumit kaki diangkat. Tapak kaki menolak ke bawah ke atas tanah.
- 2 Pada masa yang sama, otot biceps femoris mengecut untuk membengkokkan kaki pada sendi lutut. Kaki kanan dinaikkan.
- 3 Apabila kaki kanan tidak bersentuhan dengan tanah, berat badan disokong oleh kaki kiri yang bersentuhan dengan tanah. Otot kuadriseps femoris (otot ekstensor) akan mengecut untuk meluruskan kaki.
- 4 Otot tibialis mengecut untuk menurunkan tumit kaki. Tumit kaki kanan menyentuh tanah dan berat badan sekarang disokong oleh kaki kanan. Keseluruhan urutan diulang dengan kaki kiri.

Fikirkan!



Apakah yang berlaku sekiranya

- (a) anda hanya mempunyai otot kuadriseps femoris?
(b) otot bercantum terus kepada tulang?

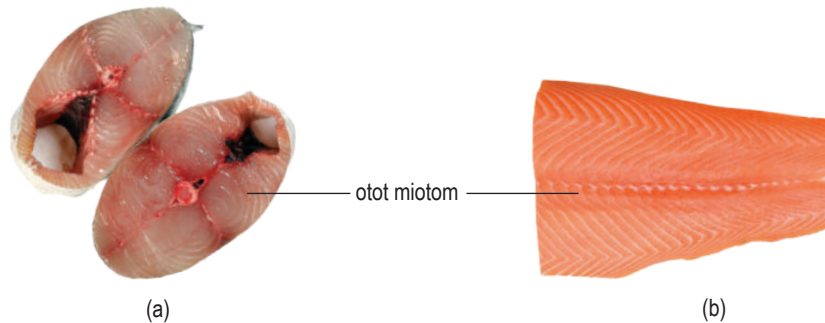


RAJAH 14.15 Tindakan otot berantagonis semasa berjalan

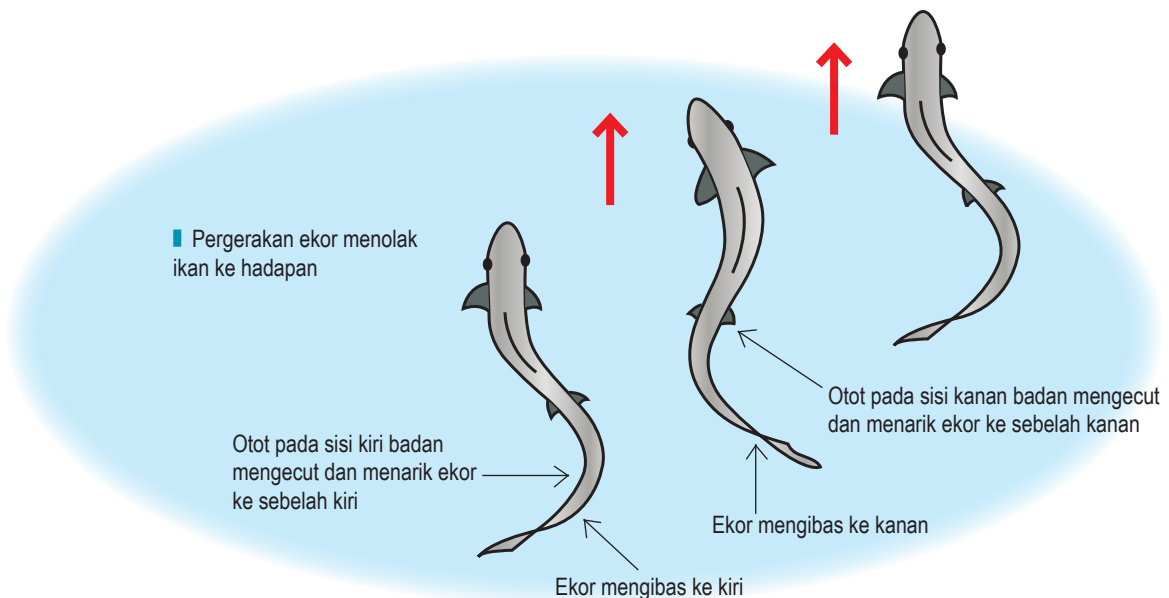
Mekanisme gerak alih dalam haiwan

IKAN

- Turus vertebra ikan adalah fleksibel dan digerakkan dari sisi ke sisi melalui pengecutan dan pengenduran **miotom** iaitu bongkah otot berbentuk W (Rajah 14.16).
- Otot-otot antagonis ini melakukan tindakan berlawanan.
- Ini membolehkan ikan mengibaskan ekornya. Apabila otot miotom di sebelah kanan mengecut, otot miotom di sebelah kiri mengendur.
- Ekor akan mengibas ke kanan (Rajah 14.17).
- Sebaliknya, apabila otot miotom di sebelah kiri mengecut, otot miotom kanan akan mengendur dan ekor akan mengibas ke kiri.
- Gelombang pengecutan dan pengenduran berlaku secara berselang-seli di sepanjang miotom.
- Tindakan ini menyebabkan bahagian badan bergerak dari sisi ke sisi, menolak air ke belakang dan ke sisi lalu badan digerakkan ke hadapan.
- Sirip digunakan untuk mengawal arah pergerakan dan arah haluan ikan.



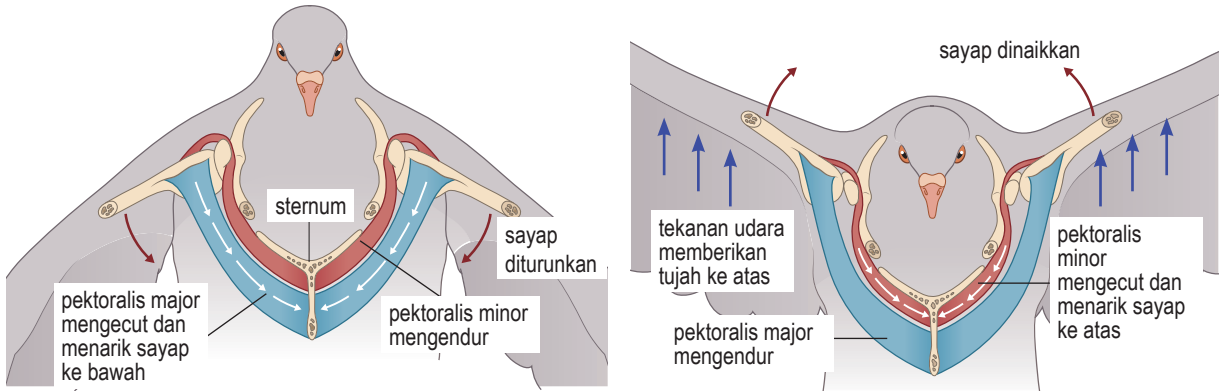
RAJAH 14.16 (a) Keratan rentas dan (b) keratan membujur ikan



RAJAH 14.17 Mekanisme gerak alih ikan

BURUNG (PENERBANGAN)

- Tindakan otot antagonis yang besar dan kuat pada dada burung membantu mengibaskan sayap ke atas dan ke bawah.
- Mekanisme pergerakan sayap burung ditunjukkan di dalam Rajah 14.18.

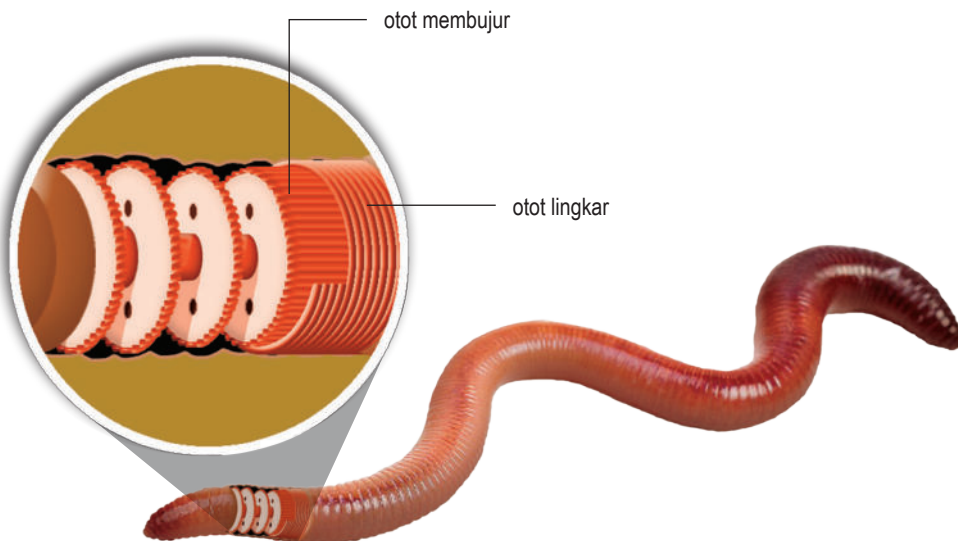


RAJAH 14.18 Gerak alih burung

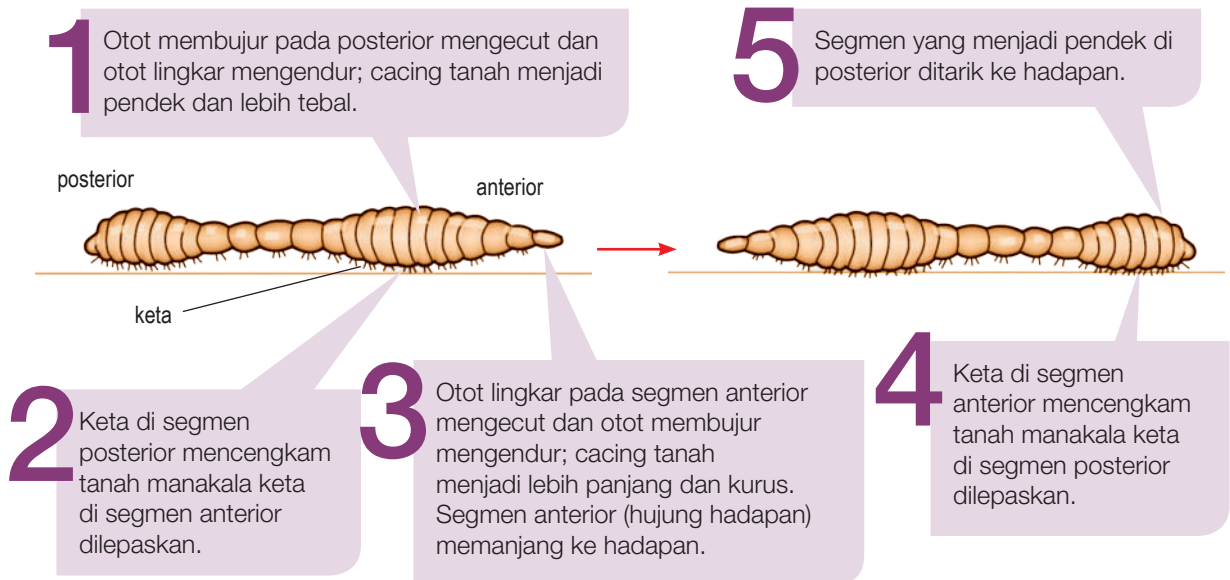
- Apabila otot pectoralis major mengecut dan otot pectoralis minor mengendur, sayap digerakkan ke bawah.
- Apabila otot pectoralis minor mengecut dan otot pectoralis major mengendur, sayap dinaikkan ke atas.

CACING TANAH

Pengecutan dan pengenduran otot lingkar dan otot membujur secara berselang-seli menghasilkan satu gelombang peristalsis di sepanjang badan cacing tanah (Rajah 14.19).



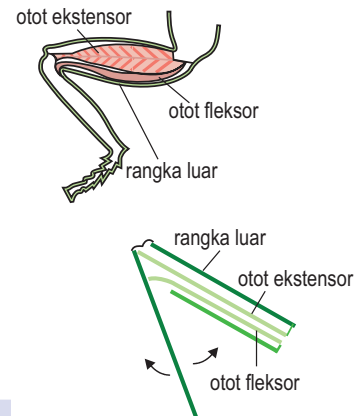
RAJAH 14.19 Otot membujur dan otot lingkar cacing tanah



RAJAH 14.20 Gerak alih cacing tanah

BELALANG (MELOMPAT)

- Otot antagonis belalang iaitu otot fleksor dan otot ekstensor yang melekat kepada permukaan dalam rangka luar (Rajah 14.21).
- Otot fleksor membengkokkan satu sendi manakala otot ekstensor meluruskannya.
- Kaki belakang belalang yang panjang dan berotot diadaptasikan untuk melompat (Rajah 14.22).



RAJAH 14.21 Otot fleksor dan ekstensor kaki belakang



RAJAH 14.22 Gerak alih belalang

Praktis Formatif 14.3

- 1 Pada pendapat anda, mengapakah burung mempunyai tulang yang berongga?
- 2 Terangkan bagaimana lengan digerakkan ke atas.

- 3 Terangkan mekanisme gerak alih ikan.
- 4 Huraikan bagaimana seekor belalang melakukan lompatan.

14.4

Isu Kesihatan Sistem Otot Rangka Manusia

Fungsi sistem otot rangka boleh terjejas akibat penyakit seperti osteoporosis, osteomalasia, arthritis dan skoliosis.

OSTEOPOROSIS

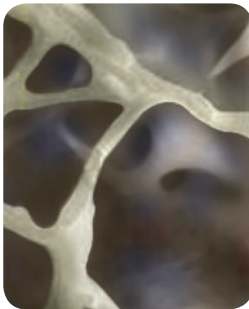
Osteoporosis (Rajah 14.23) ialah sejenis penyakit yang dicirikan oleh tulang yang lemah dan mudah patah. Apabila usia seseorang meningkat, kadar kehilangan kalsium daripada tulang lebih tinggi berbanding kadar penyerapan menyebabkan tulang kehilangan jisim atau ketumpatan. Antara faktor penyebab osteoporosis ialah kurang bersenam dan kurang pengambilan kalsium, fosforus dan vitamin D. Osteoporosis adalah lazim dalam kalangan wanita yang telah putus haid kerana aras hormon estrogen menurun selepas putus haid.

Hormon estrogen terlibat dalam metabolisme kalsium yang membantu badan menyerap kalsium dan mengurangkan kehilangan mineral kalsium daripada tulang.

Aras estrogen yang rendah akan menyebabkan ketumpatan tulang berkurangan akibat kehilangan kalsium daripada tulang (Gambar foto 14.2).



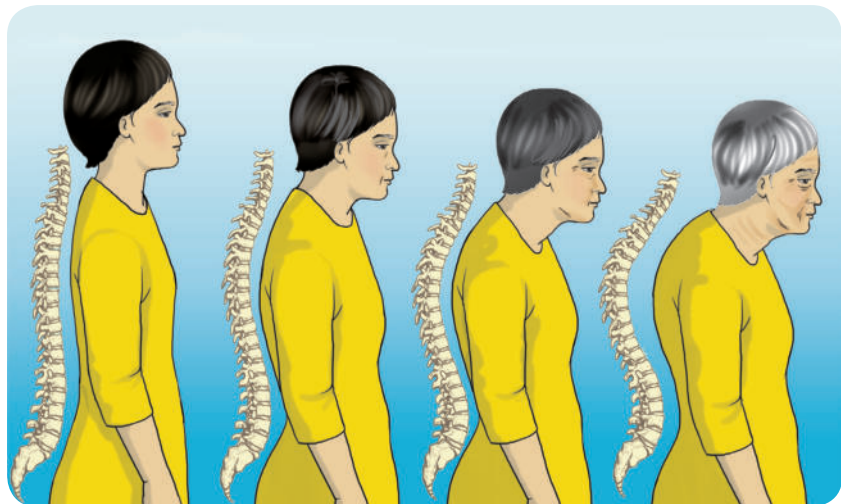
(a) Tulang normal



(b) Tulang pesakit osteoporosis

GAMBAR FOTO 14.2

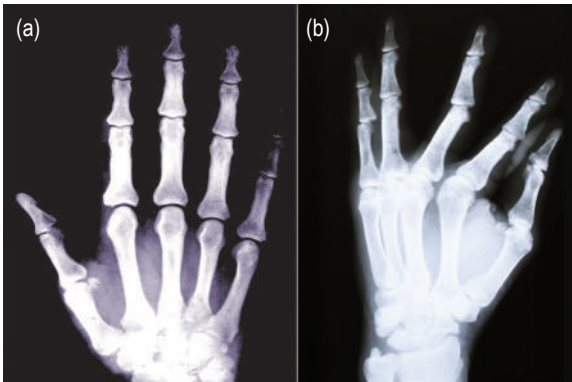
- (a) Tulang normal
- (b) Tulang pesakit osteoporosis lebih nipis, lebih rapuh dan lebih berliang.



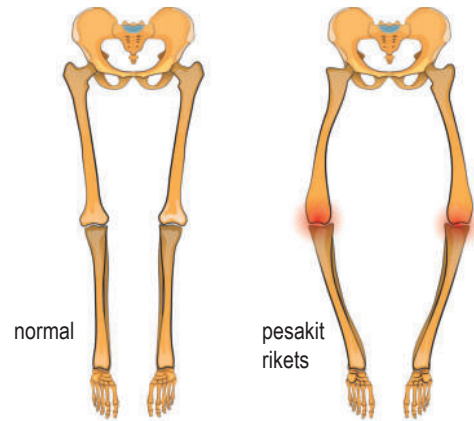
RAJAH 14.23 Jisim tulang berkurang mengikut usia seseorang. Simptom osteoporosis termasuklah tulang mudah patah, pengurangan ketinggian dan postur yang bengkok.

OSTEOMALASIA

Osteomalasia adalah keadaan tulang lembut yang disebabkan oleh kekurangan kalsium, fosforus dan vitamin D. Osteomalasia berlaku dalam orang dewasa, khasnya dalam kalangan perempuan hamil. Jika berlaku pada kanak-kanak, penyakit ini disebut penyakit **rikets** (Rajah 14.24). Rikets menyebabkan tulang kanak-kanak menjadi lembut dan lemah, dan boleh mengakibatkan kecacatan tulang.



GAMBAR FOTO 14.3 (a) Sendi normal (b) Sendi yang merosot akibat osteoarthritis



RAJAH 14.24 Tulang normal dan tulang pesakit rikets

ARTRITIS

Sejenis **arthritis** yang lazim berlaku dalam kalangan warga tua ialah **osteoarthritis**. Osteoarthritis disebabkan oleh kekurangan bendalir sinovia dan kehausan rawan dalam sesetengah sendi (Gambar foto 14.3). Rawan menjadi nipis dan ligamen memendek serta hilang sebahagian daripada kekenyalannya. Sendi seperti sendi lutut akan bengkak, berasa sakit serta menjadi kurang fleksibel. Arthritis mengehadkan aktiviti harian seperti berjalan.

Zon Aktiviti

Bekerja dalam kumpulan dan kumpulan maklumat mengenai osteoporosis, osteomalasia, rikets, arthritis dan skoliosis. Jalankan kajian ilmiah mengenai rawatan yang dapat membantu individu yang mengalami isu kesihatan berkaitan otot rangka.

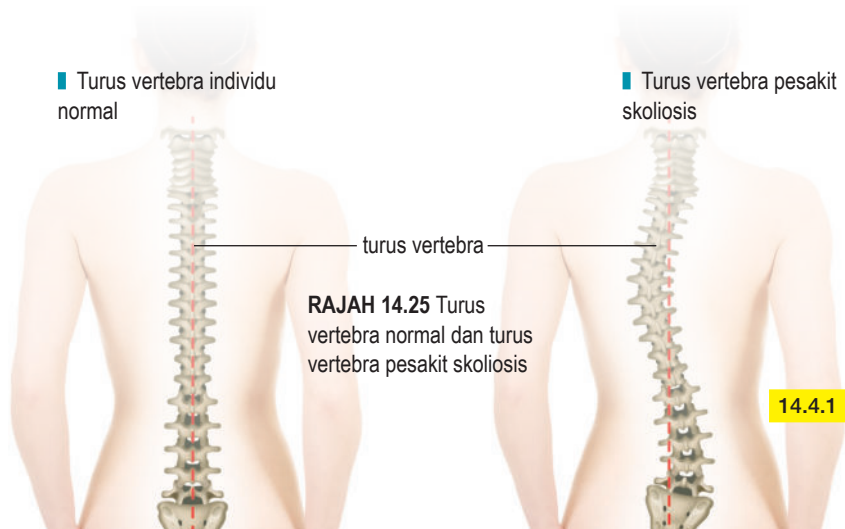
Zon Aktiviti

Bina alat bantu berjalan bagi individu yang mengalami isu kecederaan otot dan sakit sendi.

SKOLIOSIS

Bagi pesakit **skoliosis**, tulang belakangnya membengkok ke sisi dalam bentuk 'S' atau 'C' apabila dipandang dari belakang (Rajah 14.25). Skoliosis mungkin disebabkan oleh faktor genetik atau pertumbuhan tulang belakang yang tidak normal semasa perkembangan akil baligh.

Apakah rawatan yang sesuai bagi membantu individu yang mengalami isu kesihatan berkaitan sistem otot rangka?



RAJAH 14.25 Turus vertebra normal dan turus vertebra pesakit skoliosis

14.4.1



■ Postur yang baik ketika menggunakan komputer

Amalan untuk menjaga kesihatan sistem otot rangka

Berikut adalah amalan untuk menjaga kesihatan sistem otot rangka.

POSTUR BADAN YANG BETUL

Postur merujuk kepada posisi badan seseorang ketika duduk, baring, berjalan dan berdiri. Apabila kita berdiri atau duduk, kita tidak seharusnya berkeadaan bongkok. Membongkok meletakkan beban yang tinggi pada turus vertebra dan menyebabkan keseluruhan turus vertebra tidak sejajar. Keadaan ini menghalang pengaliran darah, menekan pada saraf dan organ utama.

■ Pakai pakaian dan kasut yang selesa

PAKAIAN YANG SESUAI

Pakaian mestilah sesuai dan selesa dan tidak terlalu ketat sehingga menyekat aliran darah dan menjejaskan sistem otot rangka. Memakai kasut yang sesuai, bertumit rendah dan berkusyen dapat memberi sokongan dan mengelakkan kecederaan pada turus vertebra.



SENAMAN

Senaman menguatkan struktur sendi serta menambah fleksibiliti otot dan ligamen. Senaman juga boleh membantu meningkatkan kekuatan tulang, meningkatkan mendapan mineral tulang pada orang dewasa dan menghalang osteoporosis pada warga tua.

Kerjaya Milenia

Ortopedik ialah bidang kepakaran khusus yang berfokus kepada diagnosis, penjagaan dan rawatan pesakit sistem otot rangka. Doktor yang mengkhusus dalam bidang ini disebut doktor bedah ortopedik.

■ Jalankan pelbagai jenis aktiviti bersukan

GIZI SEIMBANG

Amalkan gizi seimbang terutamanya yang kaya dengan kalsium (susu), garam mineral (fosfat), vitamin C dan D. Vitamin D membantu penyerapan kalsium manakala vitamin C meningkatkan jisim tulang.



14.4.2

Zon Aktiviti



Bincangkan kesan amalan-amalan berikut terhadap sistem otot rangka :

- (a) Pemakaian kasut bertumit tinggi
- (b) Duduk dengan dompet di dalam poket belakang seluar
- (c) Menyandang beg yang berat
- (d) Postur badan yang tidak betul semasa menggunakan telefon pintar



RAJAH 14.26 Kesan postur badan yang tidak betul semasa menggunakan telefon pintar



Praktis Formatif 14.4

1 Cadangkan dua cara untuk menjaga sistem otot rangka.

2 Sebagai seorang doktor, terangkan cara-cara untuk membantu pesakit skoliosis menjalani kehidupan harian yang normal.



3 Nyatakan maksud osteoporosis dan terangkan langkah yang boleh diambil pada usia muda untuk mencegah osteoporosis pada usia tua.



4 Terangkan tiga amalan untuk menjaga kesihatan sistem otot rangka.



Rumusan

SOKONGAN DAN PERGERAKAN DALAM MANUSIA DAN HAIWAN



Refleksi Kendiri

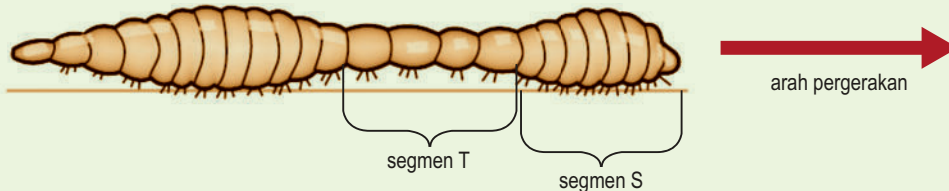
Adakah anda telah menguasai konsep penting berikut?

- Jenis rangka dalam manusia dan haiwan
- Rangka paksi dan rangka apendaj
- Jenis-jenis vertebra dalam tulang belakang
- Jenis-jenis sendi dalam sistem rangka manusia
- Struktur sendi engsel
- Cara manusia menggerakkan lengan dan kaki semasa berjalan
- Mekanisme gerak alih haiwan seperti cacing tanah, belalang, burung dan ikan
- Isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem otot rangka manusia
- Amalan untuk menjaga kesihatan sistem otot rangka



Praktis Sumatif 14

- 1 Nyatakan perbezaan antara vertebra serviks dengan vertebra toraks.
- 2 Rajah 1 menunjukkan gerak alih cacing.



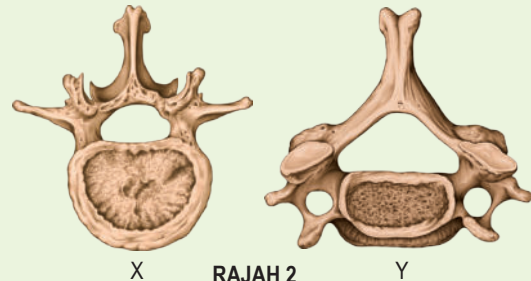
RAJAH 1

Jelaskan tindakan otot dalam segmen T dan segmen S yang membolehkan cacing tanah bergerak dalam arah yang ditunjukkan.

- 3 Mengapakah penting untuk organisma mengekalkan bentuk badannya?
- 4 Huraikan maksud postur yang baik. Mengapakah kita perlu sentiasa mengamalkan postur yang baik semasa melakukan sebarang aktiviti?
- 5 Terangkan mengapa pengecutan otot memerlukan bekalan darah yang mencukupi.

- 6 Rajah 2 menunjukkan dua jenis vertebra X dan Y dalam turus vertebra manusia.

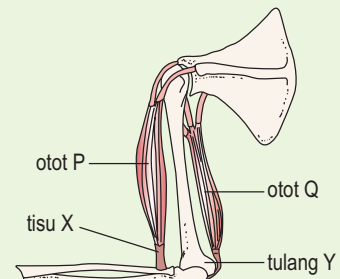
- (a) Namakan vertebra X dan vertebra Y.
- (b) Terangkan peranan vertebra semasa pergerakan badan berlaku.
- (c) Huraikan perkaitan vertebra toraks dengan mekanisme pernafasan.



RAJAH 2

- 7 Rajah 3 menunjukkan otot P, otot Q, tulang Y dan tisu X yang terlibat dalam pergerakan lengan.

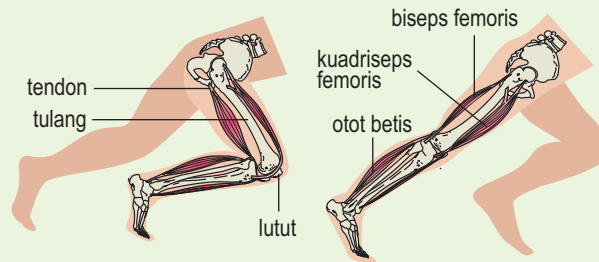
- (a) Namakan otot P, otot Q, tulang Y dan tisu X pada Rajah 3.
- (b) Nyatakan dua ciri tisu X yang membolehkan tisu tersebut menjalankan fungsinya.
- (c) Sekiranya tisu X terputus akibat kemalangan, apakah masalah yang akan dihadapi oleh mangsa?
- (d) Cadangkan sejenis makanan yang sesuai untuk seseorang yang patah tulang Y. Jelaskan pendapat anda mengapa makanan ini dianggap sesuai untuk individu tersebut.
- (e) Terangkan bagaimana semua bahagian yang anda labelkan dalam Rajah 3 bertindak dalam keadaan yang ditunjukkan.



RAJAH 3

Soalan Esei

8 Rajah 4 menunjukkan aktiviti pergerakan pada manusia.



RAJAH 4

Berdasarkan Rajah 4, huraikan bagaimana otot, tulang, tendon, ligamen dan sendi membolehkan pergerakan di atas berlaku.

- 9 Huraikan bagaimana sistem rangka cacing tanah dan ikan disesuaikan untuk gerak alih di habitat masing-masing.
- 10 (a) Terangkan sifat otot yang terlibat dalam pergerakan manusia.
(b) (i) Terangkan langkah-langkah yang boleh diamalkan oleh seseorang untuk memelihara sistem otot rangka yang baik.
(ii) Huraikan faktor-faktor yang boleh menyebabkan seseorang berisiko tinggi untuk menghidap penyakit osteoporosis.
(c) Huraikan bagaimana otot bertindak bersama dengan ligamen dan tendon untuk menghasilkan pergerakan pada lengan.

Sudut Pengayaan

- 11 Tulang-tulang panjang dalam badan mamalia adalah berongga dan bukannya padat. Jelaskan kelebihan tulang berongga.

- 12 Burung terbang menggunakan sayapnya. Pergerakan sayap membolehkan burung menghasilkan daya tujah ke atas. Walau bagaimanapun, kebolehan burung untuk terbang bukan sahaja bergantung pada sayapnya tetapi juga pada sistem sokongannya. Jelaskan bagaimana sistem sokongan burung dapat membantunya terbang.

- 13 Penyelidikan terkini untuk merawat tulang patah termasuklah penggunaan bahan seperti tiub nano karbon sebagai perancah untuk pertumbuhan tisu tulang. Jika anda seorang ahli sains yang sedang mencari bahan baharu untuk merawat tulang rosak, apakah ciri-ciri yang mesti ada pada bahan baharu tersebut supaya dapat menggantikan tulang yang patah?

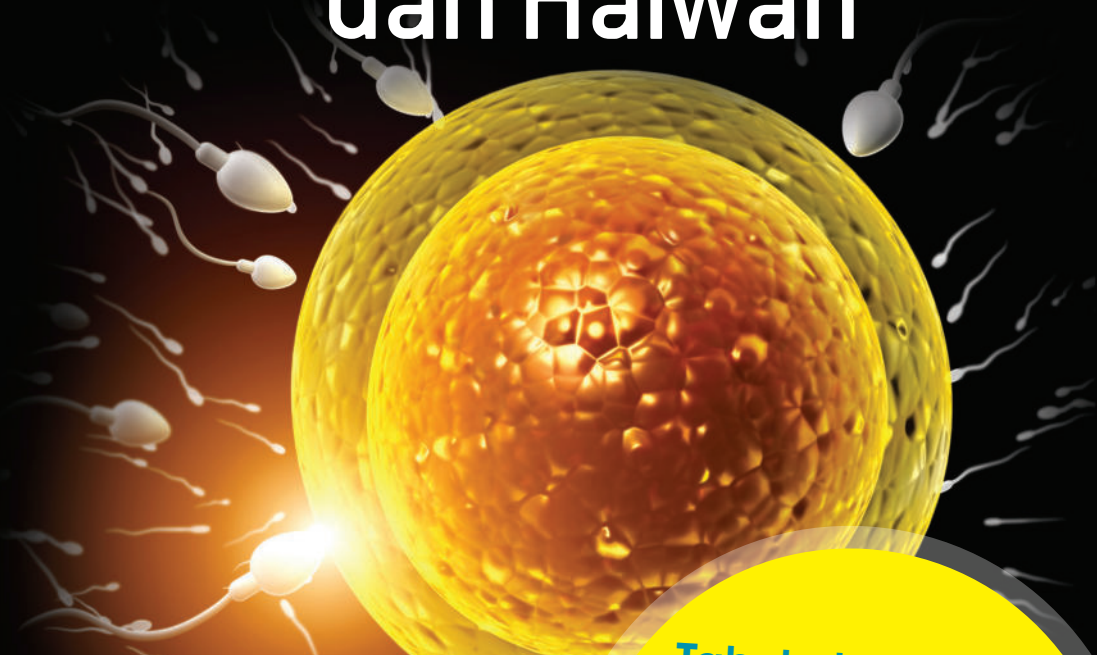


Jawapan lengkap boleh didapati dengan mengimbas kod QR yang disediakan

BAB

15

Pembiakan Seks, Perkembangan dan Pertumbuhan dalam Manusia dan Haiwan



***Bagaimanakah
teknologi terkini
membantu
menghasilkan
zuriat?***

Tahukah ANDA...

- Apakah ciri-ciri anatomi sistem pembiakan manusia?
- Bagaimanakah gamet boleh terhasil?
- Bagaimanakah kitar haid terjadi?
- Bagaimanakah perkembangan fetus manusia berlaku?

15.1 Sistem Pembiakan Manusia

- 15.1.1** Mencirikan anatomi:
- sistem pembiakan lelaki
 - sistem pembiakan perempuan

15.2 Gametogenesis Manusia

- 15.2.1** Mewajarkan keperluan gametogenesis.
- 15.2.2** Memerihalkan pembentukan gamet:
- spermatogenesis
 - oogenesis
- 15.2.3** Mengenal pasti struktur:
- sperma
 - kepala
 - bahagian tengah
 - ekor
 - folikel Graaf
 - oosit sekunder
 - sel folikel
- 15.2.4** Membanding dan membezakan antara spermatogenesis dengan oogenesis.

15.3 Kitar Haid

- 15.3.1** Menganalisis perubahan aras hormon yang terlibat semasa:
- haid
 - perkembangan folikel
 - penebalan endometrium
 - ovulasi
 - pembentukan korpus luteum
- 15.3.2** Menghubung kait perubahan aras hormon yang terlibat dengan:
- kehamilan • keguguran
- 15.3.3** Menyatakan maksud sindrom prahaid dan sindrom putus haid.

15.4 Perkembangan Fetus Manusia

- 15.4.1** Menghuraikan proses persenyawaan dan pembentukan zigot.
- 15.4.2** Membuat urutan dan menerangkan perkembangan awal embrio sehingga penempelan:
- embrio dua sel • morula
 - blastosista

- 15.4.3** Menerangkan peranan hormon gonadotrofin korion manusia (HCG) pada peringkat awal kehamilan.

- 15.4.4** Berkomunikasi tentang peranan struktur berikut dalam perkembangan fetus:
- plasenta • tali pusat

- 15.4.5** Mewajarkan keperluan sistem peredaran darah fetus dan sistem peredaran darah ibu yang berasingan.

15.5 Pembentukan Kembar

- 15.5.1** Memerihalkan proses pembentukan kembar:
- kembar seiras
 - kembar tak seiras
- 15.5.2** Membanding dan membezakan antara kembar seiras dengan kembar tak seiras.
- 15.5.3** Menghubung kait pembahagian sel dengan pembentukan kembar Siam.

15.6 Isu kesihatan Berkaitan Sistem Pembiakan Manusia

- 15.6.1** Menyatakan maksud kemandulan.
- 15.6.2** Berkomunikasi tentang punca kemandulan manusia.

15.7 Pertumbuhan dalam Manusia dan Haiwan

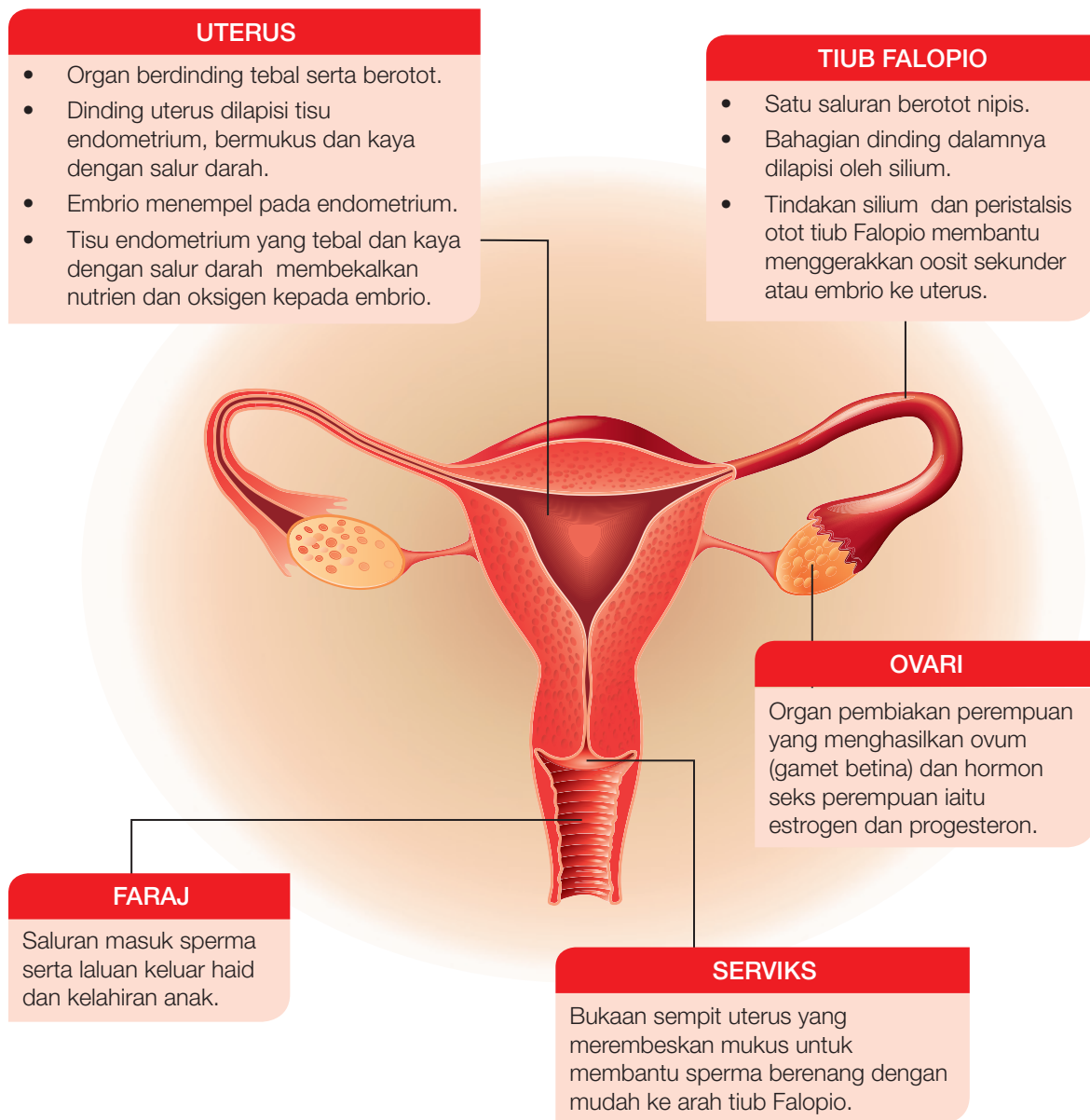
- 15.7.1** Menerangkan maksud pertumbuhan organisma.
- 15.7.2** Menentukan parameter untuk mengukur pertumbuhan manusia dan haiwan.
- 15.7.3** Memerihalkan pertumbuhan serangga
- metamorfosis lengkap
 - metamorfosis tidak lengkap
- 15.7.4** Menganalisis fasa pertumbuhan dalam lengkung pertumbuhan sigmoid manusia dan haiwan.
- 15.7.5** Mencerakinkan lengkung pertumbuhan berbentuk tangga bagi haiwan berangka luar.

15.1

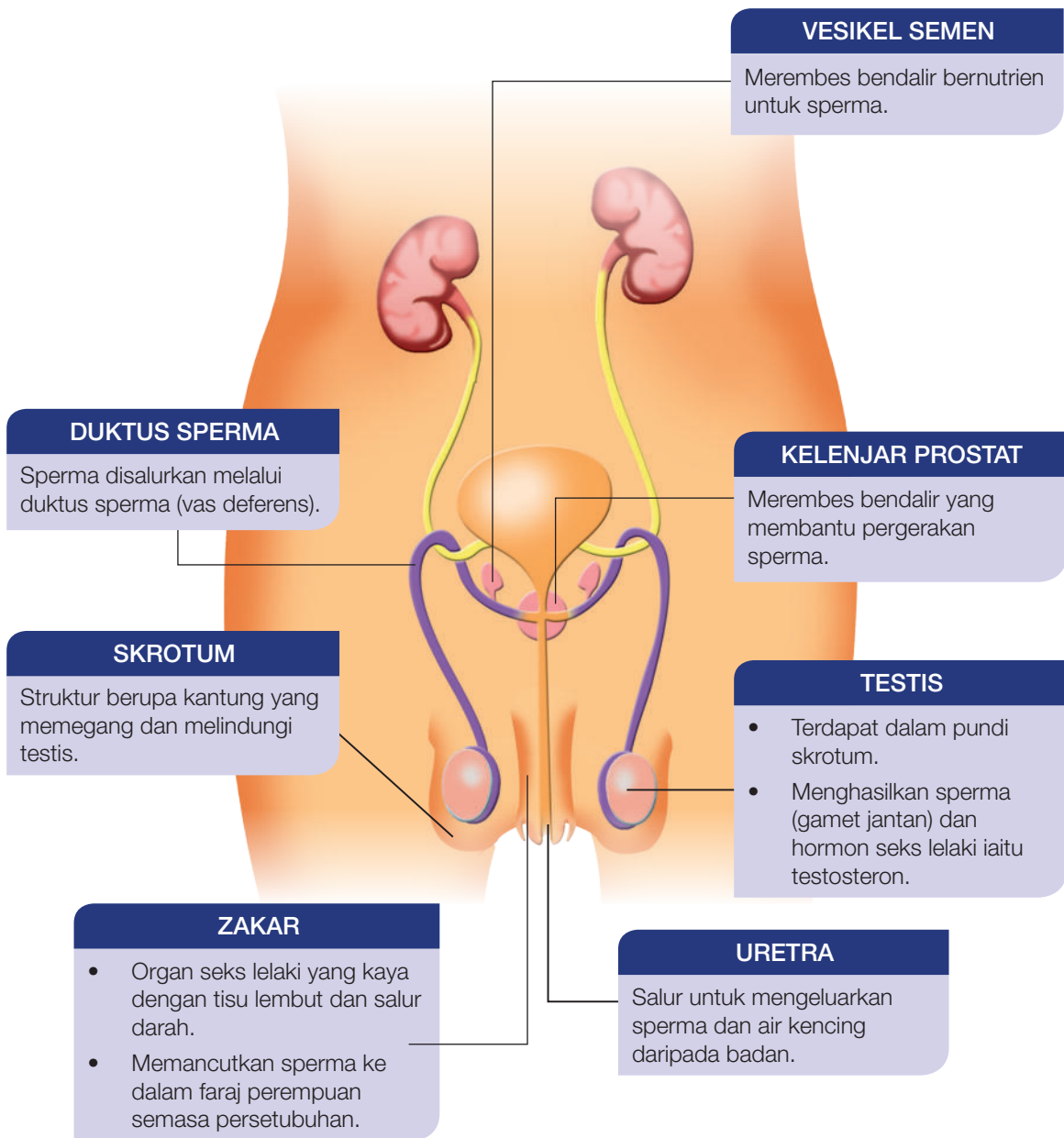
Sistem Pembiakan Manusia

Sistem pembiakan lelaki dan perempuan

Kesinambungan sesuatu spesies adalah terjamin dengan pertambahan populasi melalui proses pembiakan seks atau aseks. Pembiakan seks melibatkan penghasilan gamet jantan dan gamet betina oleh individu yang telah mencapai kematangan seks. Proses ini dilengkapkan oleh proses persenyawaan kedua-dua gamet untuk menghasilkan individu baharu. Struktur dan fungsi sistem pembiakan perempuan dan lelaki ditunjukkan di dalam Rajah 15.1 dan Rajah 15.2 masing-masing.



RAJAH 15.1 Sistem pembiakan perempuan



RAJAH 15.2 Sistem pembiakan lelaki

Praktis Formatif 15.1

- 1 Nyatakan struktur-struktur sistem pembiakan lelaki.
- 2 Terangkan fungsi vesikel semen dan skrotum.
- 3 Nyatakan struktur-struktur sistem pembiakan perempuan.
- 4 Terangkan fungsi tiub Falopio dan uterus.

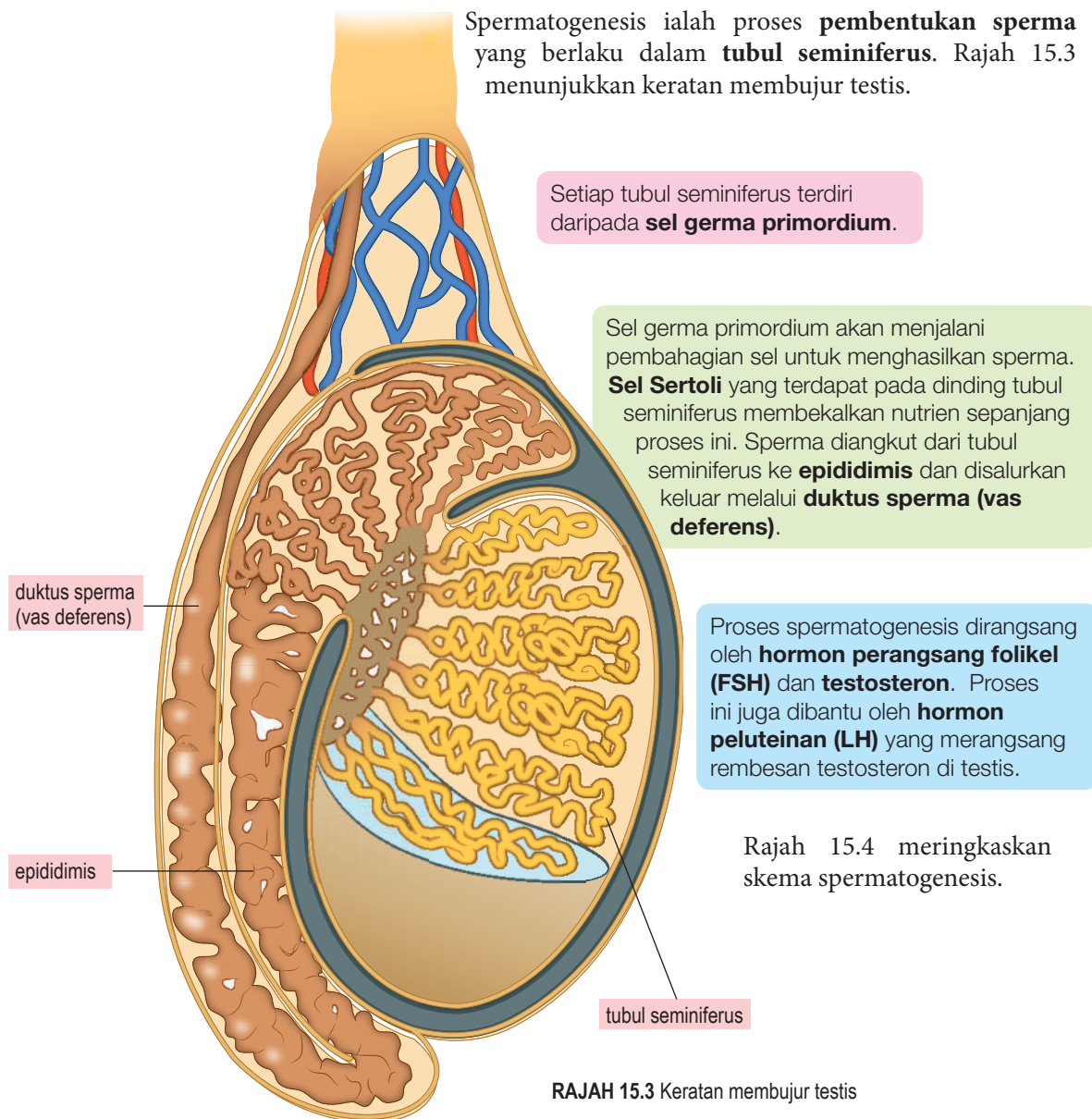
15.2 Gametogenesis Manusia

Keperluan gametogenesis

Proses pembentukan sel pembiakan (gamet) disebut **gametogenesis**. Proses ini berlaku di dalam **gonad** iaitu testis bagi lelaki dan ovari bagi perempuan. Gametogenesis menghasilkan gamet yang bersifat haploid (n). Apabila persenyawaan berlaku, nukleus sperma akan bercantum dengan nukleus ovum di tiub Falopio dan membentuk zigot yang bersifat diploid ($2n$).

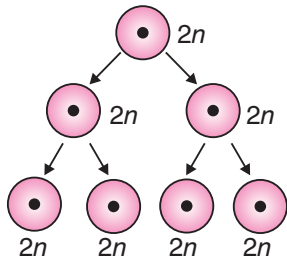
Spermatogenesis

Spermatogenesis ialah proses **pembentukan sperma** yang berlaku dalam **tubul seminiferus**. Rajah 15.3 menunjukkan keratan membujur testis.



RAJAH 15.3 Keratan membujur testis

FASA PEMBAHAGIAN



sel germa primordium

mitosis
berulang kali

spermatogonium

berkembang

Sel germa primordium membahagi secara mitosis untuk menghasilkan banyak **spermatogonium** yang **diploid**.

Spermatogonium berkembang menjadi **spermatosit primer (diploid)**.

FASA PERKEMBANGAN

spermatosit
primer



meiosis I

Setiap spermatosit primer membahagi secara **meiosis I** untuk menghasilkan dua spermatosit sekunder (haploid).

FASA KEMATANGAN

spermatosit
sekunder



meiosis II

Setiap **spermatosit sekunder** membahagi secara **meiosis II** untuk menghasilkan dua **spermatid** yang **haploid**.

spermatid



pembezaan

sperma



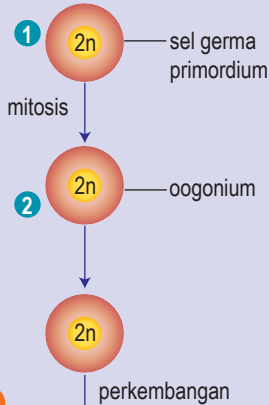
Spermatid menjalani pembezaan dan pengkhususan untuk membentuk **sperma**.

RAJAH 15.4 Spermatogenesis

Oogenesis

Oogenesis ialah proses pembentukan oosit sekunder atau gamet betina. Proses ini berlaku di dalam ovari. Berbeza daripada spermatogenesis, oogenesis bermula dalam ovari seorang perempuan sebelum dilahirkan.

SEBELUM KELAHIRAN



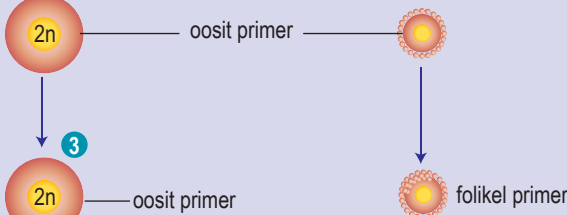
1 **Sel germa primordium** menjalani pembahagian mitosis berulang kali bagi menghasilkan oogonium yang diploid.

2 **Oogonium** berkembang menjadi **oosit primer** yang diselaputi oleh satu atau lebih lapisan sel folikel membentuk **folikel primer**. Perkembangan folikel dirangsang oleh hormon perangsang folikel (FSH). Oosit primer menjalani meiosis tetapi berhenti pada peringkat profasa I sepanjang perkembangan fetus.

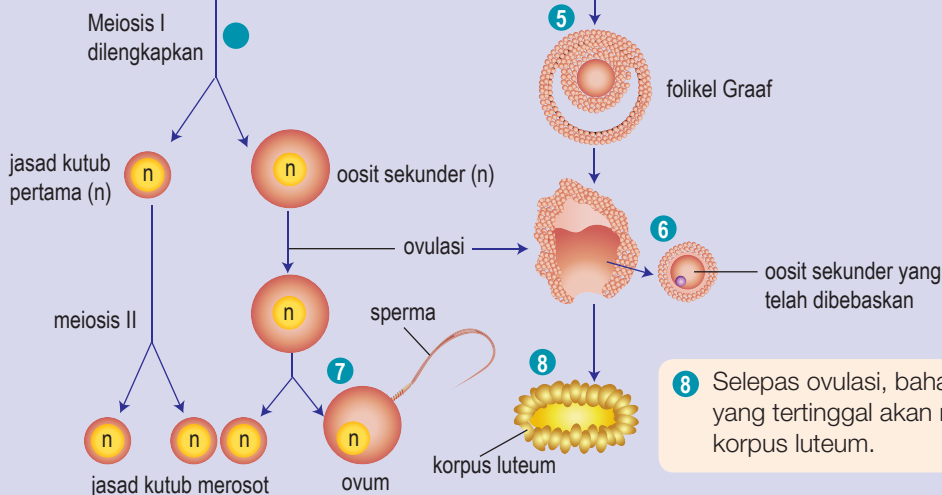
KELAHIRAN

peringkat bayi dan kanak-kanak

setiap bulan bermula dari peringkat akil baligh sehingga putus haid

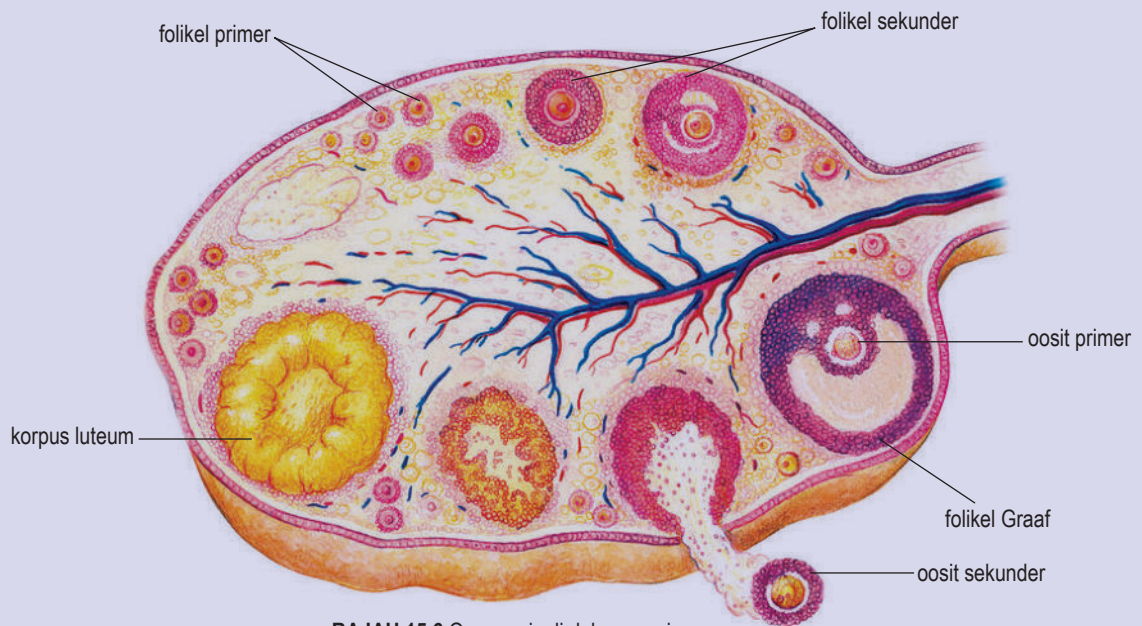


AKIL BALIGH



8 Selepas ovulasi, bahagian folikel yang tertinggal akan membentuk korpus luteum.

RAJAH 15.5 Oogenesis



RAJAH 15.6 Oogenesis di dalam ovari

- 3 Apabila dilahirkan, seseorang bayi perempuan sudah mempunyai berjuta-juta oosit primer yang kekal dalam peringkat profasa I meiosis I. Bilangan ini akan berkurang pada tahap akil baligh.
- 4 Apabila mencapai akil baligh, oosit primer akan meneruskan meiosis I untuk membentuk **oosit sekunder** dan **jasad kutub pertama**. Oosit sekunder memulakan meiosis II yang berhenti pada metafasa II. Jasad kutub pertama melengkapkan meiosis II dan membentuk dua **jasad kutub kedua**.
- 5 Lapisan sel folikel yang menyelaputi oosit sekunder dikenali sebagai **folikel sekunder**. Folikel sekunder berkembang menjadi **folikel Graaf**. Folikel Graaf yang berkembang menghasilkan estrogen.
- 6 Folikel Graaf yang matang akan menghampiri permukaan ovari lalu membebaskan oosit sekunder ke dalam tiub Falopio. Proses ini disebut **ovulasi**.
- 7 Oosit sekunder (ovum yang belum matang) melengkapkan meiosis II sekiranya sperma menembusi oosit sekunder. Proses meiosis II menghasilkan **ovum** (n) dan satu **jasad kutub** (n). Persenyawaan antara nukleus ovum dengan nukleus sperma menghasilkan zigot diploid (2n). Kesemua jasad kutub akan merosot dan disingkirkan dari ovari.

jika berlaku persenyawaan

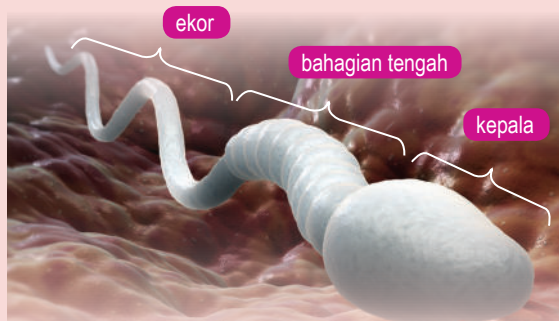
- 9 Korpus luteum terus berkembang dan merembeskan estrogen dan progesteron.

jika tiada persenyawaan

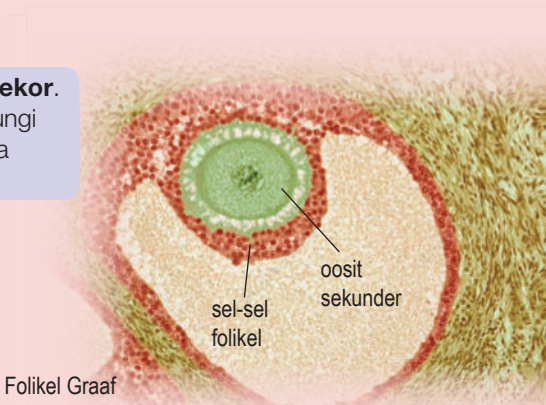
- 10 Korpus luteum dan oosit sekunder merosot lalu disingkirkan bersama haid.

Struktur sperma dan folikel Graaf

Sperma mempunyai tiga bahagian: **kepala**, **bahagian tengah** dan **ekor**. Kepala mengandungi nukleus manakala bahagian tengah mengandungi banyak mitokondrion yang menjana tenaga untuk membantu sperma berenang ke tiub Falopio bagi proses persenyawaan.



RAJAH 15.7 Sperma



RAJAH 15.8 Folikel Graaf

Oosit sekunder ialah satu sel besar yang dikelilingi oleh selaput jeli dan sel-sel folikel. Keseluruhan oosit sekunder dan sel-sel folikel membentuk **folikel Graaf**.

Perbandingan antara spermatogenesis dan oogenesis

Perbandingan antara spermatogenesis dengan oogenesis diringkaskan dalam Jadual 15.1.

JADUAL 15.1 Perbandingan antara spermatogenesis dan oogenesis

Spermatogenesis	Oogenesis
Persamaan	
- Merupakan proses gametogenesis yang berlaku dalam organ pembiakan. - Menghasilkan gamet yang bersifat haploid dan terlibat dalam persenyawaan.	
Perbezaan	
Berlaku dalam testis.	Berlaku dalam ovari.
Spermatogonium (diploid) menghasilkan empat sperma (haploid) setelah menjalani meiosis.	Oogonium (diploid) hanya menghasilkan satu oosit sekunder (haploid) berfungsi dan tiga jasad kutub yang tidak berfungsi setelah menjalani meiosis.
Sperma bersaiz lebih kecil dan mempunyai bahagian kepala, tengah dan ekor.	Oosit sekunder bersaiz lebih besar dan berbentuk sfera.
Selepas meiosis I, dua spermatosit sekunder dihasilkan.	Selepas meiosis I, satu oosit sekunder dan satu jasad kutub terbentuk.
Meiosis adalah lengkap.	Meiosis II dilengkapkan hanya apabila sperma mensenyawakan oosit sekunder.
Spermatid menjalani pembezaan untuk menjadi sperma.	Oosit sekunder tidak menjalani pembezaan.
Proses pembentukan sperma adalah berterusan, iaitu bermula dari akil baligh sehingga lanjut usia.	Proses pembentukan oosit sekunder tidak berterusan. Proses ini bermula dalam fetus perempuan dan terhenti apabila bayi dilahirkan. Proses diteruskan hanya setelah akil baligh dicapai sehingga putus haid.
Berjuta-juta sperma dihasilkan setiap hari.	Hanya satu oosit sekunder dibebaskan dari ovari setiap kitar haid.

Praktis Formatif 15.2

1 Apakah kemungkinan yang berlaku jika gametogenesis tidak berlaku?

2 Terangkan tiga perbezaan antara spermatogenesis dengan oogenesis.

15.3 Kitar Haid

Peranan hormon dalam kitar haid

Lensa Biologi

Salah satu kesan kekurangan estrogen ialah badan akan kehilangan kalsium yang mengakibatkan kepadatan tulang berkurang dan menjadi rapuh serta porus. Keadaan ini dikenali sebagai osteoporosis.

Kerjaya Milenia

Ahli obstetrik dan ginekologi ialah doktor pakar dalam bidang pembiakan dan sakit puan.

KITAR HAID

Kitar haid melibatkan pembentukan oosit sekunder dan perubahan ketebalan endometrium mengikut satu kitaran. Dalam kitaran ini, endometrium menjadi lembut dan tebal serta kaya dengan bekalan salur darah. Ini adalah persediaan endometrium untuk penempelan embrio. Sekiranya persenyawaan tidak berlaku, oosit sekunder akan mati dan endometrium akan terurai. Ini menyebabkan pendarahan iaitu **haid**.

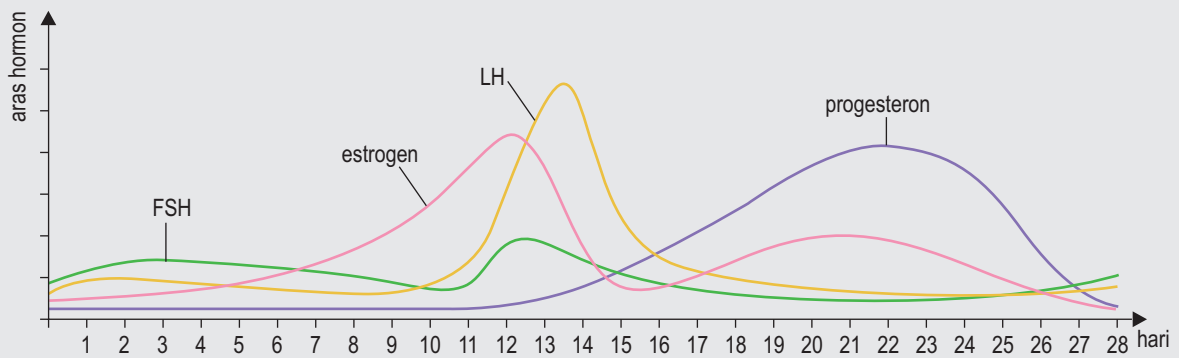
Fungsi hormon dalam kitar haid ditunjukkan dalam Jadual 15.2.

JADUAL 15.2 Peranan hormon yang terlibat dalam kitar haid

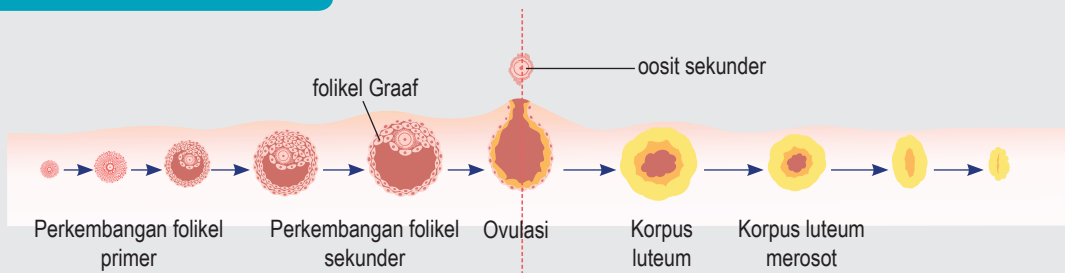
Kelenjar	Hormon	Fungsi
Pituitari	Hormon perangsang folikel (FSH)	- Merangsang perkembangan folikel di dalam ovari. - Merangsang perembesan estrogen.
	Hormon peluteinan (LH)	- Merangsang ovulasi. - Menyebabkan pembentukan korpus luteum. - Merangsang perembesan progesteron.
Ovari	Estrogen	- Memulih dan memperbaiki endometrium serta merangsang penebalan endometrium. - Merangsang perkembangan folikel sehingga mencapai kematangan. - Merangsang perembesan FSH dan LH sebelum ovulasi.
	Progesteron	- Merangsang penebalan endometrium dengan menjadikannya tebal, berlipat-lipat dan kaya dengan salur darah bagi persediaan untuk penempelan embrio. - Merencat rembesan FSH dan LH untuk menyekat perkembangan folikel dan menghalang ovulasi.

Perubahan aras hormon, perkembangan folikel dan perubahan ketebalan endometrium sepanjang satu kitar haid ditunjukkan di dalam Rajah 15.9.

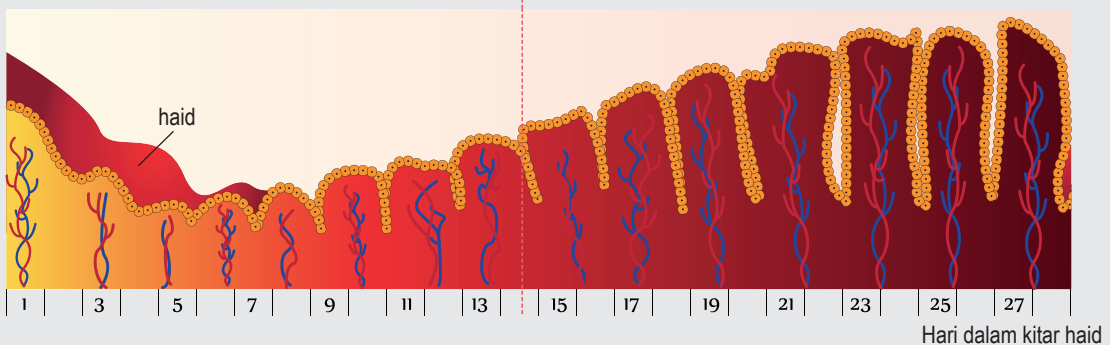
ARAS HORMON



PERKEMBANGAN FOLIKEL



PERUBAHAN KETEBALAN ENDOMETRIUM



RAJAH 15.9 Urutan peristiwa dan perubahan aras hormon dalam satu kitar haid

HARI 0–5

- Sebelum kitar haid bermula, kesemua hormon berada pada aras yang rendah. Dengan ketiadaan rangsangan daripada progesteron dan estrogen, endometrium yang telah menebal akan luruh dan **haid** berlaku (hari pertama).
- Kitar haid bermula sehari sebelum haid apabila hipotalamus merembes hormon perembes gonadotrofin (GnRH).
- GnRH merangsang kelenjar pituitari untuk merembeskan hormon perangsang folikel (FSH) dan hormon peluteinan (LH) ke dalam darah.
- FSH merangsang **perkembangan folikel** dalam ovari. Dalam folikel primer, oosit berkembang menjadi oosit sekunder yang terkandung dalam folikel Graaf.
- Sel-sel folikel yang sedang berkembang merembes hormon estrogen.
- Estrogen menggalakkan kematangan folikel serta memulih dan memperbaiki dinding uterus.
- Kehadiran estrogen pada aras yang rendah merencatkan perembesan FSH dan LH melalui mekanisme suap balik negatif, seterusnya menghalang perkembangan folikel baharu.

HARI 6–14

- Aras estrogen yang semakin meningkat dan memuncak pada hari ke-12 merangsang hipotalamus untuk merembes GnRH melalui mekanisme suap balik positif.
- Aras GnRH yang tinggi seterusnya merangsang kelenjar pituitari untuk merembes lebih banyak FSH dan LH.
- Aras LH yang meningkat sehingga mencapai kemuncak pada hari ke-13, merangsang **ovulasi** pada hari ke-14 dan oosit sekunder dibebaskan dari folikel Graaf.
- LH juga merangsang tisu folikel yang tertinggal untuk membentuk **korpus luteum**.

HARI 15–21

- Korpus luteum dirangsang oleh LH untuk merembes hormon progesteron dan estrogen.
- Gabungan progesteron dan estrogen merencat rembesan FSH dan LH oleh hipotalamus melalui mekanisme suap balik negatif. Ini menghalang perkembangan folikel yang baharu.
- Progesteron merangsang **endometrium menjadi lebih tebal** dan kaya dengan salur darah. Ini adalah persediaan untuk penempelan embrio sekiranya persenyawaan berlaku.

HARI 22–28

- Jika persenyawaan tidak berlaku, penurunan aras LH mengakibatkan korpus luteum merosot, maka rembesan hormon progesteron dan estrogen dihentikan.
- Tanpa rangsangan daripada progesteron dan estrogen, **endometrium akan luruh dan haid** berlaku.
- Aras progesteron dan estrogen yang rendah tidak lagi merencat hipotalamus dan kelenjar pituitari, maka GnRH dirembes semula dan seterusnya merangsang rembesan FSH dan LH. Kitar haid yang baharu bermula dengan perkembangan folikel baharu.
- Jika persenyawaan berlaku, korpus luteum terus berkembang, maka progesteron dan estrogen terus dirembes.
- Ini menyebabkan endometrium terus menebal bagi menyokong perkembangan fetus.

Peranan hormon dalam kehamilan dan keguguran

Korpus luteum terus menghasilkan estrogen dan progesteron selama tiga hingga empat bulan selepas kehamilan. Selepas itu, korpus luteum akan merosot dan penghasilan estrogen dan progesteron diambil alih oleh plasenta sehingga bayi dilahirkan.

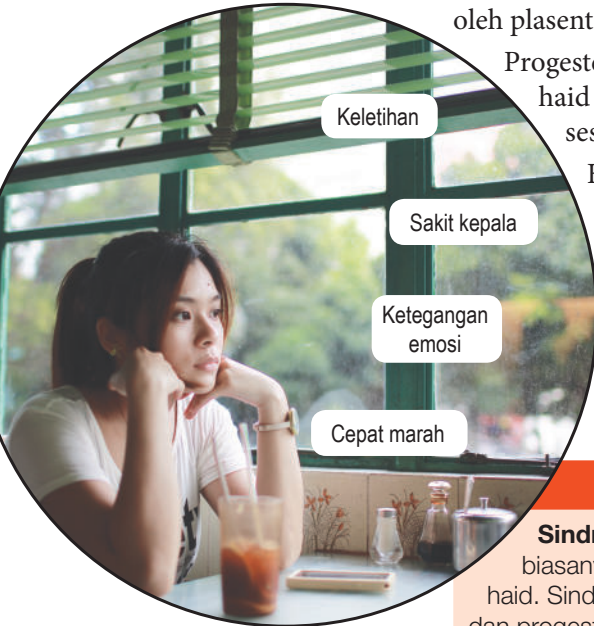
Progesteron merencat perembesan FSH dan LH. Oleh itu, kitar haid dan ovulasi tidak berlaku sepanjang tempoh kehamilan seseorang perempuan.

Ketidakseimbangan aras hormon progesteron dan aras estrogen boleh mengakibatkan keguguran kandungan. Penurunan aras progesteron menyebabkan pengecutan uterus. Akibatnya, keguguran berlaku.

Sindrom prahaid dan sindrom putus haid

SINDROM PRAHAID

Sindrom prahaid atau gejala sebelum kedatangan haid biasanya dialami antara 7 hingga 14 hari sebelum hari pertama haid. Sindrom ini berlaku akibat ketidakseimbangan aras estrogen dan progesteron dalam kitar haid.



GAMBAR FOTO 15.1
Simptom sindrom prahaid

SINDROM PUTUS HAID

Putus haid berlaku dalam lingkungan usia 46 hingga 50 tahun apabila ovulasi dan haid terhenti secara semula jadi. Peningkatan usia menyebabkan estrogen dan progesteron kurang dirembes akibat berkurangnya pengaruh rangsangan LH dan FSH terhadap ovari.

Pada peringkat ini, ovari berhenti menghasilkan ovum. Individu tersebut tidak lagi berupaya menghasilkan zuriat.



GAMBAR FOTO 15.2
Simptom sindrom putus haid

Praktis Formatif 15.3

- 1 Nyatakan hormon-hormon yang terlibat dalam kitar haid berserta fungsinya.
- 2 Terangkan fungsi hormon progesteron dan kesan terhadap perempuan hamil.
- 3 Jelaskan apa yang berlaku kepada korpus luteum sekiranya persenyawaan tidak berlaku.
- 4 Pada pendapat anda, apakah cara terbaik untuk seseorang individu mengatasi gejala sindrom prahaid?

15.4

Perkembangan Fetus Manusia

Proses persenyawaan

Persenyawaan boleh berlaku apabila salah satu daripada berjuta-juta sperma berjaya menembusi oosit sekunder dalam tiub Falopio. Ini diikuti dengan perubahan pada membran oosit sekunder yang menghalang penembusan sperma lain. Seterusnya, persenyawaan berlaku apabila nukleus sperma bercantum dengan nukleus ovum untuk membentuk zigot diploid.

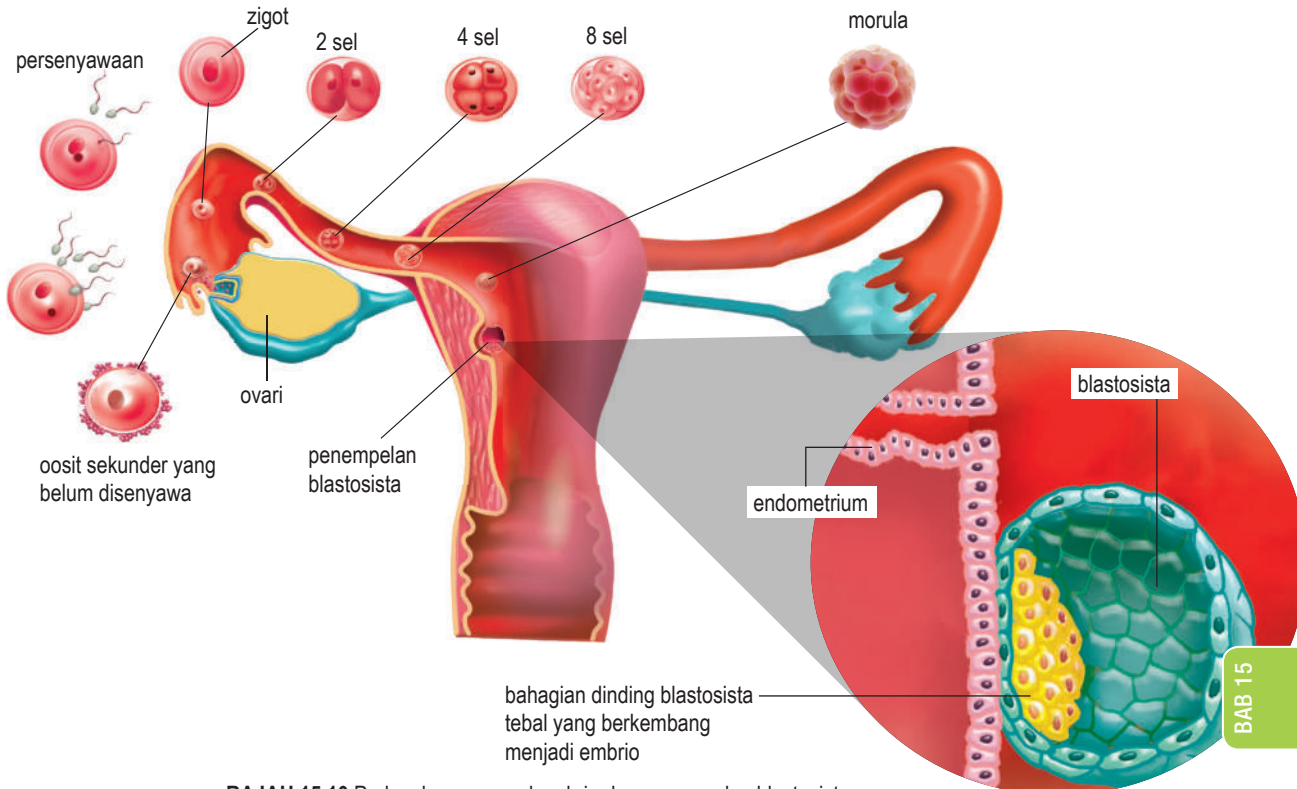
Lensa Biologi

Setiap ejakulasi air mani mengandungi antara 300 hingga 500 juta sperma. Akan tetapi, hanya kira-kira 300 hingga 500 sperma yang berjaya sampai ke oosit sekunder di dalam tiub Falopio.



Perkembangan awal embrio sehingga penempelan

- Semasa menuruni tiub Falopio ke uterus, zigot membahagi berulang kali secara mitosis.
- Pembahagian sel yang pertama membentuk embrio dua sel. Pembahagian sel yang berterusan akhirnya membentuk **morula**.
- Morula berkembang menjadi **blastosista** (Rajah 15.10).
- Selepas itu, blastosista menempel pada endometrium. Proses ini dikenali sebagai **penempelan**. Blastosista terus berkembang menjadi **embrio**.



RAJAH 15.10 Perkembangan awal embrio dan penempelan blastosista



GAMBAR FOTO 15.3
Ujian kehamilan mengesan kehadiran hormon HCG dalam air kencing

Peranan hormon gonadotrofin korion manusia (HCG)

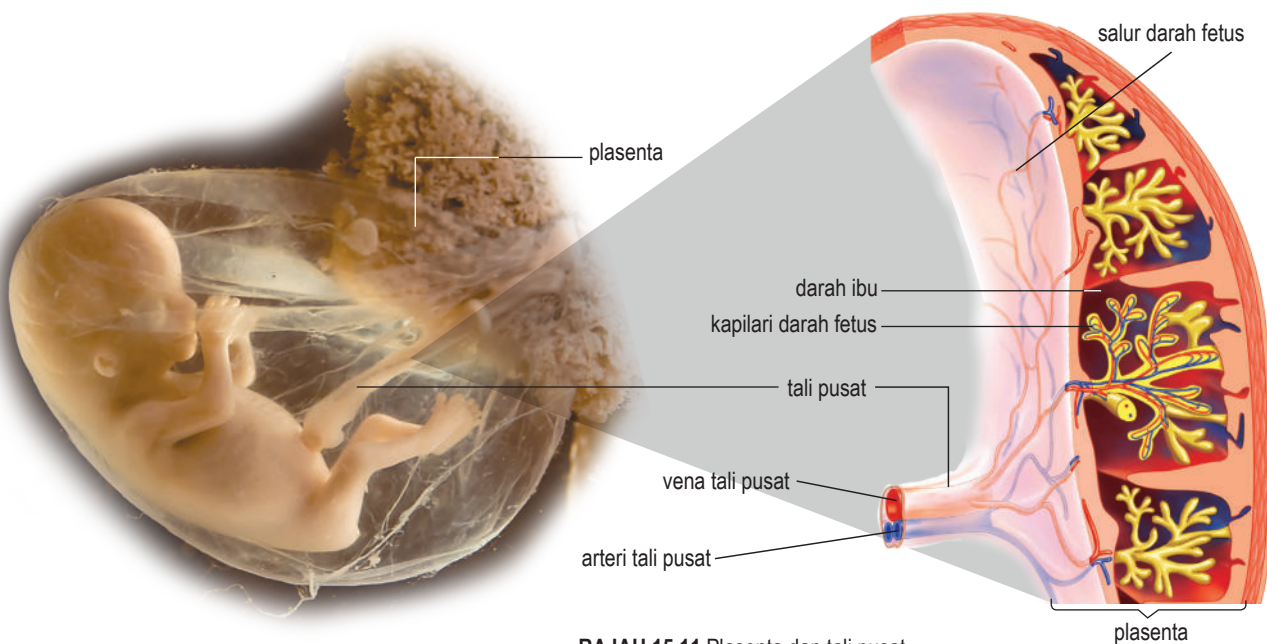
Plasenta juga menghasilkan **hormon gonadotrofin korion manusia (HCG)** semasa kehamilan. Aras hormon ini meningkat pada peringkat awal kehamilan dan bertambah sekali ganda setiap dua atau tiga hari sepanjang empat minggu pertama. Fungsi utama HCG ialah memastikan korpus luteum terus berfungsi iaitu menghasilkan estrogen dan progesteron di peringkat awal kehamilan. Hormon ini boleh dikesan dalam air kencing ibu hamil.

Peranan struktur plasenta dan tali pusat dalam perkembangan fetus

Plasenta terbentuk daripada tisu endometrium ibu dan tisu embrio. Plasenta dihubungkan kepada fetus oleh tali pusat yang mempunyai salur darah untuk mengangkut bahan-bahan masuk dan keluar dari fetus.

Tali pusat ialah tiub yang mengandungi vena tali pusat dan arteri tali pusat.

- **Vena tali pusat** mengangkut darah yang kaya dengan oksigen dan nutrien dari plasenta ke fetus.
- **Arteri tali pusat** pula mengangkut darah yang kaya dengan karbon dioksida dan bahan buangan bernitrogen seperti urea dari fetus ke plasenta.



RAJAH 15.11 Plasenta dan tali pusat

Kepentingan plasenta

Plasenta ialah tapak pertukaran bahan antara fetus dan ibu.

- Glukosa, asid amino, hormon, antibodi dan oksigen meresap dari darah ibu ke dalam kapilari darah fetus.
- Karbon dioksida dan bahan buangan bernitrogen seperti urea meresap dari kapilari darah fetus ke dalam darah ibu.

Plasenta juga bertindak sebagai organ endokrin yang merembes hormon semasa kehamilan.

- Pada bulan ke-4 kehamilan, korpus luteum akan merosot dan tidak merembes progesteron lagi.
- Plasenta menggantikan korpus luteum dalam penghasilan progesteron dan estrogen yang diperlukan untuk mengekalkan ketebalan endometrium.

Sistem peredaran darah fetus dan sistem peredaran darah ibu

Kedua-dua darah ibu dan darah fetus tidak bercampur kerana dipisahkan oleh lapisan membran nipis. Ciri ini adalah penting untuk :

- (a) melindungi fetus daripada sesetengah bahan kimia yang berbahaya seperti toksin dan bakteria yang boleh meresap masuk ke dalam darah fetus.
- (b) menghalang salur darah fetus yang halus daripada pecah akibat tekanan darah ibu yang tinggi.
- (c) menghalang pengaglutinan atau penggumpalan darah daripada berlaku dalam fetus kerana kumpulan darah fetus mungkin berbeza daripada kumpulan darah ibu.

Lapisan membran nipis tersebut tidak dapat menghalang resapan bahan seperti dadah atau ubat, alkohol serta asap rokok yang diambil oleh ibu. Virus seperti HIV dan rubela juga dapat menembusi plasenta dan meresap ke dalam peredaran darah fetus lalu menjejaskan perkembangan fetus.



Praktis Formatif 15.4

- 1 Terangkan proses perkembangan awal embrio.
- 2 Apakah fungsi utama hormon HCG?



- 3 Jelaskan fungsi plasenta.
- 4 Nyatakan kemungkinan yang akan berlaku sekiranya terdapat percampuran darah fetus dan darah ibu.



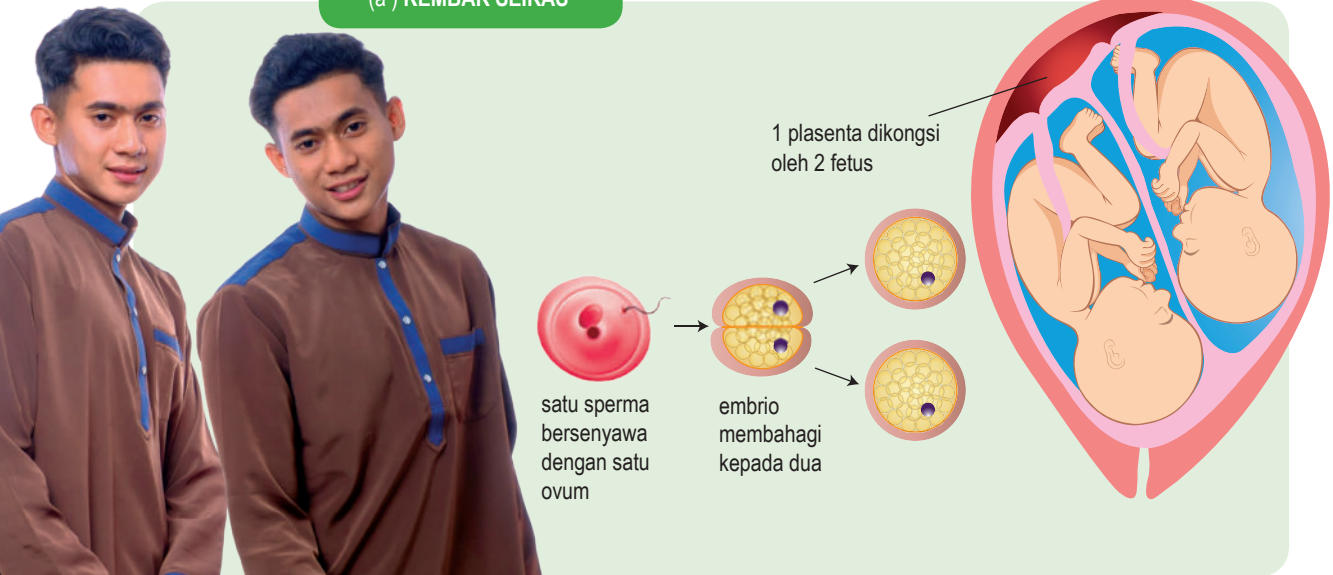
15.5 Pembentukan Kembar

Proses pembentukan kembar

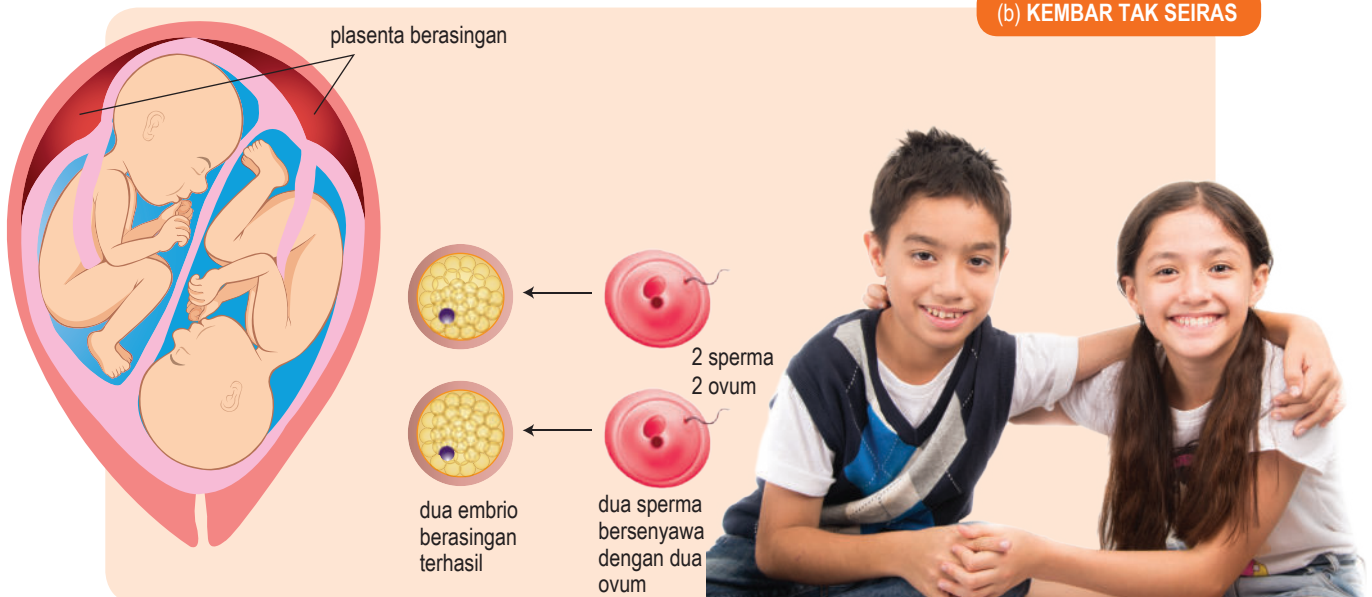
Anak kembar merujuk kepada dua atau lebih orang anak yang lahir melalui satu kehamilan. Terdapat dua jenis anak kembar iaitu:

- kembar seiras
- kembar tak seiras

(a) KEMBAR SEIRAS



(b) KEMBAR TAK SEIRAS



RAJAH 15.12 Pembentukan (a) kembar seiras dan (b) kembar tak seiras

JADUAL 15.3 Perbezaan antara kembar seiras dengan kembar tak seiras

Perbezaan antara kembar seiras dengan kembar tak seiras	
Kembar seiras	Kembar tak seiras
Hasil persenyawaan satu ovum dengan satu sperma membentuk satu zigot.	Hasil persenyawaan dua ovum dengan dua sperma membentuk dua zigot.
Embrio membahagi menjadi dua.	Embrio tidak membahagi menjadi dua.
Satu plasenta dikongsi oleh dua fetus.	Setiap fetus mempunyai plasenta sendiri.
Kandungan genetik dan sifat fizikal kembar adalah sama kerana mereka dibentuk daripada satu zigot.	Kandungan genetik dan sifat fizikal kembar adalah tidak sama kerana mereka dibentuk daripada dua zigot berlainan.
Jantina kembar adalah sama.	Jantina kembar mungkin sama atau berbeza.

Pembentukan kembar Siam

Kembar Siam terbentuk apabila pembahagian embrio dalam kembar seiras berlaku secara tidak lengkap. Walaupun dua fetus terbentuk daripada embrio, namun ada bahagian fizikal mereka yang masih melekat bersama, lazimnya dada, abdomen atau punggung. Kembar Siam mungkin juga berkongsi satu atau dua organ dalaman.

Kehidupan pasangan kembar Siam agak sukar kerana mereka sentiasa bersama. Mereka juga tidak mempunyai masa untuk bersendirian. Pergerakan mereka juga terbatas disebabkan keadaan fizikal mereka.

Kebanyakan kembar Siam mati sebelum dilahirkan atau mempunyai jangka hayat pendek selepas dilahirkan. Kembar Siam mungkin boleh dapat dipisahkan melalui pembedahan. Walau bagaimanapun, kejayaan pembedahan bergantung pada bahagian yang terlekat dan juga organ dalaman yang dikongsi.



GAMBAR FOTO 15.4 Kembar Siam

Praktis Formatif 15.5

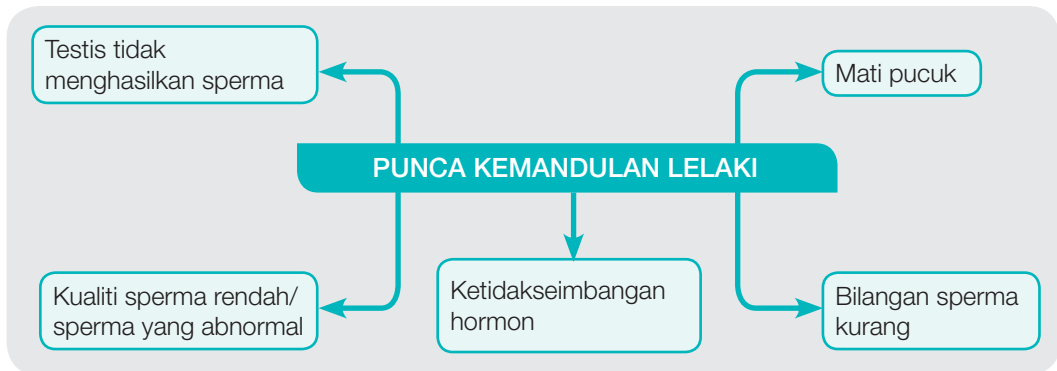
- 1 Nyatakan dua perbezaan antara kembar seiras dengan kembar tak seiras.
- 2 Nyatakan ciri-ciri kembar Siam.



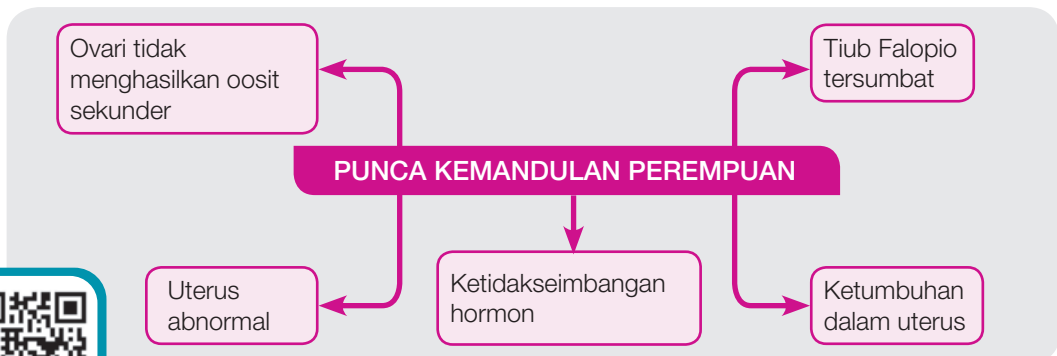
15.6 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Pembiakan Manusia

Kemandulan

Kemandulan berlaku apabila pasangan suami isteri tidak berupaya untuk melahirkan anak. Keadaan ini mungkin berpunca daripada suami atau isteri, atau kedua-duanya mandul.



RAJAH 15.13 Punca kemandulan lelaki



RAJAH 15.14 Punca kemandulan perempuan



TMK 15.1

Video: IVF
(Dicapai pada 21 Ogos 2019)

Zon Aktiviti

Apakah kebaikan dan keburukan sumbangan sains dan teknologi dalam pembiakan manusia? Apakah isu moral berkaitan dengan aplikasi teknologi pembiakan? Bincangkan.

RAWATAN KEMANDULAN

- Ketidakseimbangan hormon boleh dirawat menggunakan rawatan hormon.
- Tiub Falopio yang tersumbat atau saluran duktus sperma tersumbat boleh dirawat melalui pembedahan.
- Kaedah persenyawaan *in vitro* (IVF) boleh digunakan untuk perempuan yang mengalami masalah tiub Falopio.

Praktis Formatif 15.6

Apakah punca-punca kemandulan?

15.7 Pertumbuhan dalam Manusia dan Haiwan

Pertumbuhan organisma

Pertumbuhan organisma merupakan proses kekal serta tidak berbalik yang melibatkan pertambahan bilangan sel, saiz, isi padu dan jisim badan organisma. Pertumbuhan juga melibatkan pembezaan dan pengkhususan sel serta kerencaman bentuk dan fungsi sel. Pertumbuhan organisma penting untuk perkembangan dan kematangan sistem-sistem badan.

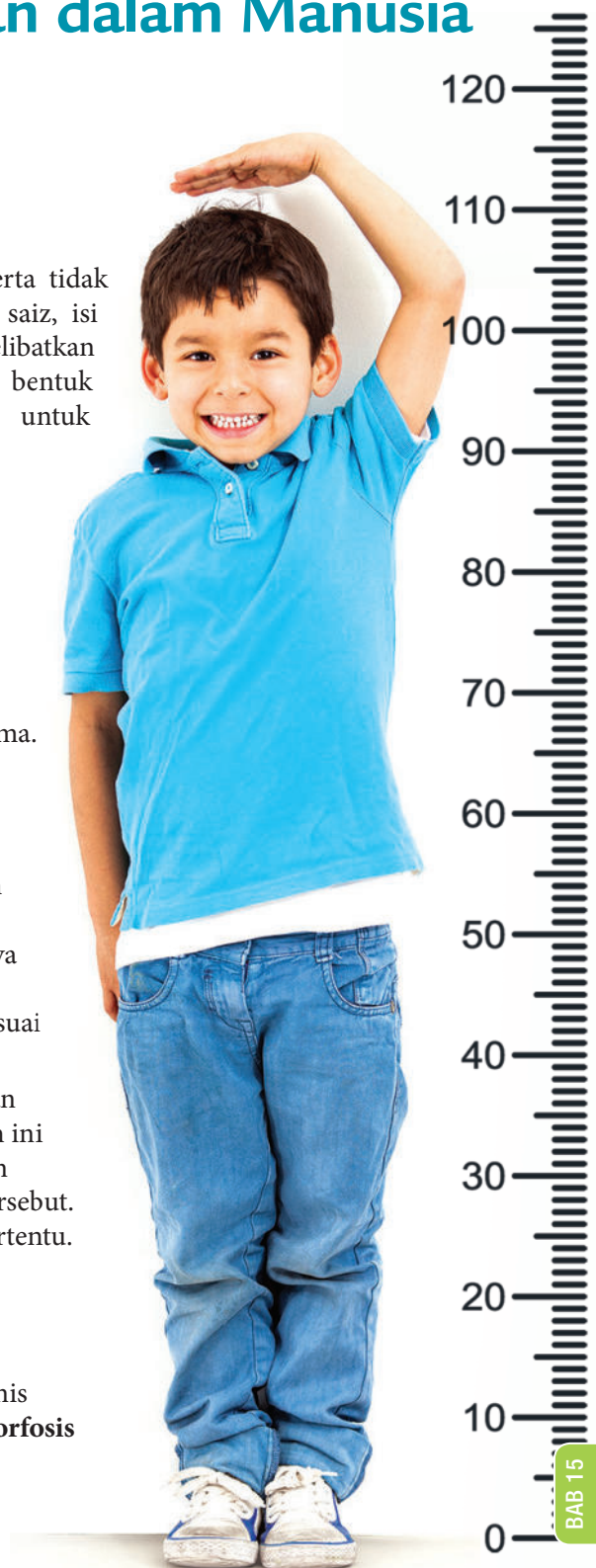
Mengukur pertumbuhan manusia dan haiwan

Parameter yang digunakan untuk mengukur pertumbuhan ialah:

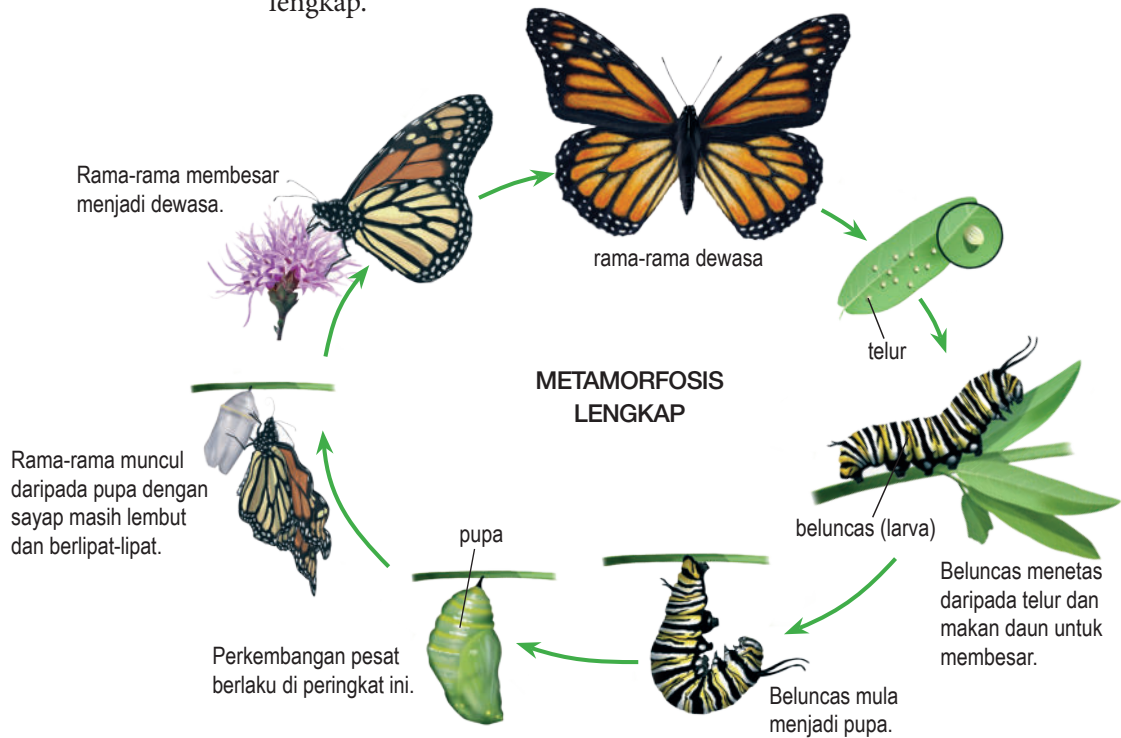
- (a) **Pertambahan saiz** atau **isi padu**, contohnya perubahan ketinggian atau panjang sesuatu organisma.
- (b) **Perubahan jisim segar** atau **jisim kering**:
 - (i) **Jisim kering** merujuk kepada jisim organisma selepas semua air telah disingkirkan daripada badan. Caranya adalah dengan menimbang jisim organisma selepas dikeringkan di dalam ketuhar pada suhu 100 °C berulang kali sehingga jisimnya tidak berubah. Kelemahan parameter ini ialah organisma perlu dibunuh, namun kaedah ini sesuai untuk tumbuhan.
 - (ii) **Jisim segar** boleh diukur pada bila-bila masa dan organisma tidak perlu dibunuh. Namun, kaedah ini kurang tepat kerana kandungan air dalam badan dipengaruhi pengambilan air oleh organisma tersebut. Parameter ini diukur untuk satu jangka masa tertentu.

Pertumbuhan serangga

Organisma berangka luar seperti serangga mengalami pertumbuhan yang berbeza. Serangga menjalani dua jenis pertumbuhan iaitu **metamorfosis lengkap** dan **metamorfosis tidak lengkap**.

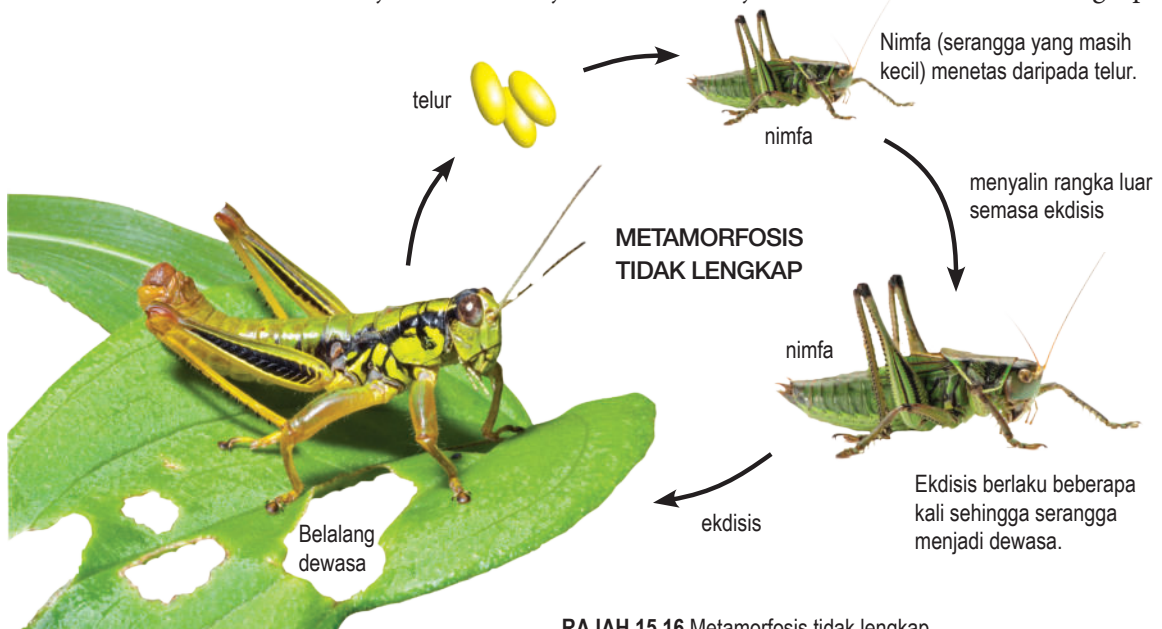


Serangga seperti rama-rama menjalani metamorfosis lengkap. Dalam metamorfosis lengkap, terdapat empat peringkat pertumbuhan iaitu **telur**, **larva**, **pupa** dan **dewasa**. Rajah 15.15 menunjukkan metamorfosis lengkap.



RAJAH 15.15 Metamorfosis lengkap

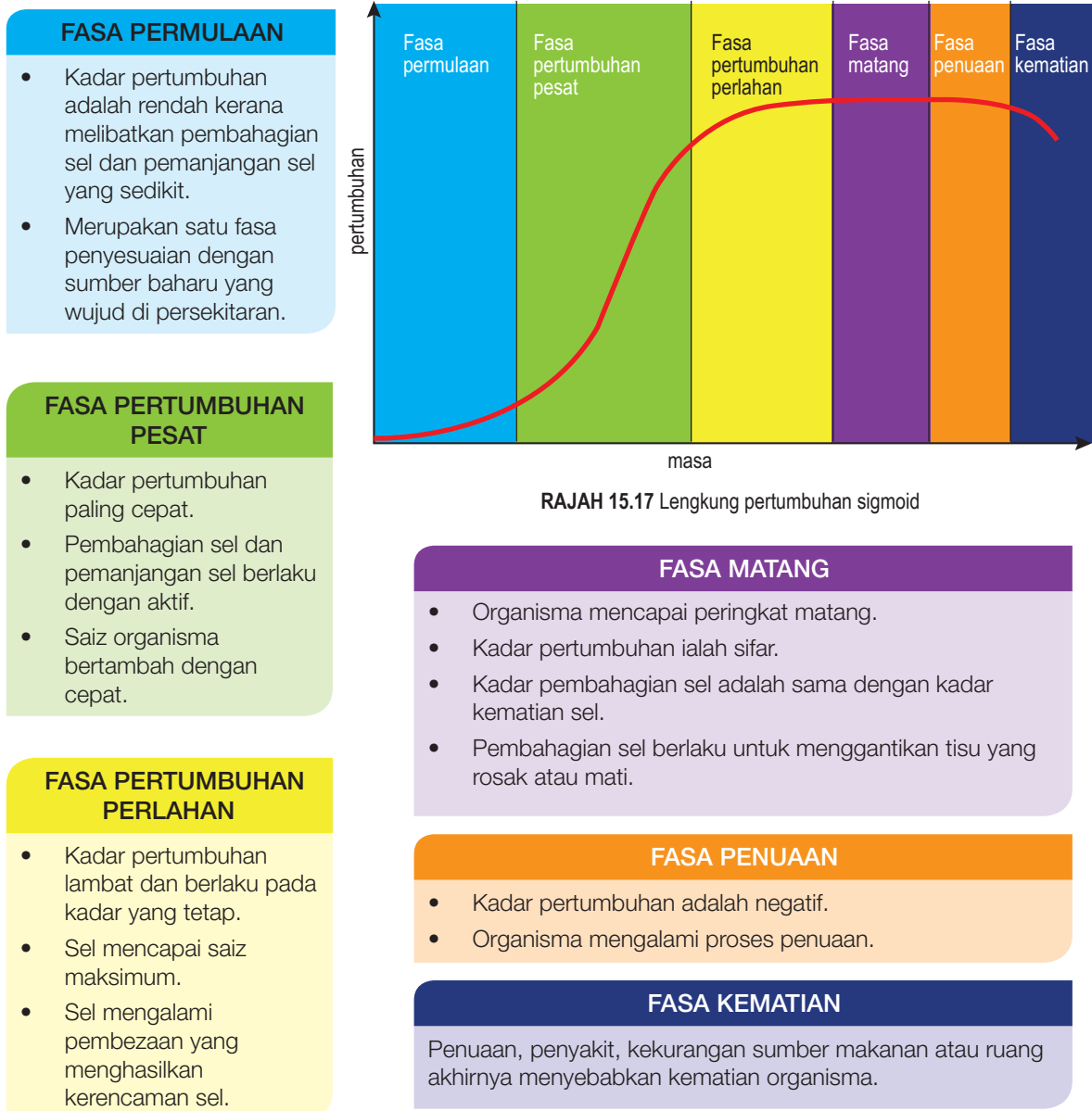
Belalang menjalani metamorfosis tidak lengkap. Dalam metamorfosis tidak lengkap, serangga mengalami beberapa peringkat ekdisis sebelum menjadi dewasa. Rajah 15.16 menunjukkan metamorfosis tidak lengkap.



RAJAH 15.16 Metamorfosis tidak lengkap

Fasa pertumbuhan dalam lengkung pertumbuhan sigmoid manusia dan haiwan

Lengkung pertumbuhan didapati dengan memplotkan parameter pertumbuhan melawan masa (Rajah 15.17). Lengkung pertumbuhan kebanyakan organisma menunjukkan corak yang sama iaitu bentuk **sigmoid (S)**. Pertumbuhan berlaku secara beransur-ansur dan selanjut. Terdapat enam fasa dalam lengkung pertumbuhan sigmoid iaitu **fasa permulaan**, **fasa pertumbuhan pesat**, **fasa pertumbuhan perlahan**, **fasa matang**, **fasa penuaan** dan **fasa kematian**.



RAJAH 15.17 Lengkung pertumbuhan sigmoid



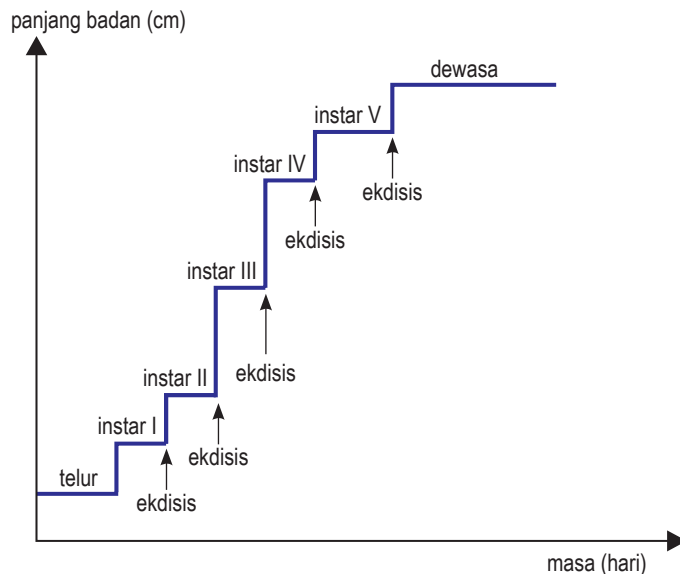
Video: Ekdisis serangga
(Dicapai pada 21 Ogos
2019)

Lengkung pertumbuhan berbentuk tangga bagi haiwan berangka luar

Serangga seperti belalang mempunyai rangka luar keras yang dibina daripada **kitin**. Rangka luar tidak membesar selaras dengan pertumbuhan haiwan. Bagi membolehkan pertumbuhan dan perkembangan, haiwan berangka luar perlu menanggalkan rangka luarnya yang keras.

Proses penyalinan rangka luar haiwan yang membolehkan pertumbuhan dan perkembangan berlaku dikenali sebagai **ekdisis**. Proses ekdisis dikawal oleh hormon.

- Proses ekdisis berlaku **secara berkala**. Pola pertumbuhan **tidak selanjat** dan berbentuk **tangga** (Rajah 15.18).
- Bahagian mendatar graf menandakan pertumbuhan sifar. Pada peringkat ini iaitu **instar**, serangga tidak mengalami pertambahan panjang badan.
- Garisan menegak graf mewakili pertumbuhan secara **mendadak**.
- Pada peringkat ini, nimfa menjalani **ekdisis** dan saiz bertambah dengan cepat.
- Proses ekdisis berlaku **beberapa kali** sehingga mencapai peringkat dewasa.



RAJAH 15.18 Lengkung pertumbuhan haiwan berangka luar



GAMBAR FOTO 15.5
Riang-riang yang keluar
daripada rangka luarnya yang lama

BAGAIMANAKAH EKDISIS BERLAKU?

- Satu rangka luar baharu terbentuk di bawah rangka luar lama.
- Sebelum rangka luar baharu menjadi keras, serangga akan menambahkan isi padu badan dengan menyedut udara untuk mengembangkan badan.
- Tindakan ini memecahkan rangka luar yang lama dan serangga dengan rangka luar yang baharu akan keluar daripada rangka lamanya.
- Serangga akan mengembangkan badannya sekali lagi sebelum rangka baharu menjadi keras.

Peringkat antara ekdisis disebut **instar** dan pada peringkat ini, serangga dikenali sebagai **nimfa**. Dalam tempoh instar, serangga aktif membina tisu dan menambahkan jisim badan.

Praktis Formatif 15.7

- 1 Huraikan cara mengukur pertumbuhan haiwan.
- 2 Jelaskan perbezaan antara metamorfosis lengkap dengan metamorfosis tidak lengkap.

- 3 Jelaskan peristiwa yang berlaku semasa fasa pertumbuhan pesat.
- 4 Mengapakah serangga perlu menjalani proses ekdisis?



Rumusan





Refleksi Kendiri

Adakah anda telah menguasai konsep penting berikut?

- Sistem pembiakan lelaki dan perempuan
- Spermatogenesis dan oogenesis
- Struktur gamet
- Perubahan aras hormon, perkembangan folikel, penebalan endometrium, ovulasi dan pembentukan korpus luteum dalam kitar haid
- Perubahan aras hormon semasa kehamilan dan keguguran
- Sindrom prahaid dan sindrom putus haid
- Proses persenyawaan sehingga pembentukan zigot
- Perkembangan awal embrio sehingga penempelan
- Peranan hormon gonadotrofin korion manusia (HCG) pada peringkat awal kehamilan
- Sistem peredaran darah fetus dan sistem peredaran darah ibu
- Proses pembentukan kembar (kembar seiras, kembar tak seiras dan kembar Siam)
- Isu kesihatan berkaitan sistem pembiakan manusia
- Lengkung pertumbuhan sigmoid manusia dan haiwan
- Pertumbuhan serangga (metamorfosis lengkap dan metamorfosis tidak lengkap)



Praktis Sumatif 15

- 1 Apakah yang menyebabkan sindrom prahaid bagi sesetengah perempuan?
- 2 Nyatakan perbezaan antara pembentukan kembar seiras dengan kembar tak seiras.
- 3 Fetus mempunyai sistem peredaran darahnya sendiri dan berasingan daripada ibunya. Jelaskan mengapa.
- 4 (a) Sepasang kembar seiras terpisah semenjak lahir. Apabila mencapai usia dewasa, didapati kedua-dua kembar tersebut mempunyai saiz badan yang berlainan. Jelaskan faktor yang mungkin menyebabkan keadaan ini.
(b) Terangkan mengapa perempuan yang hamil mesti berhenti merokok.

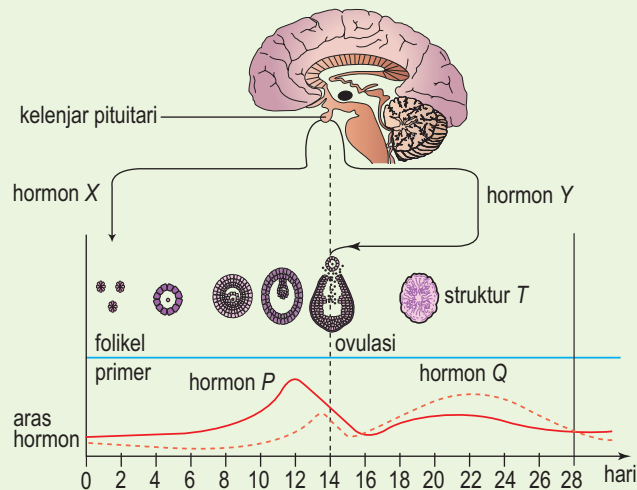


5 Nyatakan perubahan yang berlaku kepada zigot dari peringkat selepas persenyawaan sehingga ke peringkat kelahiran.



6 Seorang perempuan mengambil pil perancang untuk mencegah kehamilan. Kandungan pil itu merencat perembesan hormon perangsang folikel (FSH) oleh kelenjar pituitari. Terangkan kesan pengambilan pil perancang terhadap kitar haid.

7 Rajah 1 menunjukkan pengawalaturan hormon dalam satu kitar haid.

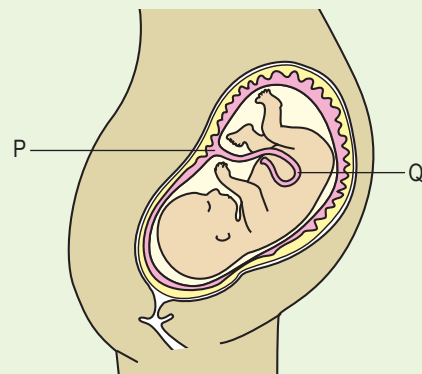


RAJAH 1

- Nyatakan kesan terhadap perkembangan ovum sekiranya hormon X tidak mencukupi.
- Terangkan kesan ketidakseimbangan hormon P dan hormon Y.
- Berdasarkan Rajah 1, huraikan perkaitan antara perubahan yang berlaku dalam struktur T dengan aras hormon P dan aras hormon Q.
 - dari hari ke-16 sehingga hari ke-24
 - dari hari ke-24 sehingga hari ke-28

8 Rajah 2 menunjukkan fetus manusia dalam uterus ibunya.

- Namakan struktur berlabel P dan Q.
- Terangkan komposisi darah yang mengalir melalui salur darah di Q.
- Terangkan fungsi struktur P.
- Nyatakan jenis keimunan yang diperoleh fetus daripada ibunya.
 - Terangkan bagaimana struktur P membantu sistem pertahanan badan fetus.



RAJAH 2

Soalan Esei

9 Seorang perempuan yang menghadapi masalah untuk hamil perlu disuntik dengan hormon X oleh doktor pakar. Hormon X mempunyai peranan yang sama seperti hormon peluteinan. Selepas suatu tempoh tertentu, perempuan itu menjadi hamil. Huraikan bagaimana suntikan hormon X membolehkan perempuan tersebut menjadi hamil.

- 10** (a) Huraikan proses penghasilan sperma di dalam testis.
(b) Rajah 3 menunjukkan pembentukan dua pasang kembar. Bandingkan pembentukan pasangan kembar R dan S.



Sudut Pengayaan

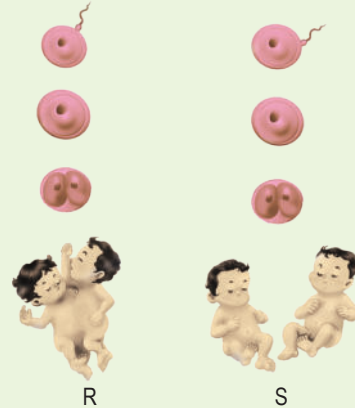
- 11** Semasa ejakulasi, sebanyak kira-kira 300 juta sperma dikeluarkan. Daripada jumlah ini, hanya lebih kurang 300 sperma yang sampai kepada oosit sekunder dan akhirnya, hanya satu sperma berjaya mensenyawakan ovum. Sekiranya hanya satu sperma yang berjaya sampai kepada oosit sekunder, persenyawaan oleh sperma ini tidak akan berlaku. Jelaskan mengapa.



- 12** Huraikan bagaimana perubahan aras hormon yang berlainan dalam satu kitar haid dapat menyediakan seorang perempuan untuk kehamilan.



- 13** Tali pusat ialah talian hayat antara ibu dan anak. Darah tali pusat ialah darah yang tertinggal di dalam tali pusat dan plasenta selepas kelahiran. Selepas bayi dilahirkan, darah tali pusat boleh disimpan kerana merupakan sumber sel stem yang kaya dengan sel stem hematopoietik. Wajarkah ibu bapa berbuat demikian demi masa depan anak mereka?



RAJAH 3



Jawapan lengkap boleh didapati dengan mengimbas kod QR yang disediakan

Glosari

Anabolisme—Proses laluan metabolisme yang mensintesis molekul kompleks daripada molekul ringkas. Proses ini memerlukan tenaga.

asid deoksiribonukleik (DNA)—Asid nukleik yang membawa kod genetik sesuatu organisma dan merupakan komponen utama kromosom.

arka refleks—Laluan maklumat yang mencetuskan gerak balas refleks. Laluan ini merangkumi reseptor, pusat kawalan dan efektor.

asid nukleik—Sebatian organik kompleks dalam sel hidup yang terdiri daripada rantai nukleotida. Terdapat dua jenis asid nukleik iaitu DNA dan RNA.

Biobahaya—Sesuatu bahan kimia atau agen biologi yang mengancam atau berisiko kepada manusia dan alam sekitar.

blastosista—Peringkat awal perkembangan embrio mamalia yang terdiri daripada bebola sel yang berongga di bahagian tengah dan berisi cecair.

bolus—Bola makanan yang telah dikunyah dan dicampurkan dengan air liur, dibentuk di dalam mulut melalui tindakan lidah sebelum ditelan.

Diploid—Mencirikan dua set kromosom, satu set daripada induk jantan dan satu lagi daripada induk betina.

dendrit—Gentian saraf yang menerima impuls dari neuron lain dan mengalirkannya ke arah badan sel.

Efektor—Bahagian badan yang menerima arahan daripada pusat kawalan dan bergerak balas terhadap rangsangan dengan sewajarnya.

embrio—Perkembangan awal zigot di dalam biji (bagi tumbuhan), telur (bagi haiwan), atau uterus (bagi manusia dan haiwan).

emfisema—Keadaan apabila pundi udara dalam paru-paru rosak sehingga menyebabkan pesakit sukar bernafas.

enzim—Mangkin organik, biasanya protein, yang mempercepatkan tindak balas biokimia dalam sel hidup.

Floem—Tisu vaskular yang terlibat dalam pengangkutan bahan makanan dari tapak fotosintesis ke bahagian-bahagian yang memerlukannya.

folikel Graaf—Folikel matang di dalam ovari yang mengandungi oosit sekunder dan menghasilkan hormon estrogen.

Gametogenesis—Proses pembentukan sel pembiakan jantan dan betina di dalam organ pembiakan.

gizi seimbang—Gizi makanan yang mengandungi semua nutrien dalam kadar yang betul untuk memenuhi keperluan badan.

Hemofilia—Penyakit darah yang menyebabkan darah pesakit lambat membeku akibat kekurangan faktor pembeku.

hemoglobin—Protein dalam sel darah merah yang berfungsi mengangkut oksigen.

homeostasis—Pengawalaturan persekitaran dalam organisma supaya proses-proses fisiologi boleh terus berlaku pada kadar optimum.

hormon—Bahan kimia yang mengawal atur fungsi khas dalam badan.

Insulin—Hormon yang merangsang penukaran glukosa kepada glikogen dalam hati dan sel otot.

Jasad Golgi—Komponen sel dalam sitoplasma yang memproses, membungkus dan mengedarkan bahan rembesan seperti enzim dan protein.

Karbaminohemoglobin—Sebatian yang terdiri daripada gabungan karbon dioksida dan pigmen hemoglobin dalam darah.

katabolisme—Proses laluan metabolisme yang mengurai molekul kompleks menjadi molekul ringkas. Proses ini membebaskan tenaga.

keimunan—Keupayaan badan untuk menentang jangkitan penyakit yang dibawa oleh patogen.

krenasi—Keadaan sel haiwan mengecut apabila larutan di sekelilingnya adalah hipertonik terhadap sitoplasma sel tersebut.

Ligamen—Tisu kenyal yang menyambung tulang kepada tulang.

lisosom—Kantung bermembran yang mengandungi enzim untuk mencernakan bahan dalam vakuol makanan.

Meiosis—Pembahagian nukleus sel yang menghasilkan empat sel anak haploid.

mitosis—Pembahagian sel yang menghasilkan dua sel anak yang mempunyai bilangan dan jenis kromosom yang sama seperti sel induk.

morula—Bebola sel yang padat semasa perkembangan embrio sebelum peringkat blastosista.

Nefron—Unit berfungsi di dalam ginjal yang terdiri daripada glomerulus, kapsul Bowman, tubul berlingkar, liku Henle dan duktus pengumpul.

neuron—Sel sistem saraf yang terdiri daripada akson, badan sel dan dendrit.

nukleotida—Unit asas molekul DNA yang mengandungi kumpulan fosfat, ribosa atau deoksiribosa dan bes bernitrogen.

nukleus—Komponen sel terbesar dalam sel yang mengandungi bahan genetik. Nukleus berfungsi sebagai pusat kawalan sel.

Oksihemoglobin—Sebatian yang terbentuk apabila oksigen bergabung dengan hemoglobin dalam eritrosit.

oogenesis—Pembentukan ovum di dalam ovari.

organisma—Benda hidup yang berupaya menjalani proses hidup seperti makan, membesar, membiak dan bernafas.

osmosis—Resapan molekul air dari kawasan keupayaan air tinggi ke kawasan keupayaan air rendah melalui membran telap memilih.

otot licin—Otot tanpa jalur melintang yang ketara, terdapat pada dinding usus dan salur darah.

otot rangka—Otot yang menghubungkan satu tulang ke tulang yang lain. Pergerakan tulang rangka bergantung pada pengecutan otot rangka.

Patogen—Mikroorganisma yang membawa jangkitan dan penyakit.

pendeaminan—Proses penyingkiran kumpulan amino daripada asid amino.

penempelan—Proses perlekatan embrio (peringkat blastosista) pada dinding dalam uterus.

pengangkutan aktif—Pergerakan bahan melalui membran sel hidup berlawanan dengan kecerunan kepekatan dengan bantuan protein pengangkut dan tenaga ATP.

plasenta—Organ yang terbentuk daripada tisu fetus dan ibu untuk membenarkan pertukaran bahan antara fetus dengan ibu.

plasmolisis—Pengecutan sitoplasma daripada dinding sel tumbuhan akibat kehilangan air secara osmosis.

platlet—Cebisan sitoplasma sel dalam darah yang tidak mengandungi nukleus dan terlibat dalam pembekuan darah.

Rangka paksi—Terdari daripada tengkorak, turus vertebra, sternum dan tulang rusuk serta membentuk paksi utama badan.

rangka apendaj—Terdari daripada lengkungan pektoral, lengkungan pelvis, tulang kaki dan tulang lengan.

reseptor—Sel deria khas yang mengesan rangsangan.

respirasi aerob—Proses pengoksidaan glukosa secara lengkap kepada karbon dioksida, air dan tenaga dengan menggunakan oksigen.

Sakrum—Tulang berbentuk segi tiga pada turus vertebra di bahagian punggung.

sinaps—Tapak pertemuan dua neuron, atau neuron dan efektor untuk berkomunikasi.

spermatogenesis—Pembentukan sperma di dalam testis.

sternum—Tulang pada garisan tengah dada vertebrata.

Telofasa—Peringkat terakhir dalam pembahagian sel apabila membran nukleus menyelaputi nukleus setiap sel anak.

tendon—Tisu tidak kenyal dan boleh dilentur yang menyambungkan otot kepada tulang.

Ultraturasan—Proses penurasan plasma darah yang mengandungi zat terlarut merentasi dinding kapilari darah.

Vakuol—Kantung berisi sap sel yang terdapat dalam sitoplasma.

vertebra—Tulang-tulang kecil yang membentuk tulang belakang.

Zigot—Hasil gabungan nukleus ovum (gamet betina) dan nukleus sperma (gamet jantan) semasa persenyawaan.

Senarai Rujukan

- Abdullah, H.R. (2006, Jan 6). Sweet hope for diabetics. *The Star Online*. Retrieved from <https://www.thestar.com.my/news/nation/2006/01/06/sweet-hopes-for-diabetics/>.
- Audesirk, T., Audesirk, G. & Byers, B.E. (2017). *Biology: Life on Earth*. London: Prentice-Hall International (UK) Ltd.
- Boyle, M. (2014). *IB Science Skills Biology*. New York: HarpersCollins Publishers Limited.
- Green, N.P.O., Stout, G.W., & Taylor, D.J. (1997). *Biological Science 1 & 2*, (3rd Ed). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Hussin, M. (2015, May 5). Racun botani kawal siput gondang. *MyMetro*. Retrieved from <https://www.hmetro.com.my/node/48690>.
- Hussin, M. (2016, Oct 25). Racun botani gondang emas. *MyMetro*. Retrieved from <https://www.hmetro.com.my/node/176702>.
- HIV and AIDS Data Hub for Asia-Pacific. (2018). *HIV AIDS Asia Pacific Research Statistical Data Information (Malaysia)*. Retrieved from <https://www.aidsdatahub.org/Country-Profiles/Malaysia>
- Institut Jantung Negara. Retrieved from www.ijn.com.my
- International Invention, Innovation & Technology Exhibition (ITEX). (2018). Congratulations to all winners. Retrieved from <https://itex.com.my/2018/06/01/congratulations-to-all-winners/>
- ITMO-developed nanoparticle technology helps stop internal bleeding. (2018, Feb 27). ITMO News. Retrieved from http://news.ifmo.ru/en/science/new_materials/news/7344/
- Jones, M. (2009). *Biology*. Heinemann: Pearson Education Limited.
- Junus, L. (2018, Jun 25). MyThrob pantau jantung. *Utusan Online*. Retrieved from <https://www.utusan.com.my/sains-teknologi/sains/mythrob-pantau-jantung-1.696165>
- Mackean, D.G. (2000). *IGCSE Biology*. London, UK: John Murray (Publishers) Ltd
- Maders, S.S. (2001). *Biology*. New York: The McGraw-Hill Companies.
- Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., & Jackson, R.B. (2011). *Campbell Biology*. (9th Ed). San Francisco, Cal.: Pearson Benjamin Cummings.
- Solomon, E.P., Berg, L.R., & Martin, D.W. (2002). *Biology*. US: Thomson Brooks/Cole.
- Solomon, E.P., Martin, C., Berg, L.R., & Martin, D.W. (2014). *Biology*. (9th Ed). US: Thomson Learning.
- Taguling, N. K. (2015). Effect of combined plant extracts on golden apple snail (*Pomacea canaliculata* (Lam.)) and giant earthworm (*Pheretima* sp). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 8(1), 55-60.
- UNAIDS. (2018). *Global HIV & AIDS statistic*. Retrieved from <https://www.unaids.org/en/resources/fact-sheet>.
- Williams, G. (2011). *New Biology for You*. Cheltenham, UK: Nelson Thornes Ltd.



KEMENTERIAN
PENDIDIKAN
MALAYSIA

TINGKATAN

BIOLOGI 4

BIOLOGI TINGKATAN
4



Harga: RM15.90

ISBN 978-967-2250-72-2



9 789672 250722

FT734002

Dengan ini **SAYA BERJANJI** akan menjaga buku ini dengan baik dan bertanggungjawab atas kehilangannya serta mengembalikannya kepada pihak sekolah pada tarikh yang ditetapkan

Skim Pinjaman Buku Teks			
Sekolah _____			
Tahun	Tingkatan	Nama Penerima	Tarikh Terima

Nombor Perolehan: _____	
Tarikh Penerimaan: _____	
BUKU INI TIDAK BOLEH DIJUAL	



rukun Negara

Bahawasanya Negara Kita Malaysia

mendukung cita-cita hendak;

Mencapai perpaduan yang lebih erat dalam kalangan
seluruh masyarakatnya;

Memelihara satu cara hidup demokrasi;

Mencipta satu masyarakat yang adil di mana kemakmuran negara
akan dapat dinikmati bersama secara adil dan saksama;

Menjamin satu cara yang liberal terhadap
tradisi-tradisi kebudayaannya yang kaya dan pelbagai corak;

Membina satu masyarakat progresif yang akan menggunakan
sains dan teknologi moden;

MAKA KAMI, rakyat Malaysia,
berikrar akan menumpukan
seluruh tenaga dan usaha kami untuk mencapai cita-cita tersebut
berdasarkan prinsip-prinsip yang berikut:

**KEPERCAYAAN KEPADA TUHAN
KESETIAAN KEPADA RAJA DAN NEGARA
KELUHURAN PERLEMBAGAAN
KEDAULATAN UNDANG-UNDANG
KESOPANAN DAN KESUSILAAN**

(Sumber: Jabatan Penerangan Kementerian Komunikasi dan Multimedia Malaysia)