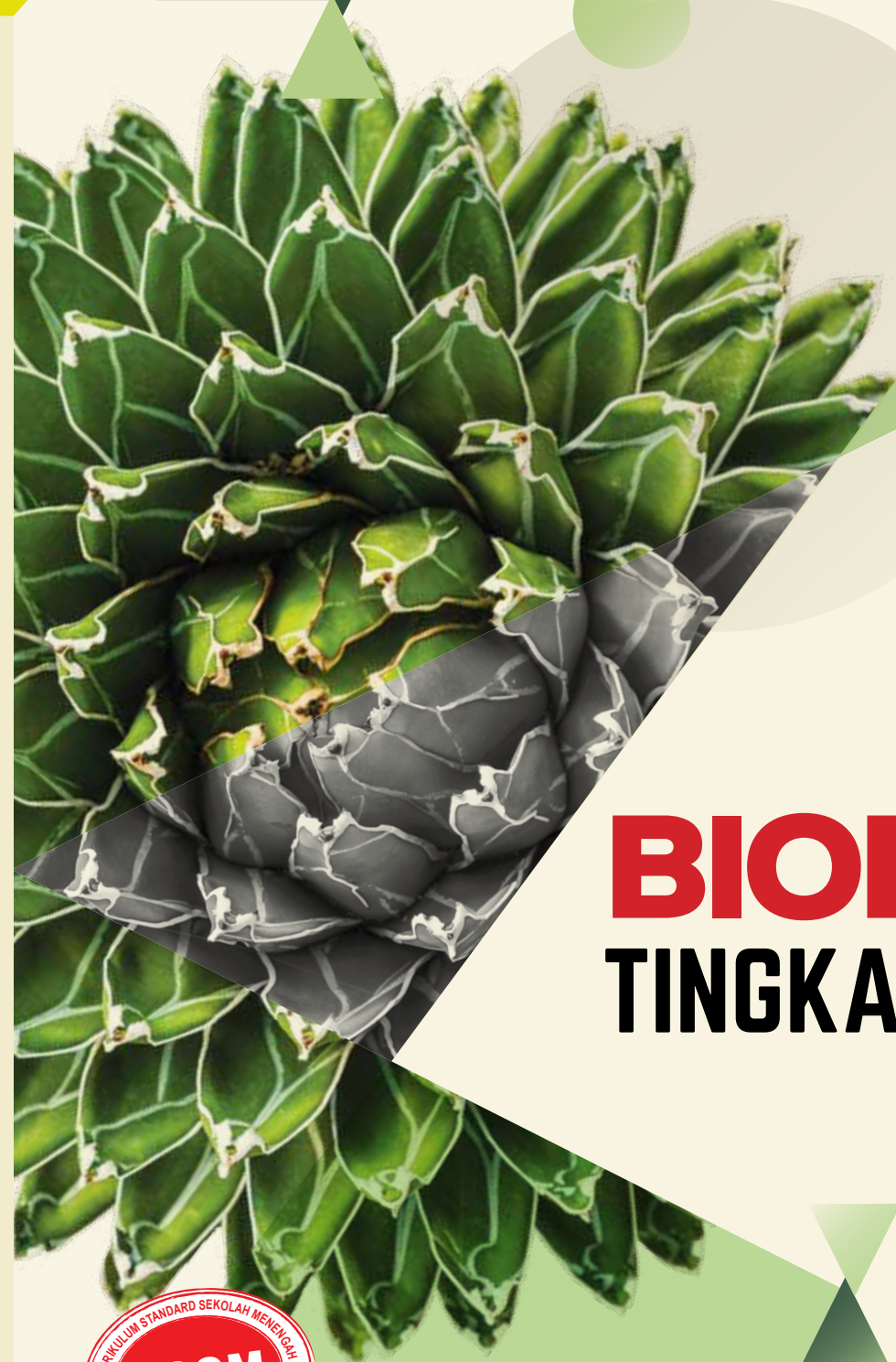




RM 14.90
ISBN: 978-967-0463-53-7
9 789670 463537
FT175003

BIOLOGI TINGKATAN 5



BIOLOGI
TINGKATAN 5





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)

KURIKULUM STANDARD SEKOLAH MENENGAH

BIOLOGI

TINGKATAN 5

Penulis

Jariah binti Khalib
Rodiah binti Abdul Wahid
Sudani binti Sudin

Editor

Nadiatulaini binti Azenan
Khairul Maisarah binti Kahar

Pereka bentuk

Nur Hazwani binti Mohd Razip

Ilustrator

Wan Hamizan bin Wan Hussin



IMS BOOKS TRADING SDN. BHD.

2020



KEMENTERIAN PENDIDIKAN MALAYSIA

No. siri buku : 0097

PENGHARGAAN

KPM 2020 ISBN 978-967-0463-53-7

Cetakan Pertama 2020

© Kementerian Pendidikan Malaysia

Semua hak cipta terpelihara. Mana-mana bahan dalam buku ini, tidak dibenarkan diterbitkan semula, disimpan dalam cara yang boleh digunakan 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 pada pengiraan royalti dan honorarium.

Diterbitkan untuk
Kementerian Pendidikan Malaysia oleh:
IMS Books Trading Sdn. Bhd.
No. 4 & 4 - 01 Jalan Padi Emas 4/3,
Bandar Baru Uda,
31200, Johor Bahru,
Johor Darul Takzim.
Telefon: 07-2446644
Faksimile: 07-2446433
E-mel: ims_trading@yahoo.com

Reka letak dan atur huruf:
Book Antiqua
Muka taip teks: Regular
Saiz taip teks: 11 pt.

Dicetak oleh:
My Bookpal Sdn. Bhd.
No. 22 - 25, Jalan Taming Jaya 10,
Taman Taming Jaya,
43300, Balakong,
Selangor Darul Ehsan.

Penerbitan buku teks ini melibatkan kerjasama banyak pihak. Sekalung penghargaan dan terima kasih ditujukan kepada semua pihak yang terlibat, iaitu:

- Jawatankuasa Penambahbaikan Prof Muka Surat, Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jawatankuasa Penyemakan Naskhah Sedia Kamera, Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Pengawai-pengawai Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Pengawai-pengawai Bahagian Pembangunan Kurikulum, Kementerian Pendidikan Malaysia.



KANDUNGAN

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN HAK CIPTA DAN PENGHARGAAN	ii
PENDAHULUAN	vi
TEMA 1 FISILOGI TUMBUHAN BERBUNGA	1
Bab 1 Organisasi Tisu Tumbuhan dan Pertumbuhan	2
1.1 Organisasi Tisu Tumbuhan	4
1.2 Tisu Meristem dan Pertumbuhan	6
1.3 Lengkung Pertumbuhan	17
<i>Praktis Sumatif</i>	23
Bab 2 Struktur dan Fungsi Daun	26
2.1 Struktur Daun	28
2.2 Organ Utama Pertukaran Gas	31
2.3 Organ Utama Transpirasi	36
2.4 Organ Utama Fotosintesis	40
2.5 Titik Pampasan	52
<i>Praktis Sumatif</i>	56
Bab 3 Nutrisi dalam Tumbuhan	58
3.1 Nutrien Tak Organik Utama	60
3.2 Organ Pengambilan Air dan Garam Mineral	65
3.3 Kepelbagaian dalam Nutrisi Tumbuhan	68
<i>Praktis Sumatif</i>	72



Bab 4 Pengangkutan dalam Tumbuhan **74**

4.1	Tisu Vaskular	76
4.2	Pengangkutan Air dan Garam Mineral	79
4.3	Translokasi	86
4.4	Fitoremediasi	89
	Praktis Sumatif	94

Bab 5 Gerak Balas dalam Tumbuhan **96**

5.1	Jenis Gerak Balas	98
5.2	Fitohormon	103
5.3	Aplikasi Fitohormon dalam Pertanian	107
	Praktis Sumatif	110

Bab 6 Pembiakan Seks dalam Tumbuhan Berbunga **112**

6.1	Struktur Bunga	114
6.2	Pembentukan Debunga dan Pundi Embrio	116
6.3	Pendebungaan dan Persenyawaan	120
6.4	Perkembangan Biji Benih dan Buah	125
6.5	Kepentingan Biji Benih untuk Kemandirian	127
	Praktis Sumatif	130

Bab 7 Penyesuaian Tumbuhan pada Habitat **132**

7.1	Penyesuaian Tumbuhan Berdasarkan Habitat	134
	Praktis Sumatif	140

TEMA 2 EKOSISTEM DAN KELESTARIAN ALAM SEKITAR **141**

Bab 8 Biodiversiti **142**

8.1	Sistem Pengelasan dan Penamaan Organisma	144
8.2	Biodiversiti	152
8.3	Mikroorganisma dan Virus	155
	Praktis Sumatif	166

Bab 9 Ekosistem **168**

9.1	Komuniti dan Ekosistem	170
9.2	Ekologi Populasi	190
	Praktis Sumatif	198

Bab 10 Kelestarian Alam Sekitar

200

10.1	Ancaman Alam Sekitar	202
10.2	Pemeliharaan, Pemuliharaan dan Pemulihan Ekosistem	211
10.3	Amalan dalam Melestarikan Alam Sekitar	213
10.4	Teknologi Hijau	218
	Praktis Sumatif	225

TEMA 3 PEWARISAN DAN TEKNOLOGI GENETIK

227

Bab 11 Pewarisan

228

11.1	Pewarisan Monohibrid	230
11.2	Pewarisan Dihibrid	238
11.3	Gen dan Alel	240
11.4	Pewarisan Manusia	242
	Praktis Sumatif	252

Bab 12 Variasi

254

12.1	Jenis dan Faktor Variasi	256
12.2	Variasi dalam Manusia	266
12.3	Mutasi	269
	Praktis Sumatif	276

Bab 13 Teknologi Genetik

278

13.1	Kejuruteraan Genetik	280
13.2	Bioteknologi	284
	Praktis Sumatif	291

GLOSARI

293

RUJUKAN

295

INDEKS

296

PENDAHULUAN

Buku Teks Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) Biologi Tingkatan 5 ini ditulis berdasarkan Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Tingkatan 5 yang disediakan oleh Bahagian Pembangunan Kurikulum, Kementerian Pendidikan Malaysia. KSSM digubal bagi memenuhi keperluan hasrat yang terkandung di dalam Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2013-2025. KSSM juga bertujuan menyediakan murid untuk menghadapi globalisasi berasaskan pembelajaran abad ke-21 (PAK-21). Selain itu, pendekatan Pengajaran dan Pembelajaran STEM juga didedahkan untuk menarik minat murid menceburi bidang sains dan teknologi.

Elemen istimewa

Praktis Formatif

Soalan untuk menguji pemahaman murid pada setiap subtopik

Bijak Fikir

Merangsang minda murid untuk berfikir

Tip Kerjaya

Memberikan maklumat kerjaya yang berkait dengan bidang biologi

Lintasan Sejarah

Memuatkan peristiwa sejarah perkembangan biologi

Tip MEMORI

Memberi tip kepada murid untuk mengingat

Memaparkan inovasi di Malaysia dalam bidang biologi

**Inovasi
Malaysia**

Memaparkan kejayaan dan sumbangan saintis di Malaysia dalam bidang biologi

**SAINTIS
MALAYSIA**

Menghubungkan ilmu biologi dengan aplikasi harian

**Bio
& Aplikasi**

Memberikan maklumat tambahan tentang sesuatu topik

Eksplorasi Bio

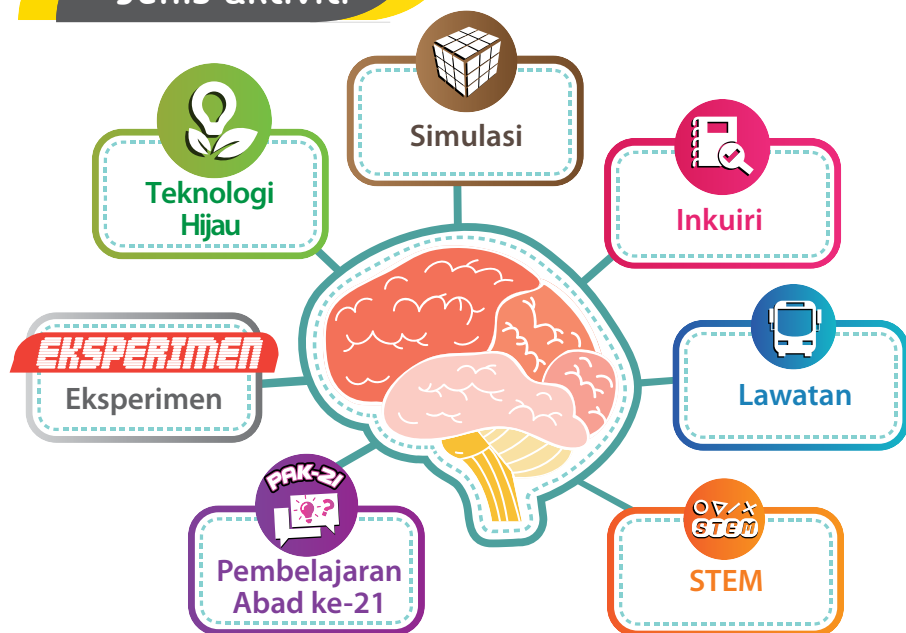
Menganalisis asal usul sesuatu istilah

ANALISIS ISTILAH

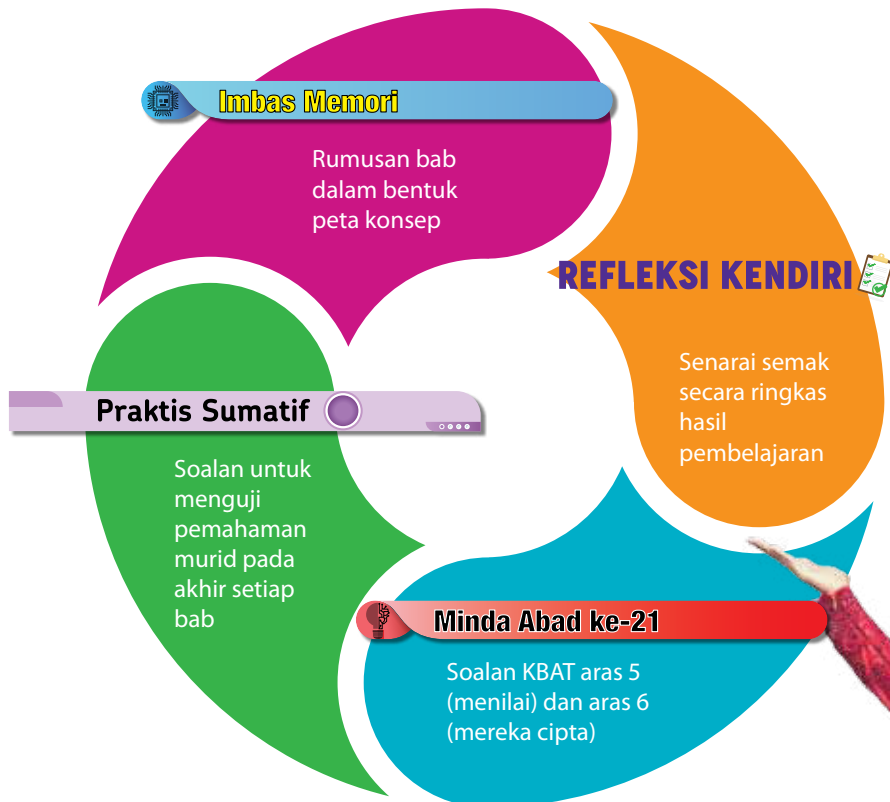
Standard Pembelajaran berdasarkan Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP)

1.2.3

Jenis aktiviti



Komponen pada akhir bab



Komponen digital

Muat turun aplikasi pembaca kod QR secara percuma daripada *App Store* atau *Play Store* untuk mendapatkan info, video, kuiz interaktif dan jawapan.



Info tambahan



Video



Aktiviti tambahan



Kuiz interaktif

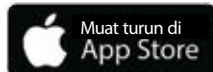
Jawapan

Layari laman sesawang yang berikut untuk merujuk jawapan:
<http://bukutekskssm.my/Biologi/T5/Jawapan.pdf>

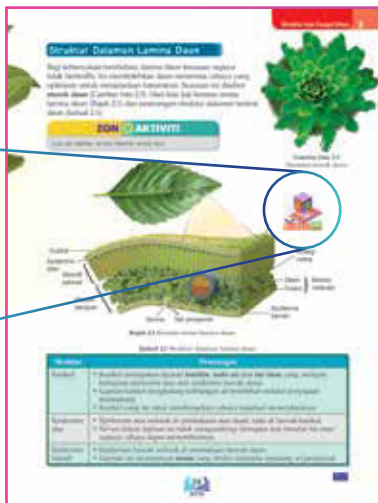


Cara-cara untuk mengimbas AR

- 1 Muat turun aplikasi BT Biologi Tingkatan 5 AR dengan mengimbas kod QR di bawah:



- 2 Imbas ikon pada halaman berkenaan dengan menggunakan telefon pintar atau tablet anda untuk melihat model tiga dimensi.



Tema

Fisiologi Tumbuhan Berbunga

1

Tema ini bertujuan untuk memberikan pemahaman tentang proses-proses fisiologi dalam tumbuhan.

Tema ini memperkenalkan organisasi tisu, pertumbuhan, struktur dan fungsi daun, nutrisi, pengangkutan, gerak balas, pembiakan seks dalam tumbuhan berbunga serta penyesuaian tumbuhan pada habitat yang berlainan.

- Apakah jenis dan bahagian tisu yang terlibat dalam pertumbuhan?
- Apakah mekanisme pembukaan dan penutupan stoma?
- Apakah kepentingan makronutrien dan mikronutrien dalam tumbuhan?
- Adakah tumbuhan fitoremediasi dapat mengawal pencemaran air dan pencemaran tanah?
- Apakah fungsi fitohormon terhadap gerak balas tumbuhan?
- Di manakah pembentukan debunga berlaku?
- Bagaimanakah tumbuhan dikelaskan berdasarkan habitat?

Bab

1

Organisasi Tisu Tumbuhan dan Pertumbuhan

Eksplorasi

Bab

- Organisasi Tisu Tumbuhan
- Tisu Meristem dan Pertumbuhan
- Lengkung Pertumbuhan



Standard
Pembelajaran

Tahukah

Anda?

- Apakah tisu-tisu yang membentuk tumbuhan?
- Bagaimanakah anak benih berkembang menjadi anak pokok?
- Dapatkah kita menganggarkan usia sesuatu pokok?
- Mengapakah kayu balak dikatakan sebagai khazanah negara?
- Mengapakah rumput hidup lebih lama berbanding dengan pokok padi?

Pencahayaan LED untuk Kilang Tanaman

Kilang tanaman merupakan suatu sistem pengeluaran tanaman di dalam bangunan atau suatu struktur yang terkawal. Semua elemen yang diperlukan seperti cahaya, suhu, gas karbon dioksida dan kelembapan udara dikawal secara buatan.

Sistem ini mengeluarkan hasil tanaman yang lebih banyak, berkualiti dan berterusan sepanjang tahun. Struktur kilang yang tertutup ini menempatkan sistem tanaman hidroponik bertingkat yang menggunakan lampu LED sebagai sumber cahaya untuk tanaman menjalankan fotosintesis.

Lampu LED merupakan sumber cahaya yang lebih baik kerana menghasilkan kurang haba dan menjimatkan tenaga elektrik. Penggunaan lampu LED juga dapat meningkatkan penghasilan nutrien dan bahan antioksidan dalam daun selain menambah baik bentuk, tekstur serta warna daun.



Gambar foto 1.1
Penggunaan lampu LED di kilang tanaman



Kata Kunci



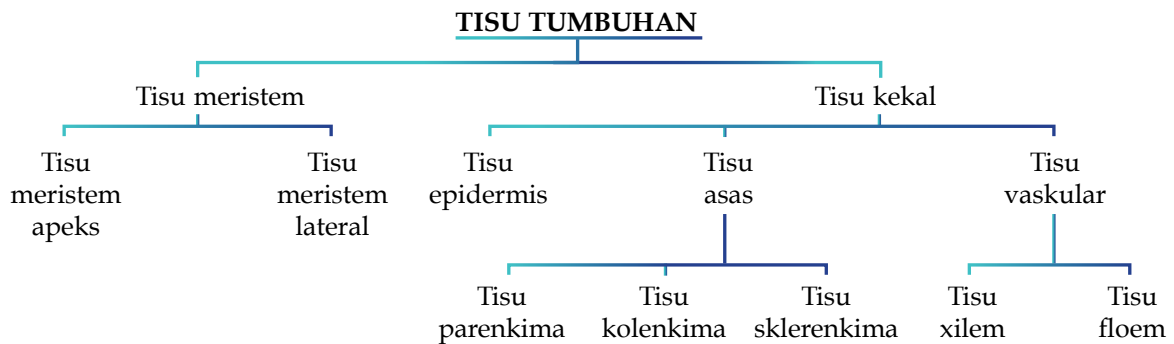
- ▶ Pektin
- ▶ Lengkung pertumbuhan
- ▶ Lignin
- ▶ Pertumbuhan primer
- ▶ Pertumbuhan sekunder
- ▶ Tisu asas
- ▶ Tisu epidermis
- ▶ Tisu kekal
- ▶ Tisu kolenkima
- ▶ Tisu meristem
- ▶ Tisu parenkima
- ▶ Tisu sklerenkima
- ▶ Tiub tapis
- ▶ Tisu vaskular
- ▶ Tumbuhan dwimusim
- ▶ Tumbuhan saka
- ▶ Tumbuhan semusim
- ▶ Zon pemanjangan sel
- ▶ Zon pembahagian sel
- ▶ Zon pembezaan sel

1.1

Organisasi Tisu Tumbuhan

Anda telah mempelajari aras organisasi organisma multisel dalam Bab 2 Tingkatan 4. Dapatkah anda menamakan beberapa sel khusus dalam tumbuhan?

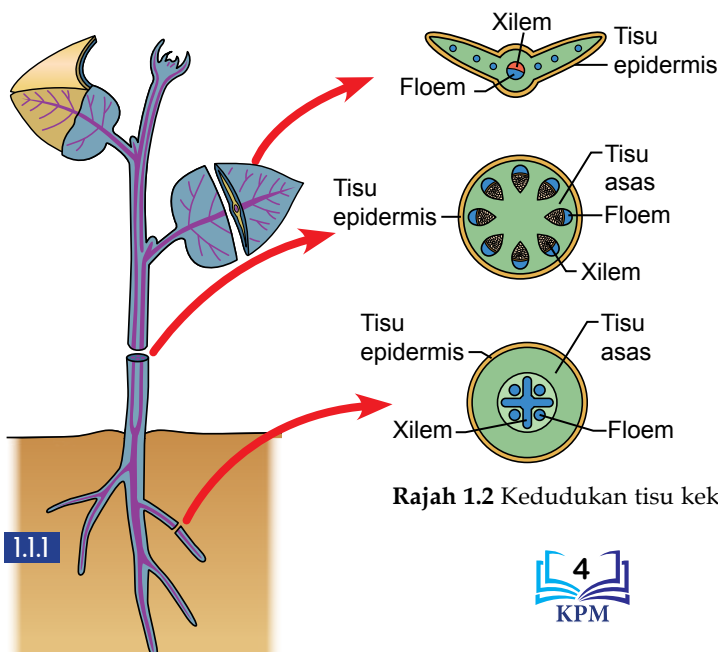
Rajah 1.1 menunjukkan organisasi tisu dalam tumbuhan. Tumbuhan terdiri daripada dua jenis tisu, iaitu **tisu meristem** dan **tisu kekal**. Tisu meristem merupakan tisu yang aktif membahagi secara mitosis. Anda akan mempelajari tisu meristem dengan lebih lanjut dalam subtopik seterusnya.



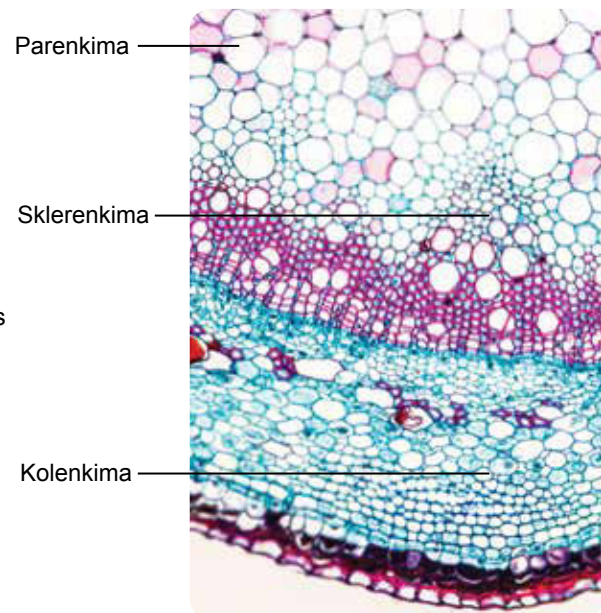
Rajah 1.1 Organisasi tisu dalam tumbuhan

Tisu Kekal

Tisu kekal ialah tisu matang yang telah mengalami pembezaan atau sedang mengalami pembezaan. Terdapat tiga jenis tisu kekal, iaitu **tisu epidermis**, **tisu asas** dan **tisu vaskular** (Rajah 1.2 dan Rajah 1.3) yang mempunyai fungsi yang berbeza (Jadual 1.1).



Rajah 1.2 Kedudukan tisu kekal



Rajah 1.3
Mikrograf kedudukan tisu
asas pada batang pokok

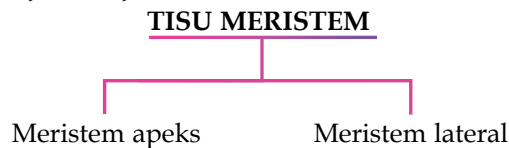
Jadual 1.1 Jenis tisu kekal, struktur dan fungsinya

Jenis tisu kekal		Struktur dan fungsi
Tisu epidermis		• Tisu epidermis melapisi permukaan luar batang, daun dan akar tumbuhan muda. • Dinding sel epidermis yang terdedah kepada udara diliputi lapisan berlilin dan kalis air yang dikenali sebagai kutikel. • Kutikel mengurangkan kehilangan air melalui penyejatan (proses transpirasi), melindungi daun daripada kecederaan mekanikal dan menghalang serangan patogen. • Terdapat sel-sel epidermis yang terubah suai mengikut fungsinya: • Sel pengawal - mengawal bukaan liang stoma • Sel rambut akar - meningkatkan luas permukaan akar untuk penyerapan air dan garam mineral.
Tisu asas	Tisu parenkima	• Tisu parenkima merupakan sel hidup yang paling ringkas dan belum mengalami pembezaan. • Mempunyai dinding sel yang paling nipis. • Tisu parenkima yang berada dalam keadaan segar memberikan sokongan dan mengekalkan bentuk tumbuhan herba. • Terlibat dalam fotosintesis dan membantu penyimpanan kanji dan gula serta terlibat dalam pertukaran gas. • Terlibat dalam baik pulih dan penjana semula tisu tumbuhan serta dalam pengangkutan sistem vaskular.
	Tisu kolenkima	• Tisu kolenkima terdiri daripada sel hidup dan apabila telah matang akan menjadi sel yang fleksibel. • Mempunyai dinding sel yang diperbuat daripada pektin dan hemiselulosa. • Mempunyai dinding sel yang lebih tebal berbanding dengan dinding sel parenkima. • Memberi sokongan mekanikal dan sifat keanjalan kepada tumbuhan.
	Tisu sklerenkima	• Tisu sklerenkima terdiri daripada sel-sel yang mati apabila matang. • Mempunyai dinding sel yang paling tebal antara semua tisu asas. • Memberi sokongan dan kekuatan mekanikal kepada bahagian tumbuhan yang matang. Tisu ini juga membantu dalam pengangkutan air dan nutrien dalam tumbuhan.
Tisu vaskular	Xilem	• Xilem terbentuk daripada sel-sel mati yang tidak mengandungi sitoplasma. • Mempunyai dinding sel yang diselaputi lignin. • Terdapat daripada salur xilem yang memanjang, berongga dan bersambungan antara satu dengan lain dari akar ke daun. • Ini membolehkan xilem mengangkut air dan garam mineral dari akar ke semua bahagian tumbuhan.
	Floem	• Floem terdiri daripada sel rakan dan tiub tapis. • Terbentuk daripada sel hidup, iaitu tiub tapis dengan kehadiran sitoplasma. • Tiub tapis tidak mempunyai organel seperti nukleus dan ribosom kerana mengalami kemerosotan apabila matang. • Tiub tapis tersusun dari hujung ke hujung floem untuk membentuk struktur tiub yang memanjang dan bersambungan. • Floem mengangkut gula yang terhasil daripada proses fotosintesis dari daun ke organ penyimpanan seperti akar, buah dan umbisi.

1. Nyatakan **satu** contoh sel yang diubah suai daripada sel epidermis.
2. Terangkan perbezaan antara tisu parenkima, kolenkima dan sklerenkima.
3. Bagaimanakah struktur xilem dapat diadaptasikan dengan fungsinya?

1.2 Tisu Meristem dan Pertumbuhan

Pernahkah anda melihat perkembangan tumbuhan daripada anak benih tumbuh membesar menjadi pokok dewasa? (Gambar foto 1.2). Bahagian yang manakah yang tumbuh terlebih dahulu? Terdapat tisu hidup yang belum membeza dalam tumbuhan yang bertanggungjawab dalam pertumbuhan tumbuhan. Tisu ini dikenali sebagai **tisu meristem**. Rajah 1.4 menunjukkan jenis tisu meristem.

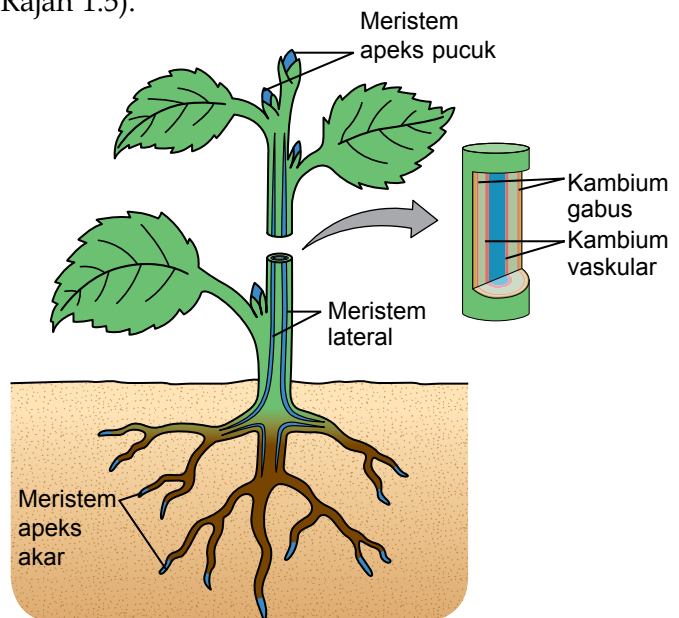


Rajah 1.4 Jenis tisu meristem

Tisu meristem apeks terdapat di hujung pucuk dan hujung akar. Manakala tisu meristem lateral terdiri daripada kambium vaskular dan kambium gabus (Rajah 1.5).



Gambar foto 1.2 Pertumbuhan anak benih

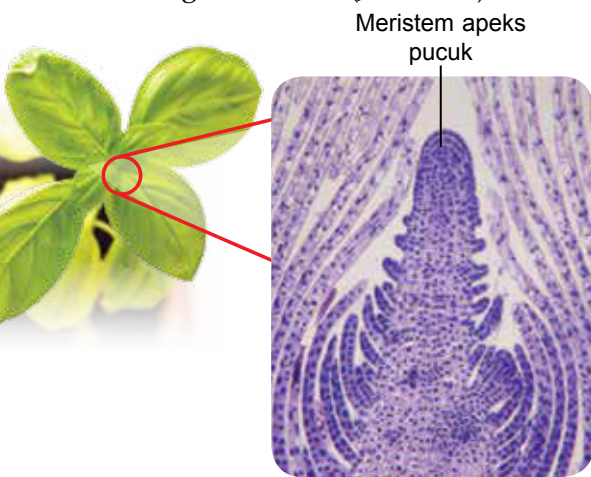


Rajah 1.5
Meristem apeks dan meristem lateral

Perubahan yang berlaku dalam organisma bermula daripada peringkat zigot sehingga dewasa disebut sebagai **pertumbuhan** dan **perkembangan**. Semasa di Tingkatan 4, anda telah mempelajari pertumbuhan dalam manusia dan haiwan. Dapatkah anda menyatakan definisi pertumbuhan?

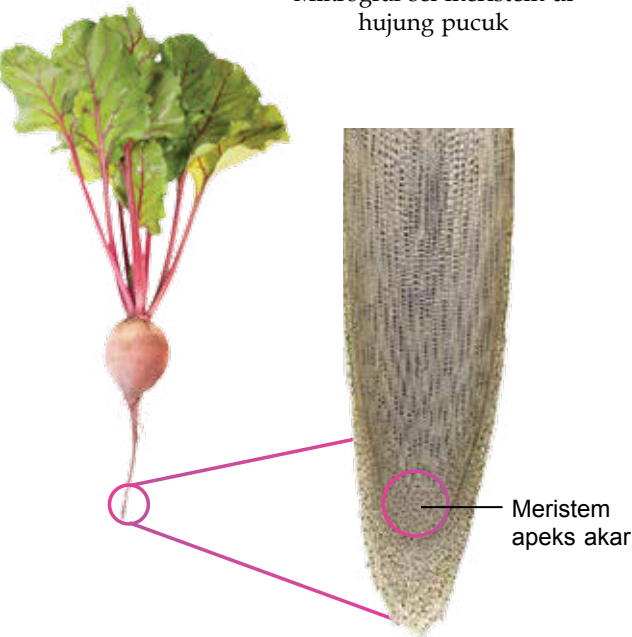
Zon Pertumbuhan Sel

Hujung pucuk dan hujung akar tumbuhan dapat dibahagikan kepada tiga zon pertumbuhan sel, iaitu **zon pembahagian sel**, **zon pemanjangan sel** dan **zon pembezaan sel** (Rajah 1.6 dan Rajah 1.7). Pertumbuhan yang berlaku dalam zon-zon ini merupakan **pertumbuhan primer** bagi tumbuhan (Jadual 1.2).



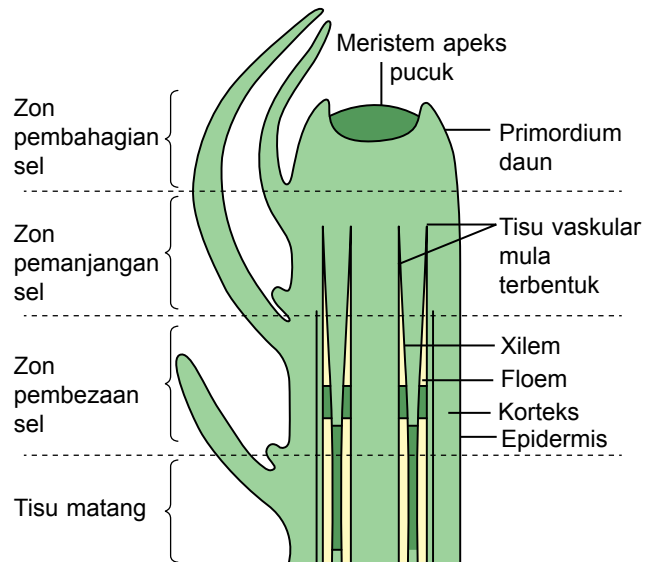
Gambar foto 1.3

Mikrograf sel meristem di hujung pucuk

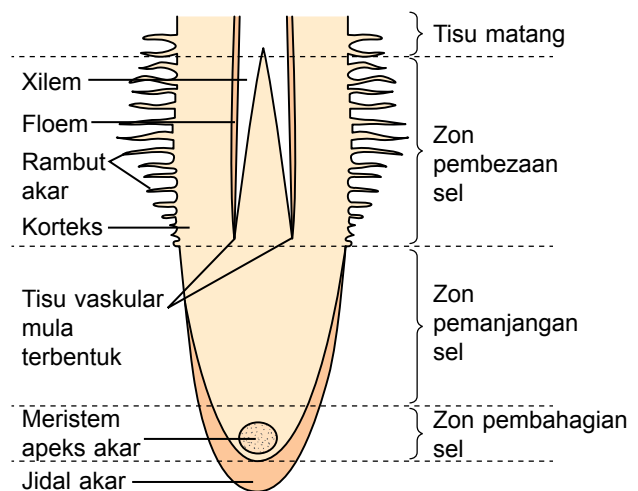


Gambar foto 1.4

Mikrograf sel meristem di hujung akar



Rajah 1.6 Zon pertumbuhan sel pada hujung pucuk



Rajah 1.7 Zon pertumbuhan sel pada hujung akar

Jadual 1.2 Zon pertumbuhan sel

1. Zon pembahagian sel	2. Zon pemanjangan sel	3. Zon pembezaan sel
• Zon pembahagian sel berlaku pada meristem apeks yang terdiri daripada sel-sel meristem yang giat membahagi secara mitosis (Rajah 1.8). • Pertambahan bilangan sel menyebabkan peningkatan kepanjangan batang tumbuhan. • Semasa sel baharu terbentuk, sel yang terbentuk sebelumnya akan ditolak ke zon pemanjangan sel. Vakuol kecil Sitoplasma Nukleus Dinding sel Rajah 1.8 Sel meristem	• Zon pemanjangan sel terdiri daripada sel-sel yang mengalami pertambahan saiz. • Pertambahan saiz berlaku melalui resapan air secara osmosis dan penyerapan nutrien ke dalam sel serta disimpan di dalam vakuol. • Vakuol-vakuol kecil yang bersebelahan bergabung untuk membentuk vakuol yang bersaiz besar. Proses ini dikenali sebagai pemvakuolan. • Kemasukan air mengenakan tekanan terhadap dinding sel lalu menolak, memanjang dan melebarkan sel (Rajah 1.9). Vakuol kecil Vakuol yang membesar Vakuol-vakuol kecil bergabung membentuk vakuol yang besar Rajah 1.9 Pemanjangan sel	• Zon pembezaan sel terdiri daripada sel-sel yang membeza dan pembezaan berlaku apabila sel telah mencapai saiz yang maksimum. • Sel-sel membeza membentuk tisu kekal seperti epidermis, korteks, xilem dan floem. • Sel berubah bentuk dan struktur untuk menjadi sel khusus yang mempunyai fungsi yang spesifik. • Sebagai contoh, sel epidermis pada daun membeza dan membentuk sel pengawal yang mengawal bukaan liang stoma. Selain itu, sel epidermis pada akar membeza dan akan membentuk sel rambut akar.

Aktiviti 1.1



Tujuan

Menyediakan slaid mikroskop zon pembahagian sel, zon pemanjangan sel dan zon pembezaan sel

Bahan: Kacang hijau, pewarna aseto-orsein, asid asetik, air suling, etanol

Radas: Pisau, slaid kaca, penutup kaca, mikroskop cahaya, penitis, jarum tenggek

Prosedur

1. Rendam kacang hijau semalaman. Pindahkan biji benih kacang hijau ke dalam bekas berisi kapas. Biarkan selama tiga hingga lima hari bagi membenarkan pertumbuhan radikel dan seterusnya berkembang menjadi akar.
2. Potong hujung akar sepanjang 10 mm. Kemudian, rendam akar itu ke dalam larutan campuran 25% asid asetik dan 75% etanol selama 30 saat. Larutan ini dapat mematikan sel-sel akar tetapi masih mengekalkan strukturnya.
3. Dengan menggunakan pisau, dapatkan keratan membujur akar.
4. Basuh keratan membujur akar menggunakan air suling.
5. Letak keratan tersebut ke atas titisan air suling pada slaid kaca dan tutup menggunakan penutup kaca.
6. Jalankan teknik pewarnaan dengan menggunakan larutan pewarna aseto-orsein selama 30 saat hingga 1 minit untuk mewarnakan kromosom.
7. Perhatikan slaid menerusi mikroskop dimulai dengan kanta objektif kuasa rendah dan diikuti dengan kanta objektif kuasa tinggi.
8. Lukis dan labelkan zon pembahagian sel, zon pemanjangan sel serta zon pembezaan sel yang diperhatikan. Catatkan kuasa pembesaran yang telah digunakan.

AWAS

Berhati-hati apabila menggunakan pisau.

Eksplorasi Bio

Pewarna aseto-orsein boleh diganti dengan pewarna aseto-karmin untuk mewarnai kromosom agar nampak jelas ketika melakukan pemerhatian fasa-fasa mitosis.

Perbincangan

1. Apakah zon yang dapat diperhatikan pada hujung radikel anak benih?
2. Terangkan bentuk dan struktur sel-sel yang dapat diperhatikan di antara zon-zon pada hujung radikel anak benih.

Eksplorasi Bio



Cepatnya Hiro membesar. Adakah proses pertumbuhan haiwan sama seperti pertumbuhan tumbuhan, abang?



Tidak sama, adik. Proses pertumbuhan haiwan berlaku di seluruh tubuhnya. Proses pertumbuhan tumbuhan lebih giat pada bahagian yang mempunyai tisu meristem.

Jenis Pertumbuhan

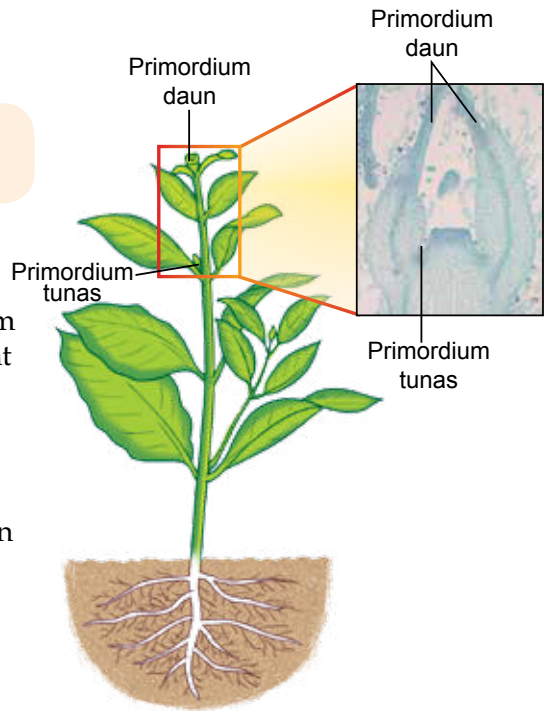
Terdapat dua jenis pertumbuhan yang dialami oleh tumbuhan, iaitu **pertumbuhan primer** dan **pertumbuhan sekunder**.

Pertumbuhan Primer

Pertumbuhan primer merupakan pertumbuhan yang berlaku selepas percambahan dan dialami oleh semua tumbuhan untuk menambah panjang batang dan akar.

Pertumbuhan primer berlaku pada **meristem apeks** yang terdapat pada **hujung pucuk** dan **hujung akar**. Pertumbuhan primer bermula apabila sel-sel meristem pada meristem apeks dalam zon pembahagian sel giat membahagi. Hal ini diikuti dengan pemanjangan sel dan pembezaan sel.

Pada hujung pucuk, **primordium daun** dan **primordium tunas** akan tumbuh membentuk daun serta pucuk baharu (Rajah 1.10). Hal ini membolehkan tumbuhan menambahkan ketinggiannya. Di hujung akar, iaitu bahagian **jidal akar** akan menjadi haus apabila menembusi tanah. Hal ini menyebabkan sel-sel jidal akar digantikan dengan sel-sel meristem.



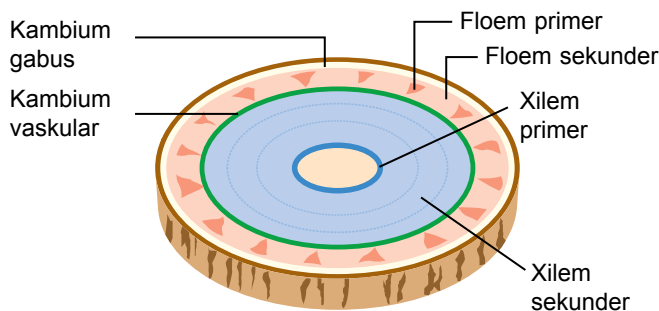
Rajah 1.10

Pertumbuhan primer pada hujung pucuk

Pertumbuhan Sekunder

Pertumbuhan sekunder berlaku kepada kebanyakan tumbuhan eudikot dan sebilangan kecil tumbuhan monokot (pokok renek) untuk menambah ukur lilit atau diameter batang dan akar tumbuhan (Rajah 1.11).

Dapatkah anda mengenal pasti tumbuhan eudikot yang hanya mengalami pertumbuhan primer? Tumbuhan tidak berkayu seperti tumbuhan herba tidak mengalami pertumbuhan sekunder. Pertumbuhan sekunder terhasil daripada pembahagian sel meristem lateral yang terdapat di batang (Rajah 1.13 dan Rajah 1.14) dan akar. **Meristem lateral** terdiri daripada **kambium vaskular** dan **kambium gabus** (Rajah 1.12).



Rajah 1.11 Keratan rentas batang eudikot yang menunjukkan pertumbuhan sekunder

Meristem lateral

Kambium vaskular

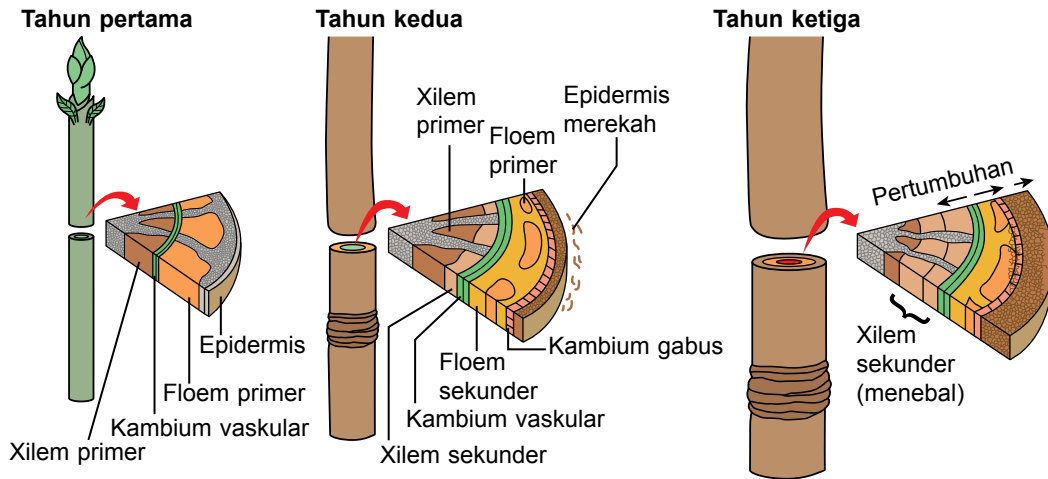
Terletak di antara tisu floem dan tisu xilem dalam berkas vaskular

Kambium gabus

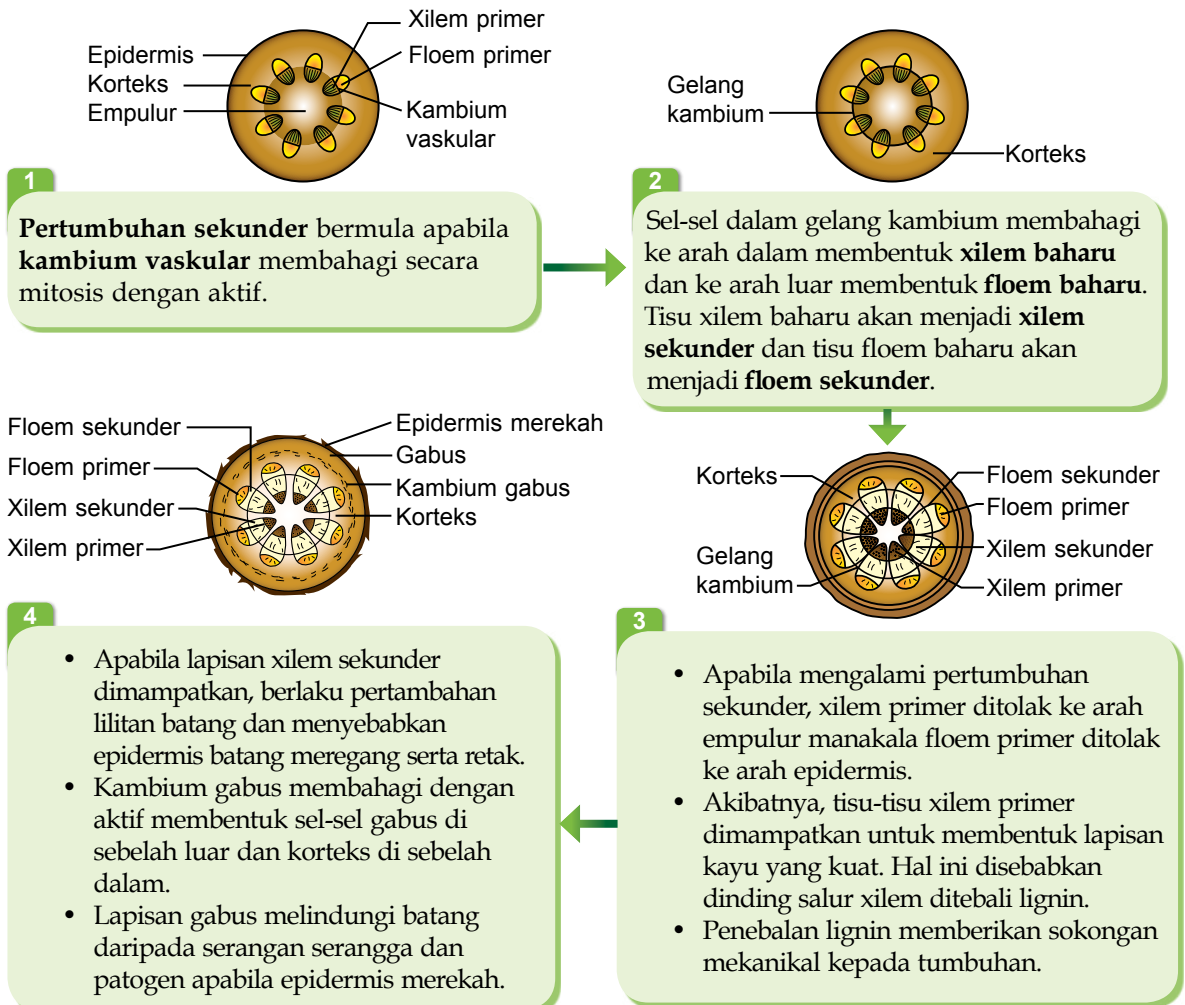
Terletak di bawah lapisan epidermis

Rajah 1.12 Jenis meristem lateral

Pertumbuhan Sekunder pada Batang



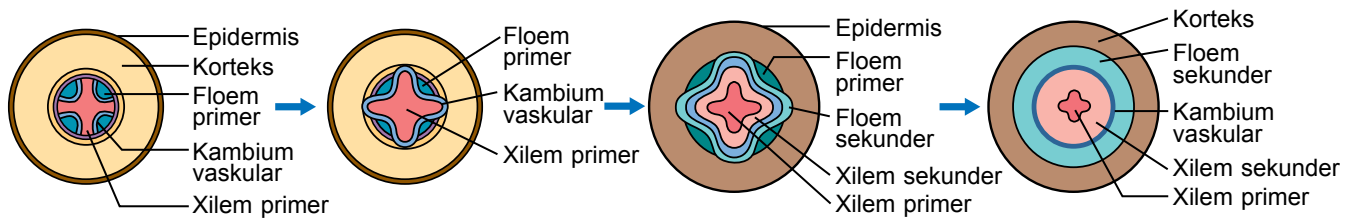
Rajah 1.13 Pembahagian sel di kambium vaskular dan kambium gabus semasa pertumbuhan sekunder



Rajah 1.14 Pertumbuhan sekunder pada batang

Pertumbuhan Sekunder pada Akar

Akar tumbuhan juga mengalami pertumbuhan sekunder bagi menambahkan **ukur lilit akar**. Proses pertumbuhan sekunder pada akar serupa dengan pertumbuhan sekunder pada batang eudikot (Rajah 1.15).



- Sel-sel **kambium vaskular** membahagi dengan aktif dan bergabung untuk membentuk gelang yang lengkap.
- Sel-sel dalam gelang kambium yang membahagi ke arah dalam untuk membentuk **xilem sekunder** dan ke arah luar untuk membentuk **floem sekunder**.

- Disebabkan aktiviti kambium vaskular, akar menjadi semakin tebal.
- **Kambium gabus** yang terletak di bawah epidermis membahagi dengan aktif untuk membentuk sel-sel gabus. Gabus memberikan perlindungan kepada tisu akar.

Rajah 1.15 Pertumbuhan sekunder pada akar

Eksplorasi Bio

Usia bagi pokok yang hidup di kawasan beriklim sederhana dapat ditentukan berdasarkan gelang tahunan pada batang pokok. Hal ini disebabkan pertumbuhan sekunder berlaku pada kadar yang berbeza mengikut musim. Pada musim bunga, apabila bekalan air dan cahaya matahari mencukupi, xilem sekunder yang dihasilkan adalah besar dan berinding nipis. Maka, tisu xilem yang terbentuk pada musim ini berwarna cerah. Pertumbuhan yang kurang sesuai pada musim panas dan kering menyebabkan xilem sekunder yang dihasilkan adalah kecil dan berinding tebal. Maka, tisu xilem yang terbentuk adalah berwarna gelap (Gambar foto 1.5).



Gambar foto 1.5 Penghasilan xilem sekunder pada musim bunga dan musim panas

Pertumbuhan Sekunder Tumbuhan Monokot

Walaupun kebanyakan tumbuhan monokot tidak mengalami pertumbuhan sekunder, terdapat sesetengah daripadanya mengalami pertumbuhan sekunder seperti *Draceana* sp., *Aloe* sp. dan *Agave* sp. (Gambar foto 1.6).



Gambar foto 1.6 Tumbuhan monokot yang mengalami pertumbuhan sekunder

Kepentingan Pertumbuhan Primer dan Pertumbuhan Sekunder

Kepentingan pertumbuhan primer:

- Membenarkan **pemanjangan pokok** agar dapat menyerap cahaya matahari untuk menjalankan fotosintesis
- Floem primer dapat mengangkut hasil **fotosintesis** dari daun ke bahagian lain tumbuhan.
- Xilem primer dapat mengangkut **air** dan **garam mineral** dari tanah melalui akar ke daun.
- Xilem primer memberikan **sokongan** kepada tumbuhan herba atau tumbuhan muda.

Kepentingan pertumbuhan sekunder:

- Memberikan **kestabilan** kepada tumbuhan dengan menambah diameter batang dan akar agar bersesuaian dengan ketinggian tumbuhan
- Memberikan **sokongan mekanikal** kepada tumbuhan
- Menghasilkan lebih banyak **tisu xilem** dan **tisu floem**
- Menghasilkan tisru xilem dan floem secara berterusan bagi menggantikan tisru xilem dan floem yang **tua** dan **rosak**
- Menghasilkan **kulit kayu** yang **kuat** dan **tebal** yang memberikan perlindungan kepada pokok terhadap kehilangan air yang berlebihan, kecederaan fizikal dan serangan patogen
- Mampu **hidup lebih lama** dengan meningkatkan peluang menghasilkan biji benih dan membiak

Aktiviti 1.2



Tujuan

Mengumpul maklumat kepentingan pertumbuhan primer dan pertumbuhan sekunder

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat tentang kepentingan pertumbuhan primer dan pertumbuhan sekunder daripada pelbagai media seperti buku rujukan, majalah, risalah dan internet.
3. Bincangkan dan persembahkan maklumat yang anda peroleh dalam bentuk folio berdasarkan format yang berikut:
 - (a) Tajuk
 - (b) Pengenalan
 - (c) Tujuan
 - (d) Perbincangan merangkumi aspek-aspek berikut:
 - (i) Kepentingan pertumbuhan primer dari segi ketinggian, sokongan dan pengangkutan
 - (ii) Keperluan pertumbuhan sekunder untuk menambahkan sokongan dan pengangkutan
 - (iii) Kepentingan tumbuhan yang mengalami pertumbuhan sekunder dari segi ekonomi
 - (e) Gambar foto, gambar rajah, jadual dan grafik yang berkaitan
 - (f) Kesimpulan
 - (g) Sumber rujukan

Aktiviti 1.3



Tujuan

Mengumpul maklumat tentang jenis tumbuhan monokot yang mengalami pertumbuhan sekunder anomali

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Agihkan kawasan di persekitaran sekolah kepada beberapa kumpulan kecil.
3. Setiap kumpulan perlu mengenal pasti dua jenis tumbuhan monokot yang mengalami pertumbuhan sekunder anomali di kawasan masing-masing.
4. Kenal pasti ciri-ciri yang terdapat pada tumbuhan tersebut.
5. Dapatkan gambar tumbuh-tumbuhan yang telah dikenal pasti.
6. Sediakan satu laporan tentang kajian lapangan ini.
7. Bentang hasil kajian anda di dalam kelas.

Perbandingan antara Pertumbuhan Primer dengan Pertumbuhan Sekunder dalam Tumbuhan Eudikot

Perbandingan antara pertumbuhan primer dengan pertumbuhan sekunder dalam tumbuhan eudikot boleh dibuat berdasarkan aspek-aspek seperti dalam Jadual 1.3.

Jadual 1.3 Perbandingan antara pertumbuhan primer dengan pertumbuhan sekunder dalam tumbuhan eudikot

Persamaan		
- Kedua-dua pertumbuhan dapat meningkatkan saiz tumbuhan secara tetap. - Kedua-dua pertumbuhan berlaku pada tumbuhan berkayu. - Kedua-dua pertumbuhan melibatkan pembahagian sel secara mitosis.		
Perbezaan		
Pertumbuhan primer	Aspek	Pertumbuhan sekunder
Meristem apeks	Tisu meristem yang terlibat	Meristem lateral (kambium vaskular dan kambium gabus)
Berlaku pada batang dan akar di bahagian tumbuhan yang lebih muda	Bahagian tumbuhan yang mengalami pertumbuhan	Berlaku apabila pertumbuhan primer telah terhenti pada batang dan akar yang telah matang
Pertumbuhan berlaku secara memanjang	Arah pertumbuhan	Pertumbuhan berlaku secara jejari
Peningkatan kepanjangan batang dan akar tumbuhan	Kesan pertumbuhan	Peningkatan ukur lilit batang dan akar tumbuhan
Epidermis, korteks dan tisu vaskular primer (xilem primer dan floem primer)	Tisu dan struktur yang terbentuk	Kulit kayu, periderma (kambium gabus dan tisu gabus), lentisel dan tisu vaskular sekunder (xilem sekunder dan floem sekunder)
Tidak mempunyai tisu berkayu	Kehadiran tisu berkayu	Mempunyai tisu berkayu
Kulit kayu yang nipis	Ketebalan kulit kayu	Kulit kayu yang tebal
Tidak mempunyai gelang tahunan	Kehadiran gelang tahunan	Mempunyai gelang tahunan pada batang pokok

Tumbuhan berbunga (Angiosperma) dapat dikelaskan kepada tumbuhan monokotiledon dan eudikotiledon. Kedua-dua kumpulan tumbuhan ini berbeza dari segi struktur butir debunga, bilangan kotiledon, jenis akar, jaringan urat daun dan susunan berkas vaskular. Eudikotiledon merupakan kumpulan terbesar dalam tumbuhan berbunga dan terdiri daripada pelbagai spesies. Sesetengah tumbuhan eudikotiledon melakukan pertumbuhan sekunder yang membolehkannya tumbuh tinggi dan dapat hidup sehingga beratus-ratus tahun.

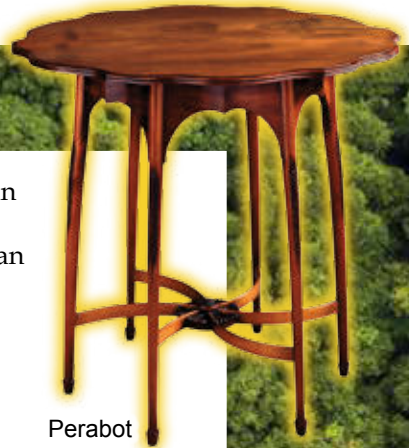
Kepentingan Tumbuhan yang Mengalami Pertumbuhan Sekunder dari Segi Ekonomi

Tumbuhan yang mengalami pertumbuhan sekunder mempunyai nilai ekonomi yang tinggi kerana dapat menghasilkan kayu balak seperti *Shorea* sp. (meranti) dan *Balanocarpus* sp. (cengal).



Rumah bot

- Tumbuhan yang mengalami pertumbuhan sekunder mempunyai kayu yang kuat dan keras. Tumbuhan ini sesuai digunakan sebagai struktur rumah bot, perabot, pagar, pintu dan lain-lain.
- Kehadiran gelang tahunan pula menyebabkan perabot kelihatan menarik dan dapat dijadikan barang perhiasan.
- Kayu dan kulit pokok sesetengah tumbuhan seperti *Hopea* sp. (merawan) dan meranti, dapat menghasilkan **resin** dan **minyak**. Bahan-bahan ini dapat dikomersialkan sebagai **varnis**, **bahan pelekat**, **minyak wangi** dan **ubat-ubatan**.
- Tumbuhan berbunga pula dapat dijadikan sebagai tumbuhan hiasan.
- Jualan **buah-buahan** seperti mangga dan manggis, iaitu hasil daripada pokok yang mengalami pertumbuhan sekunder dapat menjana **sumber pendapatan** dan ekonomi negara.



Perabot



Buah mangga



Minyak wangi

Gambar foto 1.7 Kegunaan tumbuhan yang mengalami pertumbuhan sekunder

 **TMK**

Contoh Tumbuhan Sekunder di Malaysia

 **Info**

bukutekskssm.my/Biologi/T5/Ms16

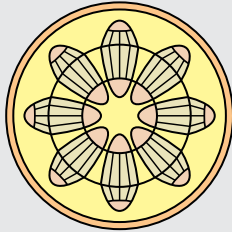
ZON AKTIVITI

Kumpulkan maklumat mengenai jenis dan kegunaan kayu balak di Malaysia. Persembahkan maklumat dalam bentuk risalah.

Praktis Formatif

1.2

1. Namakan **tiga** zon pertumbuhan sel.
2. Rajah di bawah menunjukkan keratan rentas batang sejenis tumbuhan yang menjalani pertumbuhan sekunder.



(a) Labelkan xilem primer, floem primer, xilem sekunder dan floem sekunder.

(b) Huraikan pembentukan xilem sekunder dan floem sekunder.

3. Mengapakah pertumbuhan sekunder penting kepada tumbuhan?

4. Pertumbuhan sekunder tumbuhan menyokong pertumbuhan primer tumbuhan.



Dengan menggunakan pengetahuan biologi anda, sokong pernyataan di atas.

1.3

Lengkung Pertumbuhan

Jenis Tumbuhan Berdasarkan Kitar Hidup

Tumbuhan dapat dikelaskan berdasarkan jangka hayatnya, iaitu **tumbuhan semusim**, **tumbuhan dwimusim** dan **tumbuhan saka**.

Tumbuhan Semusim

Tumbuhan semusim ialah tumbuhan yang mempunyai satu kitar hidup untuk semusim atau setahun. Tumbuhan ini biasanya mati selepas melengkapkan kitaran biologinya, bermula daripada percambahan sehingga diakhiri dengan berbunga atau penghasilan biji benih. Contoh tumbuhan semusim ialah **pokok padi**, **pokok labu** dan **pokok tembikai** (Gambar foto 1.8).



Pokok padi



Pokok labu



Pokok tembikai

Gambar foto 1.8 Contoh tumbuhan semusim

Tumbuhan Dwimusim

Tumbuhan dwimusim merujuk kepada tumbuhan yang mengambil masa dua tahun, iaitu dengan dua musim pertumbuhan untuk melengkapkan kitar hidupnya. Musim pertumbuhan pertama ialah **pertumbuhan tampang**, iaitu pertumbuhan struktur akar, daun dan batang. Manakala musim pertumbuhan kedua ialah **pembiakan**. Kebanyakan tumbuhan dwimusim tumbuh di kawasan beriklim sederhana.

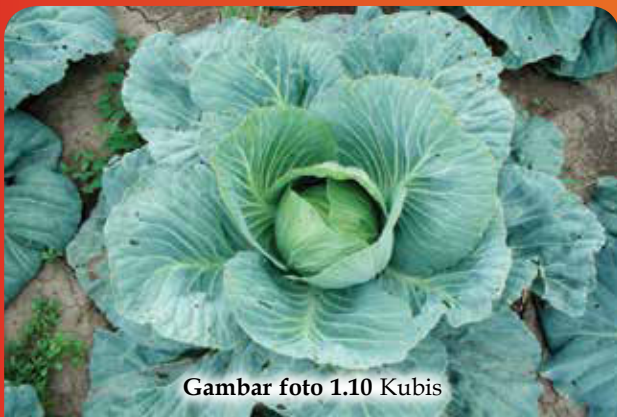
Setelah mengalami pertumbuhan tampang, proses pertumbuhan akan berhenti seketika pada musim sejuk. Apabila memasuki musim bunga dan musim panas, pertumbuhan kedua diteruskan sebagai persediaan untuk membiak. Tumbuhan akan berbunga, menghasilkan buah serta biji benih, dan akhirnya tumbuhan akan mati. Contoh tumbuhan dwimusim ialah **kubis**, **lobak merah** dan **pokok bunga balung ayam**.



Gambar foto 1.9
Pokok bunga balung ayam

ZON AKTIVITI

Kenal pasti jenis tumbuhan di sekitar sekolah anda berdasarkan kitar hidup. Dapatkan gambar foto tumbuh-tumbuhan tersebut dan rekodkan dalam buku sains anda.



Gambar foto 1.10 Kubis



Gambar foto 1.11 Lobak merah

Tumbuhan Saka

Tumbuhan saka merujuk kepada tumbuhan yang hidup lebih daripada dua tahun. Tumbuhan ini mempunyai jangka hayat yang panjang bergantung kepada spesies dan keadaan. Tumbuhan saka dapat dikelaskan kepada dua kategori, iaitu **tumbuhan berkayu saka** dan **tumbuhan herba saka**. Kebanyakan tumbuhan saka mampu berbunga dan berbuah berkali-kali sepanjang hidupnya. Tumbuhan ini mempunyai struktur yang dapat beradaptasi dengan persekitaran dan perubahan suhu. Contoh tumbuhan saka ialah **rumput**, **pokok bunga raya** dan **pokok mangga**.

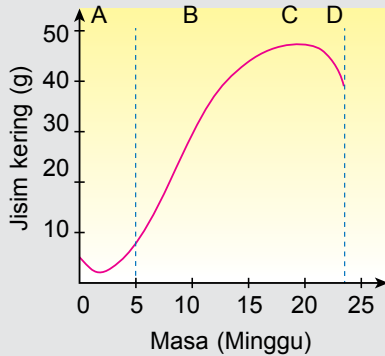


Gambar foto 1.12
Pokok bunga raya

Lengkung Pertumbuhan dalam Tumbuhan

Semasa di Tingkatan 4, anda telah mempelajari lengkung pertumbuhan manusia dan haiwan berangka luar. Lengkung pertumbuhan bagi kebanyakan organisma berbentuk sigmoid. Apakah bentuk lengkung pertumbuhan tumbuhan?

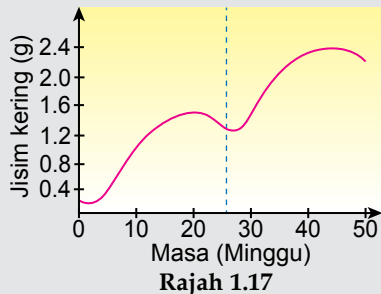
Lengkung Pertumbuhan Tumbuhan Semusim



Rajah 1.16

- Lengkung pertumbuhan berbentuk **sigmoid** (Rajah 1.16).
- **Peringkat A: Penurunan jisim kering**
Makanan yang disimpan di dalam **kotiledon** digunakan untuk percambahan sebelum tumbuhnya daun untuk menjalankan fotosintesis.
- **Peringkat B: Peningkatan jisim kering**
Kadar pertumbuhan meningkat dengan cepat. Hal ini berlaku disebabkan tumbuhan telah menjalankan fotosintesis.
- **Peringkat C: Jisim kering malar**
-Kadar pertumbuhan sifar.
-Tumbuhan **matang** pada peringkat ini.
- **Peringkat D: Penurunan jisim kering**
Berlaku secara perlahan-lahan disebabkan oleh penuaan, kadar fotosintesis rendah, keguguran daun dan bunga, serta penyebaran biji benih.

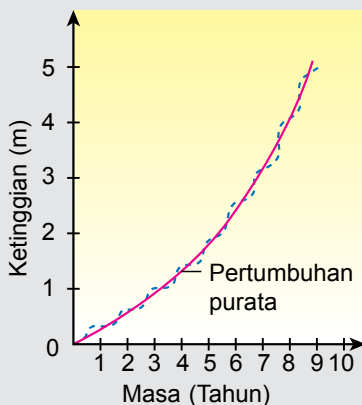
Lengkung Pertumbuhan Tumbuhan Dwimusim



Rajah 1.17

- Lengkung pertumbuhan berbentuk **dua lengkung sigmoid** yang digabungkan bersama (Rajah 1.17).
- **Musim pertumbuhan pertama:**
-Tumbuhan menghasilkan daun, berlakunya fotosintesis
-Makanan disimpan di dalam umbisi
- **Musim pertumbuhan kedua:**
Makanan simpanan digunakan untuk menghasilkan bunga dan biji benih

Lengkung Pertumbuhan Tumbuhan Saka



Rajah 1.18

- Lengkung pertumbuhan terdiri daripada jujukan sigmoid yang kecil (Rajah 1.18).
- Lengkung pertumbuhan pada setiap tahun berbentuk **sigmoid**. Pertumbuhan berlaku sepanjang hayat.
- Kadar pertumbuhan adalah **tinggi** pada musim bunga dan musim panas. Keamatan cahaya yang tinggi meningkatkan kadar fotosintesis.
- Kadar pertumbuhan **menurun** pada musim sejuk.

Pernyataan Masalah: Apakah bentuk lengkung pertumbuhan bagi pokok jagung?

Tujuan: Mengkaji lengkung pertumbuhan pokok jagung

Hipotesis: Lengkung pertumbuhan pokok jagung berbentuk sigmoid

Pemboleh ubah

Pemboleh ubah dimanipulasikan: Bilangan hari selepas penanaman

Pemboleh ubah bergerak balas: Purata jisim kering anak benih jagung

Pemboleh ubah dimalarkan: Jenis biji benih jagung

Bahan: 30 biji benih jagung

Radas: Petak semaian, penimbang elektronik, ketuhar

Prosedur

1. Sediakan 30 biji benih jagung yang telah direndam sekurang-kurangnya satu jam dan sediakan petak semaian di kawasan lapang.
2. Ambil tiga biji benih secara rawak.
3. Keringkannya di dalam ketuhar pada suhu 100 °C selama 5 minit.
4. Timbang biji benih yang dikeringkan satu persatu dan catatkan jisim keringnya.
5. Ulangi langkah 3 dan 4 pada biji benih yang sama sehingga jisim keringnya tidak berubah.
6. Rekod jisim kering tersebut dalam jadual keputusan (hari '0'). Dapatkan purata jisim kering bagi tiga biji benih.
7. Semai baki biji benih pada jarak lebih kurang 30 cm di antara satu sama lain pada petak semaian.
8. Siram air yang mencukupi pada petak semaian setiap hari.
9. Ambil tiga anak benih secara rawak daripada tapak semaian setiap tiga hari dan bersihkan dengan cermat.
10. Keringkan ketiga-tiga anak benih di dalam ketuhar pada suhu 100 °C selama 5 minit dan timbang satu persatu dan rekodkan jisim keringnya.
11. Ulangi langkah 10 sehingga jisim keringnya tidak berubah dan rekodkan keputusan dalam jadual keputusan.
12. Ulangi langkah 9 hingga 11 dengan meningkatkan masa pengeringan di dalam ketuhar selama 10 minit sehingga 30 minit berdasarkan saiz anak benih jagung sehingga hari ke-21.
13. Plot graf purata jisim kering anak benih jagung melawan masa.

Keputusan

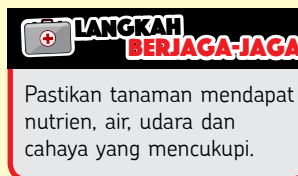
Masa (Hari)	Jisim kering tiga biji benih atau anak benih (g)			Purata jisim kering biji benih atau anak benih (g)
	Biji benih 1	Biji benih 2	Biji benih 3	
0				
3				

Perbincangan

1. Apakah bentuk lengkung pertumbuhan anak benih jagung?
2. Terangkan lengkung pertumbuhan tersebut.

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.



1.2

Kesan Bunyi terhadap Pertumbuhan dalam Tumbuhan

EKSPERIMEN

Tujuan

Mereka bentuk eksperimen untuk mengkaji kesan bunyi terhadap pertumbuhan dalam tumbuhan

Bahan: Lima anak pokok jagung yang sama jenis dan saiz

Radas: Muzik klasik, muzik *heavy metal*, pembaris

Prosedur

1. Jalankan eksperimen ini secara berkumpulan.
2. Setiap kumpulan perlu mereka bentuk eksperimen untuk mengkaji kesan bunyi terhadap pertumbuhan pokok jagung.
3. Bina hipotesis dan tentukan pemboleh ubah bagi eksperimen ini.
4. Rancang dan jalankan eksperimen dengan mendedahkan anak pokok jagung kepada jenis muzik yang berbeza.
5. Rekod dan bincangkan keputusan eksperimen. Persembahkan data dalam bentuk graf.
6. Tulis laporan eksperimen dan serahkan kepada guru.

Aktiviti 1.4

**Tujuan**

Mereka bentuk sebuah auksanometer untuk mengukur kadar pemanjangan tumbuhan

Bahan

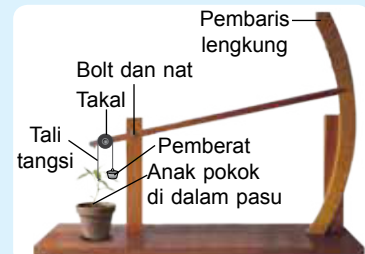
Anak pokok di dalam pasu

Radas

Papan, bolt dan nat, tali tangsi, pemberat, pembaris lengkung, takal

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Setiap kumpulan perlu mereka bentuk sebuah auksanometer.
3. Ukur kadar pemanjangan tumbuhan dengan menggunakan auksanometer yang telah dibina.
4. Rekod dan bincangkan keputusan yang diperolehi. Persembahkan data dalam bentuk graf.
5. Bentang hasil kajian anda di dalam kelas.



Gambar foto 1.13 Auksanometer

Praktis Formatif 1.3

1. Nyatakan pengelasan tumbuhan berdasarkan jangka hayatnya.
2. Berdasarkan pengetahuan biologi anda, tentukan jenis tumbuhan yang dapat mengekalkan kemandiriannya dalam persekitaran yang ekstrim. Wajarkan.



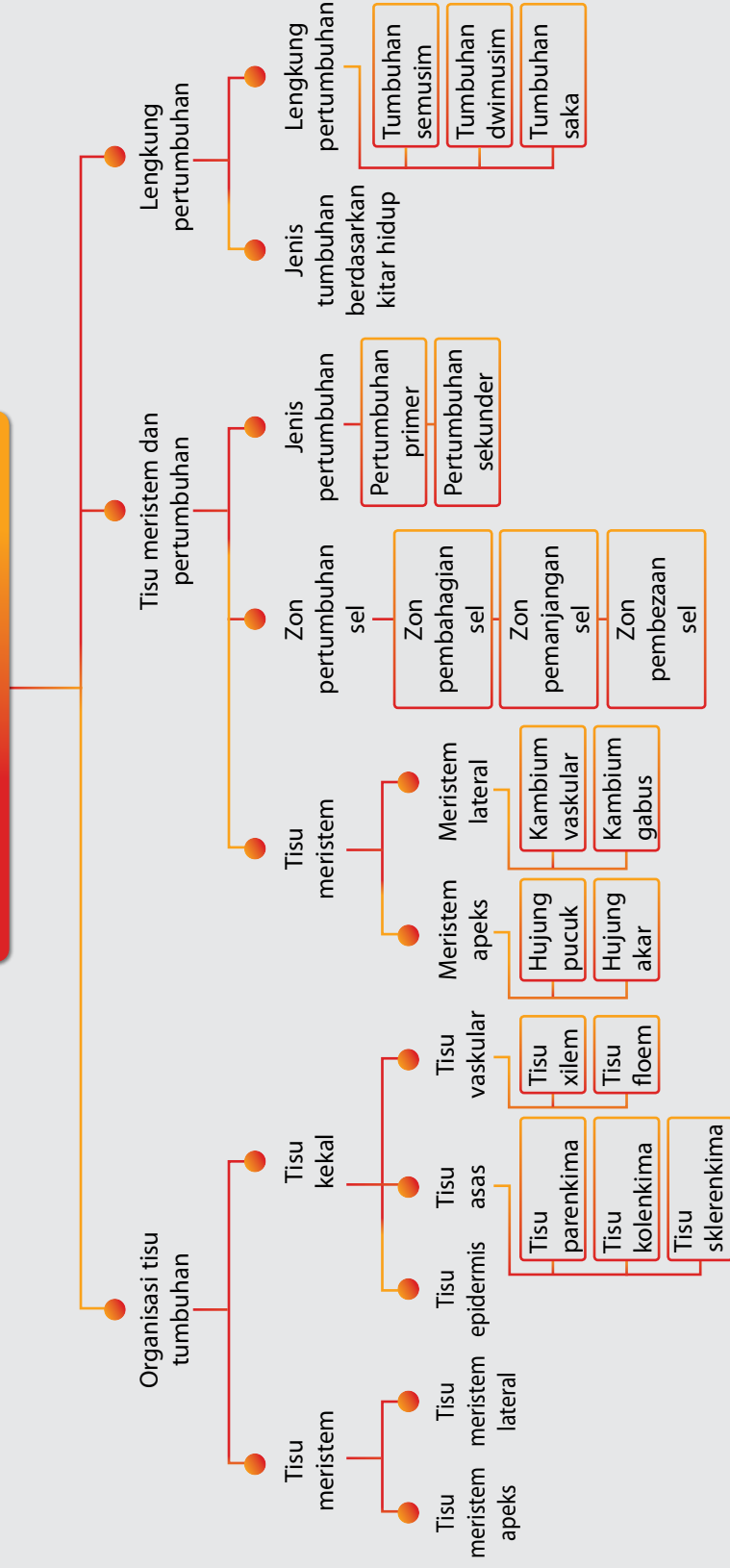
3. Secara umumnya, lengkung pertumbuhan bagi ketiga-tiga jenis tumbuhan adalah berbentuk sigmoid secara tunggal atau gabungan beberapa siri sigmoid. Mengapakah lengkung pertumbuhan tumbuhan saka terdiri daripada jujukan sigmoid yang kecil?





Imbas Memori

Organisasi Tisu Tumbuhan dan Pertumbuhan



REFLEKSI KENDIRI



Lengkapkan refleksi sendiri ini untuk menyemak konsep-konsep penting yang telah anda pelajari.

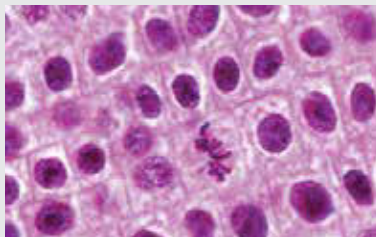


Konsep penting	Sangat baik	Berusaha lagi
Jenis tisu tumbuhan dan fungsi utamanya		
Jenis dan bahagian tisu yang terlibat dalam pertumbuhan		
Kedudukan zon pembahagian sel, zon pemanjangan sel dan zon pembezaan sel dalam pucuk dan akar		
Zon pembahagian sel, zon pemanjangan sel dan zon pembezaan sel dalam radikel anak benih		
Pertumbuhan primer dan pertumbuhan sekunder		
Kepentingan pertumbuhan primer dan pertumbuhan sekunder		
Perbandingan antara pertumbuhan primer dengan pertumbuhan sekunder dalam tumbuhan eudikot		
Kepentingan tumbuhan yang mengalami pertumbuhan sekunder dari segi ekonomi		
Jenis tumbuhan berdasarkan kitar hidup		
Lengkung pertumbuhan bagi tumbuhan semusim, tumbuhan dwimusim dan tumbuhan saka		

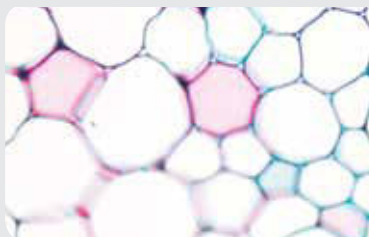
Praktis Sumatif

1

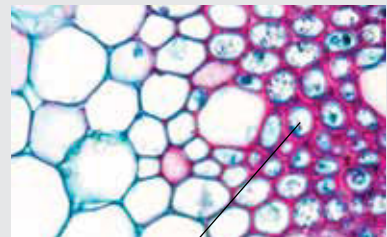
1. Rajah 1 menunjukkan tiga contoh tisu yang terdapat dalam tumbuhan.



Tisu A



Tisu B

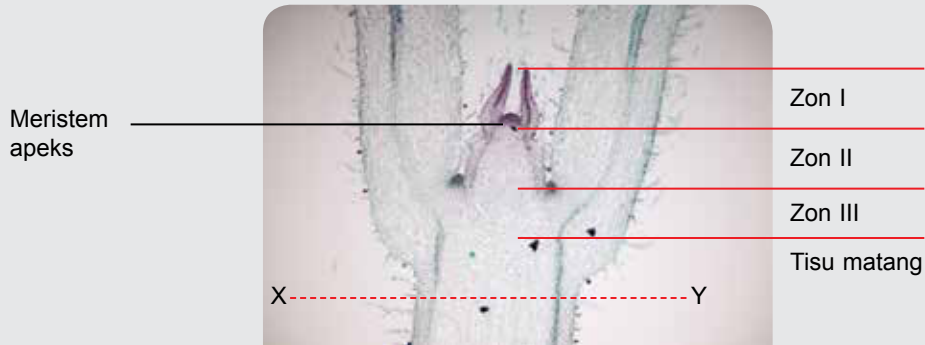


Tisu C

Rajah 1

Kenal pasti tisu A, tisu B dan tisu C. Nyatakan **satu** ciri dan fungsi bagi setiap tisu tersebut.

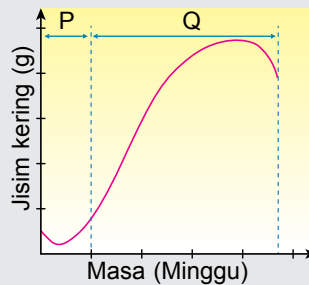
2. Rajah 2 menunjukkan keratan membujur hujung pucuk tumbuhan eudikot.



Rajah 2

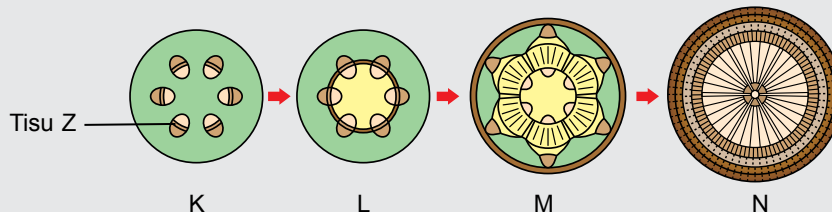
- Namakan Zon I, Zon II dan Zon III.
- Lukis **satu** sel untuk mewakili Zon I dan Zon II.
 - Nyatakan perbezaan antara sel pada Zon I dan sel pada Zon II.
- Lukis keratan rentas pucuk XY.
- Setelah beberapa tahun, tumbuhan tersebut mengalami pertumbuhan sekunder. Lukis keratan rentas batang pokok tumbuhan yang mengalami pertumbuhan sekunder.

3. Rajah 3 menunjukkan lengkung pertumbuhan sejenis tumbuhan yang hidup di kawasan iklim sederhana.



Rajah 3

- Kenal pasti jenis tumbuhan dan nyatakan **satu** contoh tumbuhan yang mempunyai lengkung pertumbuhan seperti pada Rajah 3.
- Mengapakah terdapat perbezaan bentuk lengkung pertumbuhan pada minggu P dan Q?
- Rajah 4 menunjukkan peringkat-peringkat pertumbuhan dalam batang pokok eudikot.

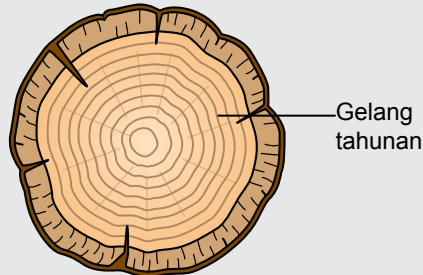


Rajah 4

- (i) Namakan tisu Z.
- (ii) Terangkan perkembangan tisu Z daripada peringkat K hingga peringkat L.
- (iii) Ramalkan kesan yang akan berlaku kepada tumbuhan tersebut jika tisu Z gagal terbentuk.



4. (a) Rajah 5 menunjukkan keratan rentas sebatang pokok yang terdapat di negara beriklim sederhana. Gelang tahunan terbentuk daripada gabungan gelang gelap dan gelang cerah.



Rajah 5

Anggarkan usia pokok tersebut. Terangkan pembentukan gelang tahunannya.



- (b) (i) Berdasarkan pernyataan di bawah, apakah kebaikan tumbuhan yang mengalami pertumbuhan sekunder? Bincangkan kepentingan pertumbuhan sekunder.



Tumbuhan eudikot seperti pokok manggis mengalami pertumbuhan primer bagi meningkatkan ketinggian. Kemudian, diikuti dengan pertumbuhan sekunder bagi pertambahan diameter batang serta akar. Tumbuhan monokot seperti lalang pula hanya mengalami pertumbuhan primer.

- (ii) Mengapakah sebahagian kecil sahaja tumbuhan monokot mengalami pertumbuhan sekunder? Jelaskan.



5. Industri perkayuan di Malaysia ialah penyumbang besar kepada sektor komoditi, iaitu dengan pendapatan eksport bernilai RM23.2 bilion pada tahun 2017. Bagaimanapun, perolehan sektor ini mencatatkan penurunan pada tahun 2018, disebabkan kekurangan bahan mentahnya. Antara inisiatif yang dijalankan oleh pihak kerajaan untuk mengatasi masalah ini adalah dengan membuka ladang hutan akasia. Pada pendapat anda, mengapakah pokok akasia digunakan untuk mengatasi masalah yang tersebut?



Minda Abad ke-21



6. Ketinggian pokok buah-buahan perlu dikawal supaya tidak terlalu tinggi. Sebagai seorang ahli botani, Encik Lim telah mencadangkan jirannya memangkas pokok buah-buahan di kebunnya. Justifikasikan cadangan Encik Lim berdasarkan pengetahuan biologi anda.



Bab

2

Struktur dan Fungsi Daun

Eksplorasi

Bab

- Struktur Daun
- Organ Utama Pertukaran Gas
- Organ Utama Transpirasi
- Organ Utama Fotosintesis
- Titik Pampasan



Standard Pembelajaran

Tahukah

Anda?

- Bagaimanakah struktur luar daun dan struktur dalaman lamina daun?
- Apakah organ utama pertukaran gas dalam tumbuhan?
- Apakah organ utama transpirasi?
- Apakah organ utama fotosintesis?
- Apakah yang dimaksudkan dengan titik pampasan?

Perubahan Warna Daun di Negara Empat Musim

Warna daun bergantung kepada molekul pigmen yang terdapat di dalamnya. Antara contoh pigmen ialah klorofil, karotenoid dan antosianin.

Pigmen klorofil menyebabkan daun berwarna hijau. Di negara empat musim, daun-daun kelihatan hijau pada musim panas disebabkan keamatan cahaya yang tinggi. Pada musim luruh dan musim sejuk, sesetengah tumbuhan berhenti menghasilkan klorofil. Klorofil terurai kepada molekul yang lebih kecil. Tanpa klorofil, pigmen lain seperti karotenoid serta antosianin menyebabkan warna daun berubah kepada kuning dan merah.



Kata Kunci



- | | |
|-------------------|------------------|
| ▶ Lamina | ▶ Herbarium |
| ▶ Petiol | ▶ Granum |
| ▶ Mesofil palisad | ▶ Tilakoid |
| ▶ Mesofil berspan | ▶ Stroma |
| ▶ Transpirasi | ▶ Fotolisis |
| ▶ Neraca mikro | ▶ Titik pampasan |

2.1

Struktur Daun

Daun merupakan organ utama tumbuhan yang menjalankan fotosintesis. Struktur daun dapat dibahagikan kepada dua bahagian, iaitu **struktur luar** dan **struktur dalaman**.

Struktur Luar Daun

Secara umumnya, struktur luar daun hijau terdiri daripada **lamina** dan **petiol** (Gambar foto 2.1).

Lamina

- Lamina merupakan bahagian daun yang leper, nipis, rata dan berwarna hijau.
- Lamina berbentuk leper untuk menghasilkan permukaan yang luas supaya sel-sel yang mengandungi kloroplas di dalamnya terdedah kepada cahaya matahari secara maksimum.
- Lamina yang juga berbentuk nipis dapat memudahkan gas-gas yang terlibat dalam fotosintesis meresap dengan cekap ke bahagian dalam daun.

Petiol

- Petiol ialah tangkai daun yang menyambungkan lamina pada batang.
- Petiol yang mengunjur ke dalam lamina membentuk jaringan urat yang menyokong lamina.



Gambar foto 2.1
Struktur luar daun

Petiol

ZON AKTIVITI

Herbarium merupakan koleksi spesimen daripada tumbuhan yang telah diawetkan melalui kaedah yang tertentu.

- Sediakan herbarium yang mengandungi pelbagai jenis tumbuhan yang boleh didapati di kawasan rumah anda.
- Lengkapkan dengan data seperti taksonomi, morfologi, ekologi dan geografi tumbuhan yang tersebut.



Gambar foto 2.2
Spesimen herbarium

Famili : Malvaceae
Nama saintifik : *Hibiscus rosa-sinensis*
Nama tempatan : Bunga raya
Pengumpul : Maisarah Jamalluddin
Nombor sampel : 14
Tarikh : 9/10/2020
Tempat : Taman Mewah, Perak
Nota :

- Daunnya berwarna hijau muda.
- Separuh daunnya bergerigi di tepi yang menghalu ke bahagian atas.
- Bunganya menonjol.
- Bilangan bunga sekuntum dan terletak pada hujung tangkai yang panjang.

Struktur Dalam Lamina Daun

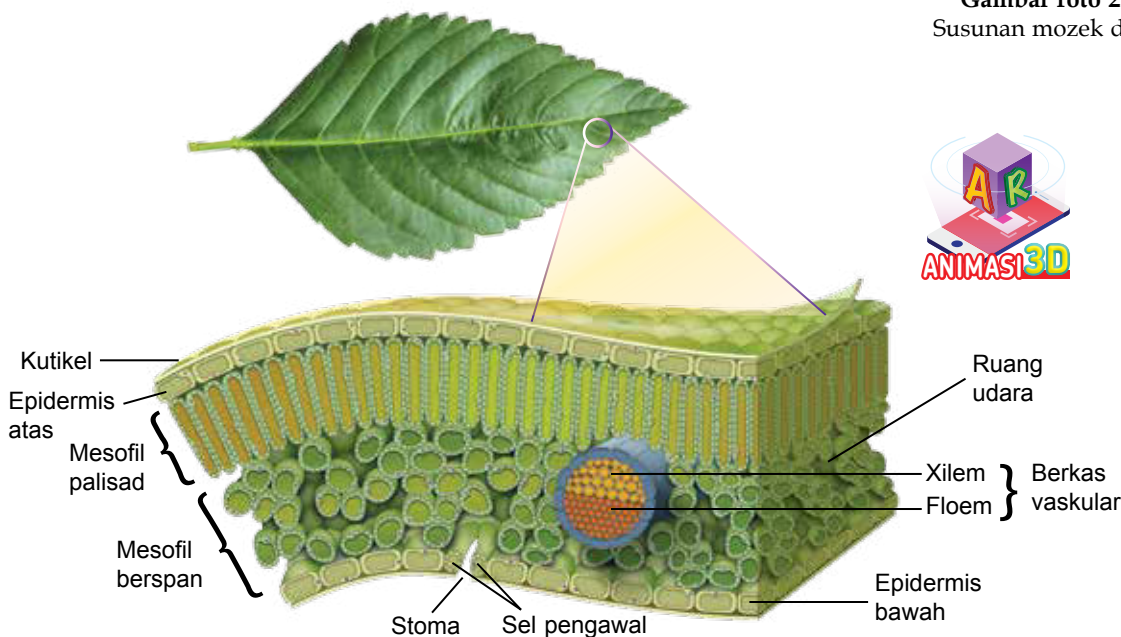
Bagi kebanyakan tumbuhan, lamina daun tersusun supaya tidak bertindih. Ini membolehkan daun menerima cahaya yang optimum untuk menjalankan fotosintesis. Susunan ini disebut **mozek daun** (Gambar foto 2.3). Mari kita kaji keratan rentas lamina daun (Rajah 2.1) dan penerangan struktur dalaman lamina daun (Jadual 2.1).

ZON AKTIVITI

Lukis dan labelkan struktur dalaman lamina daun.



Gambar foto 2.3
Susunan mozek daun



Rajah 2.1 Keratan rentas lamina daun

Jadual 2.1 Struktur dalaman lamina daun

Struktur	Penerangan
Kutikel	- Kutikel merupakan lapisan berlilin, kalis air dan lut sinar yang melapisi bahagian epidermis atas dan epidermis bawah daun. - Lapisan kutikel menghalang kehilangan air berlebihan melalui penyejatan (transpirasi). - Kutikel yang lut sinar membenarkan cahaya matahari menembusnya.
Epidermis atas	- Epidermis atas terletak di permukaan atas daun, iaitu di bawah kutikel. - Sel-sel dalam lapisan ini tidak mengandungi kloroplas dan bersifat lut sinar supaya cahaya dapat menembusnya.
Epidermis bawah	- Epidermis bawah terletak di permukaan bawah daun. - Lapisan ini mempunyai stoma yang terdiri daripada sepasang sel pengawal.

Mesofil palisad	- Sel mesofil palisad tersusun secara tegak dan padat untuk memperoleh cahaya yang maksimum. - Sel ini merupakan tapak fotosintesis. Oleh itu, sel ini mempunyai banyak kloroplas.
Mesofil berspan	- Sel mesofil berspan berbentuk tidak sekata yang dapat menambah luas permukaan dalam bagi pertukaran gas. - Sel ini tersusun longgar dan mempunyai banyak ruang udara di antara sel. - Ini memudahkan peresapan gas karbon dioksida dan air merentasi daun ke sel-sel mesofil palisad semasa fotosintesis. - Kandungan kloroplasnya adalah kurang berbanding dengan mesofil palisad.
Berkas vaskular	Xilem - Xilem mengangkut air dan garam mineral yang diserap oleh akar ke daun. - Dinding tisu xilem yang berlignin dan tebal adalah untuk memberi sokongan dan kekuatan mekanikal kepada tumbuhan. Floem - Floem mengangkut bahan organik hasil fotosintesis dari daun ke bahagian lain tumbuhan.

Aktiviti 2.1



Tujuan

Mengenal pasti tisu keratan rentas daun monokot dan daun eudikot

Radas

Slaid mikroskop tersedia keratan rentas daun monokot dan daun eudikot, mikroskop cahaya

Prosedur

1. Perhatikan slaid mikroskop tersedia daun monokot dan daun eudikot dengan menggunakan mikroskop cahaya.
2. Kenal pasti tisu epidermis, tisu mesofil palisad, tisu mesofil berspan, tisu xilem dan tisu floem.
3. Lukis serta label rajah keratan rentas daun monokot dan daun eudikot seperti yang kelihatan di bawah mikroskop cahaya.

Perbincangan

1. Kenal pasti perbezaan antara struktur daun monokot dan daun eudikot.
2. Antara daun monokot dan daun eudikot, yang manakah mempunyai ruang udara yang lebih besar?

Praktis Formatif 2.1

1. Nyatakan **dua** struktur luar daun.
2. Apakah kepentingan kutikel pada daun?
3. Nyatakan **lima** struktur dalaman daun.
4. Nyatakan fungsi xilem dan floem.



5. Lapisan kutikel pada epidermis atas bersifat lut sinar. Wajarkan.
6. Bandingkan antara lapisan mesofil palisad dengan mesofil berspan.

2.2 Organ Utama Pertukaran Gas

Keperluan Pertukaran Gas dalam Tumbuhan



Gambar foto 2.4
Pokok kaktus

Eksplorasi Bio

Pokok kaktus (Gambar foto 2.4) di habitat gurun membuka stoma hanya pada waktu malam untuk menyerap gas karbon dioksida. Suhu pada waktu malam yang lebih sejuk dapat mengurangkan kehilangan air.

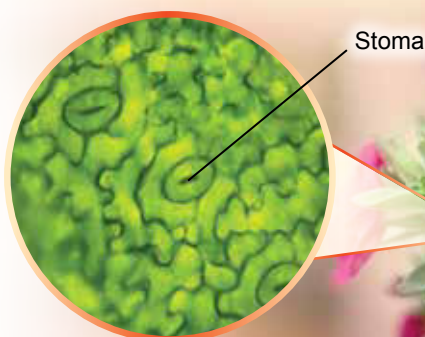
TMK

Penyediaan
slaid mikroskop
sel pengawal
<https://bit.ly/3mrEBPP>

Aktiviti

Tidak seperti haiwan yang mencari makanan, tumbuhan mensintesis makanan sendiri melalui fotosintesis. Bagi menjalankan fotosintesis dengan efisien, tumbuhan perlu menukarkan gas dan menyerap cahaya. Pertukaran gas oksigen dan gas karbon dioksida antara tumbuhan dan persekitaran berlaku melalui liang stoma.

Stoma merupakan liang stoma yang terdapat di permukaan epidermis bawah daun (Gambar foto 2.5). Setiap liang stoma diapit oleh sepasang sel pengawal yang mengawal atur pembukaan dan penutupan stoma dengan menukarkan bentuknya. Sel pengawal juga mengandungi kloroplas untuk menjalankan fotosintesis.



Gambar foto 2.5 Mikrograf stoma pada permukaan epidermis bawah daun

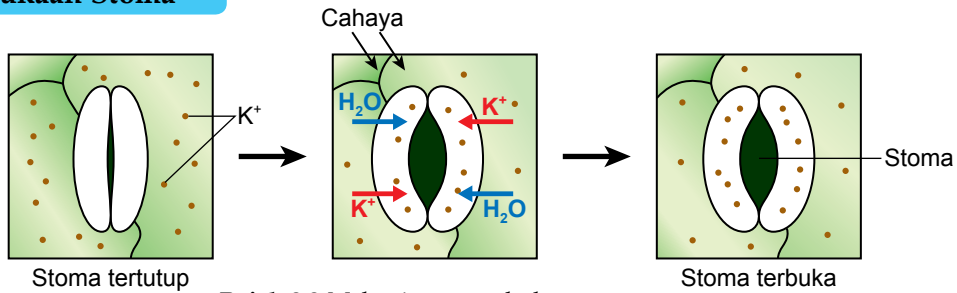
Mekanisme Pembukaan dan Penutupan Stoma

Mekanisme pembukaan dan penutupan stoma bergantung pada keadaan sel pengawal sama ada segar atau flasid. Keadaan sel pengawal ini dipengaruhi oleh **pengambilan ion kalium (K^+)** oleh sel pengawal atau **kepekatan sukrosa** di dalam sap sel pengawal (Jadual 2.2).

Jadual 2.2 Mekanisme pembukaan dan penutupan stoma

Pengambilan ion kalium oleh sel pengawal	Kepekatan sukrosa di dalam sap sel pengawal
- Pengumpulan atau penyingkiran ion kalium (K^+) di dalam sel pengawal akan mengubah keupayaan larutan. - Hal ni akan meningkatkan atau menurunkan keupayaan air di dalam sel-sel pengawal. - Air akan meresap ke luar atau ke dalam sel-sel pengawal secara osmosis. Keadaan ini menentukan sama ada sel-sel pengawal menjadi segar atau flasid.	- Pada waktu siang atau dengan kehadiran cahaya, fotosintesis berlaku dan menghasilkan gula yang larut (sukrosa). - Pada waktu malam atau semasa ketiadaan cahaya pula, gula yang terdapat dalam sel pengawal ditukarkan kepada kanji.

Pembukaan Stoma



Rajah 2.2 Mekanisme pembukaan stoma

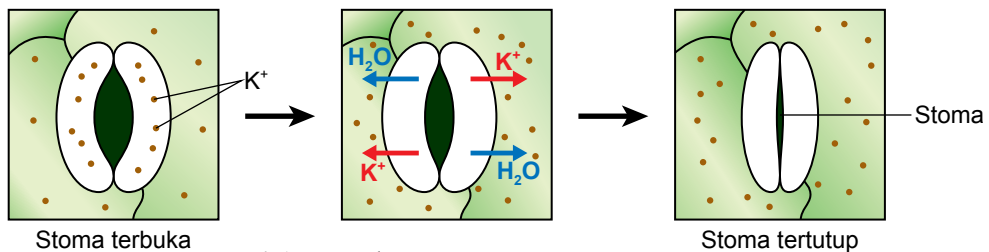
Pengambilan ion kalium oleh sel pengawal

- Ion kalium bergerak ke dalam sel pengawal.
- Keupayaan larutan di dalam sel pengawal meningkat.
- Keupayaan air di dalam sel pengawal menurun.
- Molekul air dari sel-sel epidermis meresap masuk ke dalam sel pengawal secara osmosis.
- Sel pengawal menjadi segah dan melengkung ke luar.
- Stoma akan terbuka (Rajah 2.2).

Kepekatan sukrosa di dalam sap sel pengawal

- Dengan kehadiran cahaya, fotosintesis berlaku.
- Kepekatan sukrosa di dalam sel pengawal menjadi tinggi.
- Keupayaan air di dalam sel pengawal menurun.
- Molekul air dari sel-sel epidermis meresap masuk ke dalam sel pengawal secara osmosis.
- Sel pengawal menjadi segah dan melengkung ke luar.
- Stoma akan terbuka (Rajah 2.2).

Penutupan Stoma



Rajah 2.3 Mekanisme penutupan stoma

Pengambilan ion kalium oleh sel pengawal

- Ion kalium bergerak keluar dari sel pengawal.
- Keupayaan larutan di dalam sel pengawal menurun.
- Keupayaan air di dalam sel pengawal meningkat.
- Molekul air meresap keluar dari sel pengawal ke sel-sel epidermis secara osmosis.
- Sel pengawal menjadi flacid.
- Stoma akan tertutup (Rajah 2.3).

Kepekatan sukrosa di dalam sap sel pengawal

- Tanpa kehadiran cahaya, fotosintesis tidak berlaku.
- Kepekatan sukrosa di dalam sel pengawal menjadi rendah.
- Keupayaan air di dalam sel pengawal meningkat
- Molekul air meresap keluar dari sel pengawal ke sel-sel epidermis secara osmosis.
- Sel pengawal menjadi flacid.
- Stoma akan tertutup (Rajah 2.3).

Aktiviti 2.2



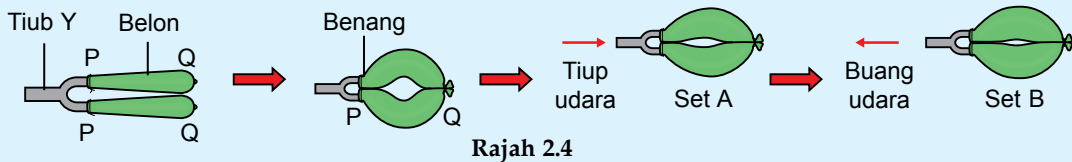
Tujuan

Mereka bentuk model untuk menghubungkan mekanisme pembukaan dan penutupan stoma dengan pengambilan ion kalium dan perubahan kepekatan sukrosa

Bahan: Belon, benang

Radas: Tiub Y

Prosedur



Rajah 2.4

1. Masukkan kedua-dua belon ke hujung tiub Y. Ikat bahagian P kedua-dua belon dengan kemas menggunakan benang (Rajah 2.4).
2. Simpulkan bahagian Q kedua-dua belon dengan benang secara longgar.
3. Tiup melalui hujung tiub Y perlahan-lahan sehingga terdapat ruang di antara belon (Set A).
4. Ulangi langkah 1 hingga 3 untuk mendapatkan satu set radas lagi (Set B).
5. Lepaskan sebahagian udara dari belon Set B sehingga kedua-dua belon menjadi lurus.

Perbincangan

1. Namakan struktur tumbuhan yang diwakili oleh kedua-dua belon dan ruang di antaranya.
2. Apakah yang mewakili ion kalium?
3. Nyatakan kesan penambahan udara terhadap ruang di antara belon dalam Set A.
4. Nyatakan kesan membuang sebahagian udara dari belon dalam Set B.

2.1

Taburan Stoma pada Epidermis Atas dan Epidermis Bawah Daun Monokot dan Daun Eudikot

EKSPERIMEN

Pernyataan Masalah

Adakah taburan stoma pada epidermis atas dan epidermis bawah daun monokot serta daun eudikot adalah sama?

Tujuan

Mengeksperimen untuk membandingkan taburan stoma pada epidermis atas dan epidermis bawah daun monokot dan daun eudikot

Hipotesis

Taburan stoma pada epidermis bawah daun monokot dan daun eudikot adalah lebih padat berbanding taburan stoma pada epidermis atas.

Pemboleh ubah

Pemboleh ubah dimanipulasikan: Bahagian epidermis daun dan jenis daun tumbuhan

Pemboleh ubah bergerak balas: Bilangan stoma

Pemboleh ubah dimalarkan: Daun tumbuhan

Bahan

Daun pokok keembung, daun pokok bakung

Radas

Pengilat kuku tidak berwarna, kanta pembesar, forseps, slaid kaca, penutup kaca, mikroskop cahaya

Prosedur

1. Sapu sedikit pengilat kuku tidak berwarna pada epidermis atas daun pokok keembung.
2. Biarkan pengilat itu kering. Kupas lapisan pengilat itu daripada permukaan daun dengan berhati-hati.
3. Titiskan sedikit air pada slaid kaca dan letakkan lapisan pengilat yang telah dikupas ke atas titisan air tersebut. Tutup dengan penutup kaca. Perhatikan kehadiran stoma dan hitungkan bilangannya menggunakan mikroskop cahaya dengan kanta objek kuasa rendah.
4. Ulangi langkah 1 hingga 3 bagi epidermis bawah daun pokok keembung.
5. Ulangi langkah 1 hingga 4 dengan menggantikan daun pokok keembung dengan daun pokok bakung.

Keputusan

Jenis daun	Bahagian epidermis daun	Bilangan stoma
Daun pokok keembung	Epidermis atas	
	Epidermis bawah	
Daun pokok bakung	Epidermis atas	
	Epidermis bawah	

Perbincangan

1. Epidermis manakah mempunyai lebih banyak stoma? Terangkan peranan ciri ini yang membolehkan pokok keembung menjalankan fotosintesis pada kadar optimum.
2. Bandingkan bentuk sel pengawal pada daun pokok keembung (eudikot) dan daun pokok bakung (monokot).

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Bijak Fikir

Apakah perbezaan antara kutikel daun tumbuhan di gurun dan daun tumbuhan akuatik?

TMK

Mereka bentuk neraca mikro
<https://bit.ly/3hOt60Y>

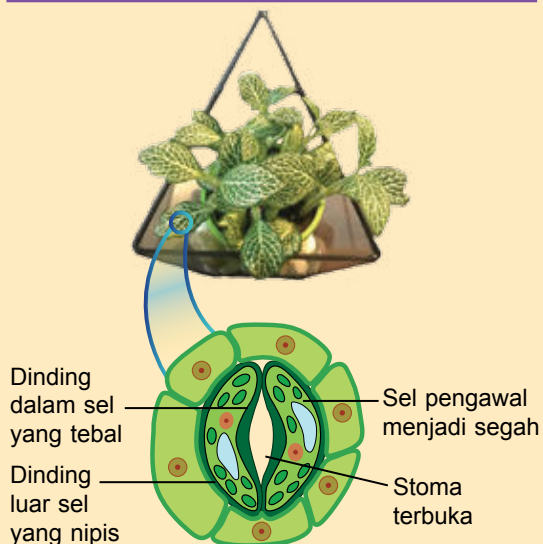
Aktiviti

Gambar foto 2.6 Pokok teratai

Kesan Kekurangan Air dalam Tumbuhan Terhadap Pembukaan dan Penutupan Stoma

Air daripada tumbuhan hilang dalam bentuk wap air ke persekitaran melalui liang stoma. Apabila bukaan stoma besar, kadar kehilangan air daripada tumbuhan adalah tinggi. Pembukaan dan penutupan stoma bergantung kepada tekanan segah sel pengawal.

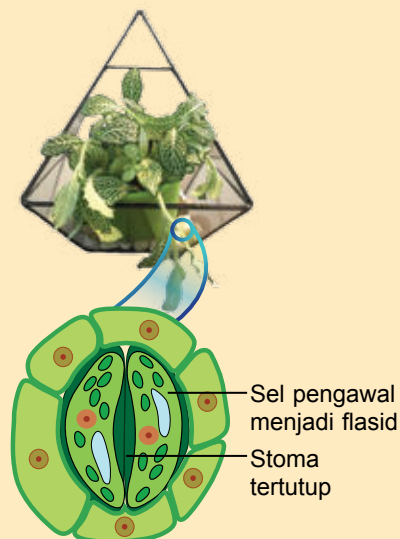
Tumbuhan segar



Rajah 2.5 Pembukaan stoma

- Apabila tumbuhan mendapat air yang mencukupi, sel pengawal menjadi segah.
- Sel pengawal mempunyai dinding dalam sel yang tebal dan kurang elastik berbanding dinding luar sel.
- Sifat dinding luar sel yang nipis dan lebih elastik menyebabkan sel pengawal melengkung ke luar dan stoma terbuka (Rajah 2.5).

Tumbuhan layu



Rajah 2.6 Penutupan stoma

- Apabila tumbuhan kekurangan air, sel pengawal menjadi flacid.
- Sifat dinding sel luar yang nipis dan lebih elastik menyebabkan sel pengawal hilang kesegahan dan stoma tertutup (Rajah 2.6).

Praktis Formatif 2.2

1. Nyatakan perbezaan antara pertukaran gas dalam tumbuhan semasa respirasi dengan semasa fotosintesis.
2. Bagaimanakah kesan kelembapan persekitaran mempengaruhi saiz pembukaan stoma?



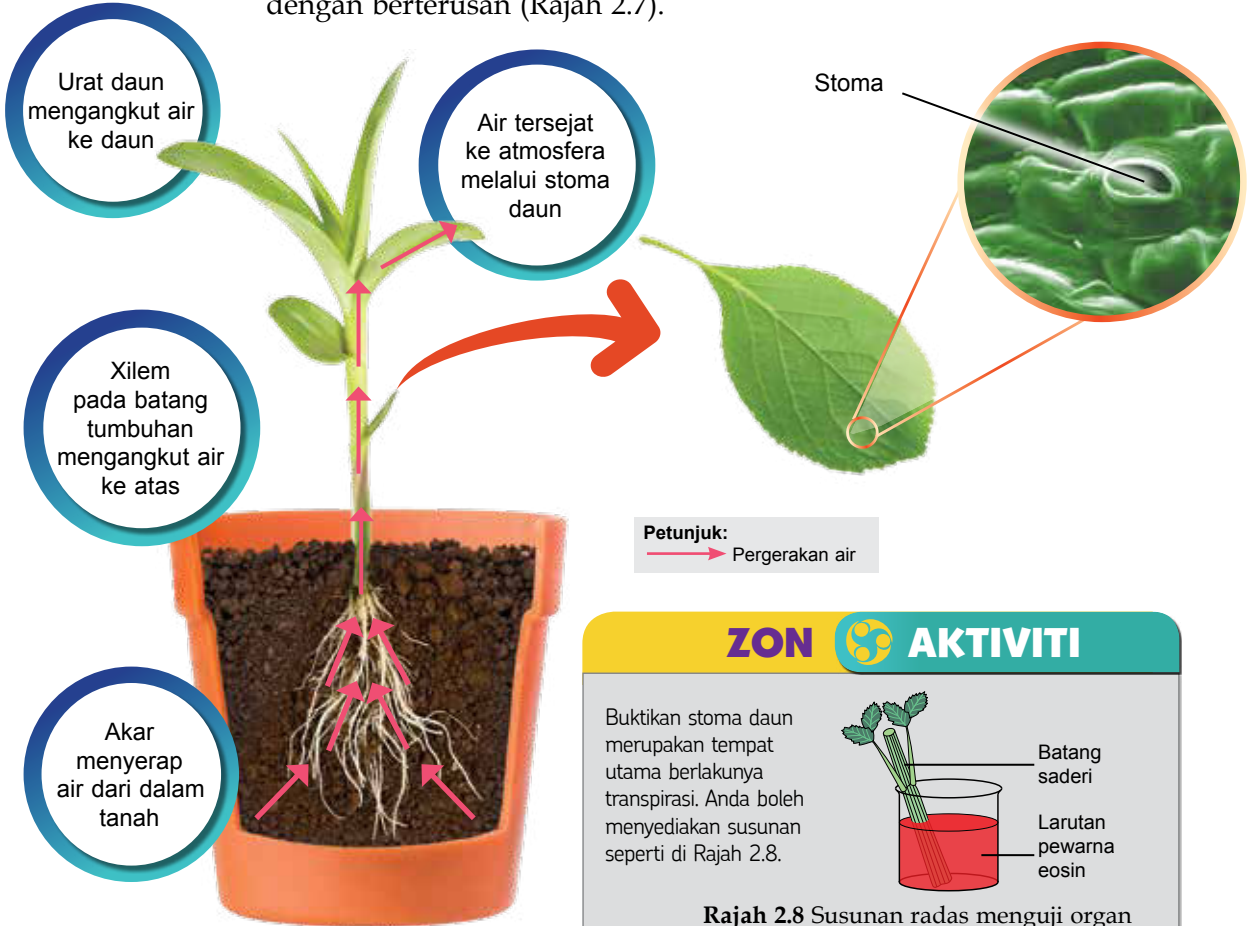
3. Taburan stoma lebih padat di permukaan bawah daun berbanding permukaan atas. Wajarkan.
4. Apakah kepentingan penutupan stoma semasa tumbuhan kekurangan air?

2.3

Organ Utama Transpirasi

Keperluan Transpirasi dalam Tumbuhan

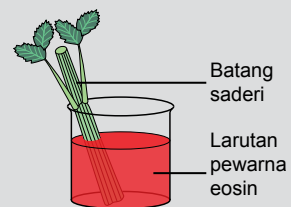
Transpirasi ialah proses kehilangan air dalam bentuk wap air secara sejatan daripada tumbuhan ke atmosfera. Walaupun transpirasi berlaku melalui organ batang dan bunga, namun 90% daripada air tersebut keluar melalui liang stoma yang terdapat pada daun. Air akan meresap masuk ke sistem akar secara osmosis dengan berterusan (Rajah 2.7).



Rajah 2.7 Laluan pergerakan air dalam tumbuhan

ZON AKTIVITI

Buktikan stoma daun merupakan tempat utama berlakunya transpirasi. Anda boleh menyediakan susunan seperti di Rajah 2.8.



Rajah 2.8 Susunan radas menguji organ utama transpirasi

Mengapakah transpirasi diperlukan dalam tumbuhan?

- Akar tumbuhan menyerap air dan garam mineral dari tanah.
- Air menyerap tenaga haba dari daun dan tersejat menjadi wap air untuk memberi kesan penyejukan kepada tumbuhan.
- Transpirasi menghasilkan daya tarikan yang menggerakkan air dan garam mineral secara berterusan di dalam salur xilem dari akar ke semua sel tumbuhan.

Faktor Persekitaran yang Mempengaruhi Kadar Transpirasi

Transpirasi dipengaruhi oleh beberapa faktor persekitaran (Rajah 2.9 - Rajah 2.12).



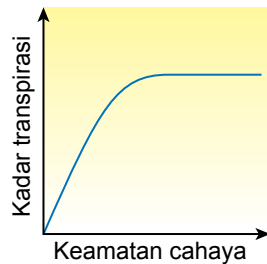
Adakah kadar transpirasi tumbuhan di gurun berbeza dengan tumbuhan di hutan hujan tropika?



Adakah persekitaran yang tercemar mempengaruhi kadar transpirasi?

Keamatan cahaya

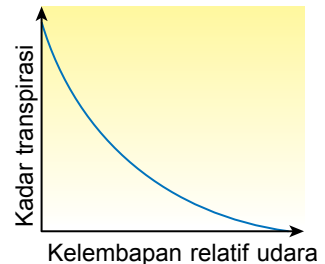
Semakin tinggi keamatan cahaya, semakin tinggi kadar transpirasi. Sekiranya keamatan cahaya bertambah, kadar transpirasi akan meningkat hingga menjadi malar. Kadar transpirasi menjadi malar kerana kelembapan relatif udara, suhu dan pergerakan udara menjadi faktor pengehad.



Rajah 2.9

Kelembapan relatif udara

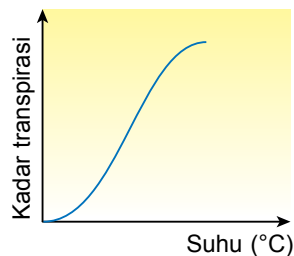
Semakin rendah kelembapan relatif udara di sekeliling, semakin cepat wap air tersejat daripada stoma. Oleh itu, semakin tinggi kadar transpirasi.



Rajah 2.10

Suhu

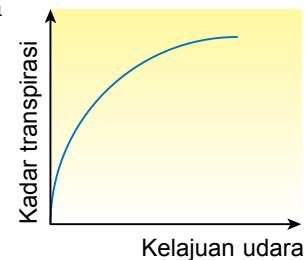
Peningkatan suhu meningkatkan tenaga kinetik molekul air dan menambahkan kadar transpirasi.



Rajah 2.11

Pergerakan udara

Pergerakan udara menyingkirkan molekul air yang tersejat keluar daripada daun. Maka, semakin laju pergerakan udara, semakin tinggi kadar transpirasi.



Rajah 2.12

Pernyataan Masalah

Apakah kesan faktor persekitaran terhadap kadar transpirasi?

Tujuan

Mengkaji kesan faktor persekitaran terhadap kadar transpirasi dengan menggunakan potometer

Hipotesis

- Kadar transpirasi lebih tinggi dengan kehadiran angin.
- Kadar transpirasi lebih tinggi pada keamatan cahaya yang tinggi.
- Kadar transpirasi lebih tinggi pada suhu yang tinggi.
- Kadar transpirasi lebih tinggi pada kelembapan relatif udara yang rendah.

Pemboleh ubah

Pemboleh ubah dimanipulasikan: Faktor-faktor persekitaran

Pemboleh ubah bergerak balas: Kadar transpirasi

Pemboleh ubah dimalarkan: Jenis tumbuhan

Bahan

Ranting berdaun, air, jeli petroleum, beg plastik, kertas tisu

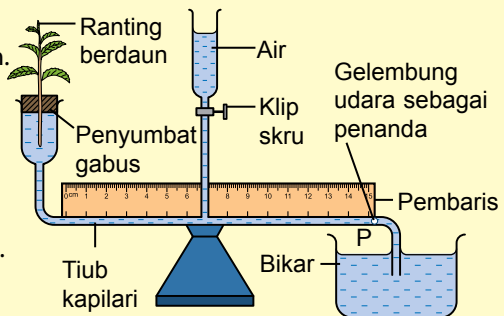
Radas

Gabus, bikar, jam randik, pembaris, kipas meja elektrik, mentol 100 W, potometer (tiub kapilari, klip skru)

Prosedur

Potometer ialah alat yang digunakan untuk mengukur pengambilan air oleh pucuk berdaun.

- Sediakan potometer dan pastikan semua sambungan disapu dengan jeli petroleum agar kedap udara.
- Potong ranting tumbuhan yang berdaun di dalam air. Pastikan saiz batangnya dengan gabus penutup potometer sepadan.
- Letakkan ranting berdaun pada potometer dan sapukan jeli petroleum agar kedap udara (Rajah 2.13).
- Lap semua daun sehingga kering menggunakan kertas tisu.
- Isikan air ke dalam potometer sehingga penuh.
- Perangkapkan gelembung udara kecil pada pangkal potometer untuk digunakan sebagai penanda.
- Tandakan kedudukan awal gelembung udara dalam potometer sebagai P.
- Dedahkan potometer di dalam bilik tanpa kipas berpusing dan diikuti dengan mendedahtkannya di hadapan kipas meja dengan kelajuan 2.
- Selepas 10 minit, ukur jarak gelembung udara dalam potometer dengan menggunakan pembaris atau skala yang ada pada tiub kapilari potometer.
- Ulangi langkah 1 hingga 9 dengan mendedahkan set potometer di bawah persekitaran yang berikut:
 - Keamatan cahaya yang tinggi dan rendah
(Di dalam bilik gelap dan di bawah mentol 100 W)
 - Suhu yang tinggi dan rendah
(Di dalam bilik dengan penyaman udara dan di dalam bilik tanpa penyaman udara)



Rajah 2.13 Susunan radas potometer

- (c) Kelembapan relatif udara yang tinggi dan rendah
(Pokok ditutup dengan beg plastik lembap dan pokok yang tidak ditutup)

11. Kira kadar transpirasi menggunakan formula berikut:

$$\frac{\text{Jarak pergerakan gelembung udara (cm)}}{\text{Masa (min)}}$$

Keputusan

Faktor persekitaran		Jarak pergerakan gelembung udara dalam masa 10 minit (cm)	Kadar transpirasi (cm/min)
(a) Pergerakan udara	Laju		
	Perlahan		
(b) Keamatan cahaya	Tinggi		
	Rendah		
(c) Suhu	Tinggi		
	Rendah		
(d) Kelembaan relatif udara	Tinggi		
	Rendah		

Perbincangan

1. Mengapakah ranting tumbuhan perlu dipotong di dalam air?
2. Apakah yang ditunjukkan oleh jarak pergerakan gelembung udara di dalam tiub kapilari potometer?
3. Apakah kesan pergerakan udara, keamatan cahaya, suhu dan kelembapan relatif udara terhadap jarak pergerakan gelembung udara di dalam tiub kapilari?
4. Nyatakan definisi secara operasi bagi transpirasi.

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Praktis Formatif 2.3

1. Apakah maksud transpirasi? Nyatakan kaitan antara transpirasi dengan stoma.
2. Selain suhu yang tinggi dan pergerakan udara yang laju, keamatan cahaya juga turut mempengaruhi transpirasi. Jelaskan.



3. Pokok X telah ditenggelami banjir selama dua hari. Apabila air surut, daun pokok X telah dipenuhi dengan lumpur. Bagaimanakah keadaan ini memberi kesan terhadap proses transpirasi? Jelaskan.

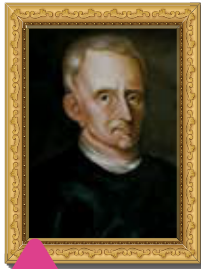
2.4

Organ Utama Fotosintesis

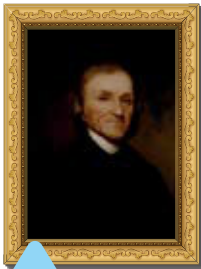
Keperluan Fotosintesis dalam Tumbuhan

Tumbuhan ialah organisma autotrof yang menghasilkan makanan sendiri melalui fotosintesis. Hasil fotosintesis, iaitu glukosa digunakan oleh organisma lain untuk menjana tenaga melalui pengoksidaan makanan. Tenaga diperlukan untuk melakukan proses hidup seperti pertumbuhan dan pembiakan.

Sejarah Ringkas Penemuan Fotosintesis



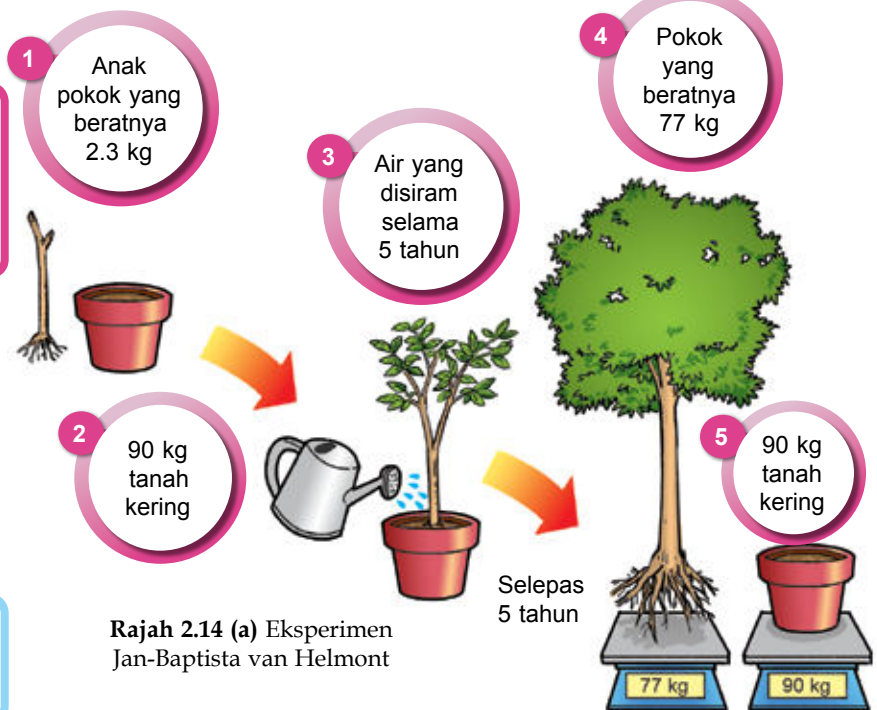
Kesimpulan Helmont:
Pokok membesar dengan hanya menggunakan air yang disiram dan bukannya air daripada tanah.



Kesimpulan Priestly:
Tumbuhan membebaskan oksigen.

Pada tahun 1640-an, Jan-Baptista van Helmont telah menjalankan satu eksperimen untuk menguji idea bahawa tumbuhan mendapat makanan daripada tanah.

Pada tahun 1772 pula, eksperimen Joseph Priestly telah menunjukkan bahawa tumbuhan membebaskan oksigen ke atmosfera.



Seekor tikus diletakkan di dalam balang kaca yang diterbalikkan. Tikus tersebut mati.



Apabila tumbuhan diletakkan di dalam balang bersama-sama seekor tikus, tikus tersebut dapat terus hidup.



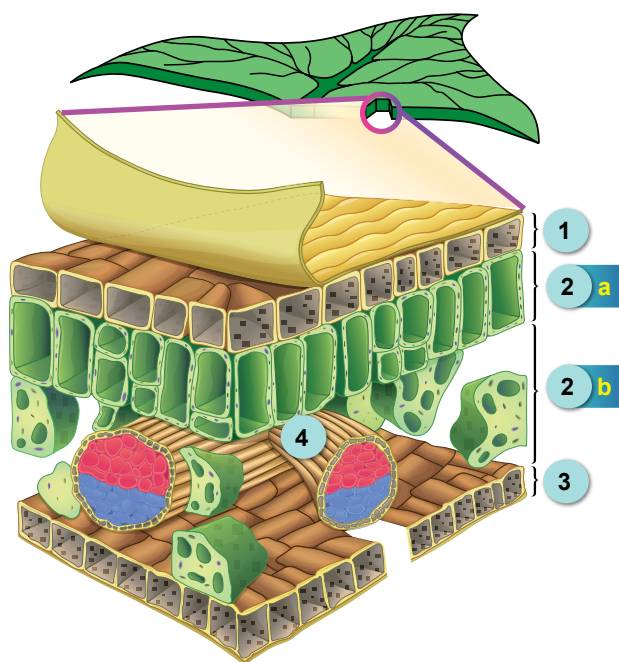
Rajah 2.14 (b) Eksperimen Joseph Priestly

Penyesuaian Struktur Dalam Daun dengan Fotosintesis

Fotosintesis memerlukan pigmen klorofil untuk menyerap tenaga cahaya daripada matahari, gas karbon dioksida daripada atmosfera dan air daripada tanah. Gas oksigen pula dibebaskan sebagai hasil sampingan. Selain daun yang merupakan organ fotosintesis utama tumbuhan, batang muda dan bahagian lain tumbuhan yang berwarna hijau juga dapat menjalankan fotosintesis (Rajah 2.15).

ANALISIS ISTILAH

Fotosintesis berasal daripada perkataan Yunani,
•Foto = cahaya
•Sintesis = menyusun bersama-sama atau mengilang



1 3 EPIDERMIS ATAS DAN EPIDERMIS BAWAH

- **Kutikel berlilin** yang lut sinar pada epidermis atas dan epidermis bawah membenarkan cahaya matahari menembusi epidermis atas dan epidermis bawah ke mesofil palisad.
- Kehadiran **stoma** di epidermis bawah:
 - Apabila terdapat cahaya, stoma akan terbuka dan membenarkan pertukaran gas berlaku

2 a MESOFIL PALISAD

- Padat dengan **kloroplas**:
 - Menyerap cahaya matahari dengan kadar yang maksimum
- Kloroplas mengandungi klorofil
 - **Klorofil** menyerap **tenaga cahaya** untuk fotosintesis

2 b MESOFIL BERSPAN

- Mengandungi kurang kloroplas berbanding mesofil palisad
- Mempunyai banyak ruang udara:
 - Membenarkan pertukaran gas berlaku dengan cekap semasa fotosintesis

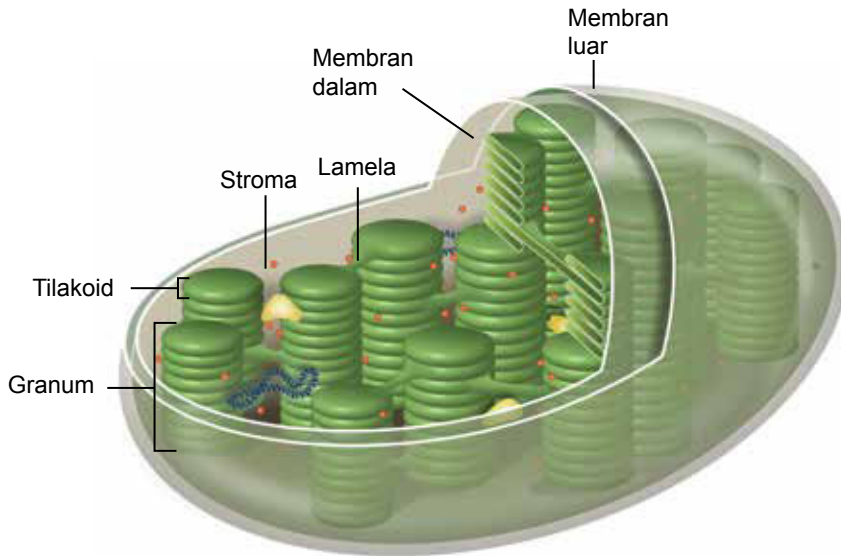
4 BERKAS VASKULAR

- **Xilem** – mengangkut air dan garam mineral yang diserap oleh akar ke daun
- **Floem** – mengangkut sukrosa yang dihasilkan melalui fotosintesis dari daun ke seluruh tumbuhan

Rajah 2.15 Hubung kait penyesuaian struktur dalaman daun dengan fotosintesis

Struktur Kloroplas

Semasa di Tingkatan Empat, anda telah diperkenalkan dengan komponen kloroplas di dalam sel tumbuhan yang berfungsi sebagai tapak fotosintesis. Kloroplas mengandungi klorofil untuk menyerap cahaya matahari dan menukarkannya kepada tenaga kimia semasa fotosintesis. Kloroplas terdiri daripada **tilakoid**, **granum**, **stroma** dan **lamela** (Rajah 2.16).



Rajah 2.16 Struktur kloroplas

TILAKOID

- Kantung berbentuk cakera yang mengandungi klorofil.
- Di membran tilakoid, terdapat pigmen fotosintesis yang memerangkap tenaga cahaya matahari.
- Tindak balas bersandarkan cahaya akan berlaku di dalam tilakoid.

GRANUM

- Timbunan cakera tilakoid yang tersusun membentuk lapisan.
- Susunan ini meningkatkan luas permukaan untuk fotosintesis secara optimum.

STROMA

- Bendalir tidak berwarna yang mengelilingi **granum** di dalam kloroplas.
- Tapak tindak balas tidak bersandarkan cahaya yang menghasilkan glukosa.

Pada musim luruh, warna hijau pada daun akan berubah kepada kuning, jingga, merah atau coklat. Dapatkah anda terangkan mengapa?(Gambar foto 2.7).

Gambar foto 2.7
Pertukaran warna daun

ANALISIS ISTILAH

Klorofil berasal daripada perkataan Yunani,

- **Chloros** = hijau
- **Phyllos** = daun

Berapakah jenis pigmen fotosintesis dalam daun yang terlibat untuk menghasilkan warna hijau sesuatu tumbuhan? Tahukah anda **kaedah kromatografi** dapat digunakan untuk memisahkan pigmen-pigmen fotosintesis dalam daun? Kaedah kromatografi merupakan suatu teknik memisahkan komponen-komponen sesuatu campuran berdasarkan perbezaan keterlarutan komponen-komponen suatu campuran itu di dalam pelarut yang tertentu.

ANALISIS ISTILAH

Kromatogram:

Kromatografi kertas bersama-sama keputusan ujian (komponen-komponen yang telah dipisahkan).

Aktiviti 2.3

Tujuan

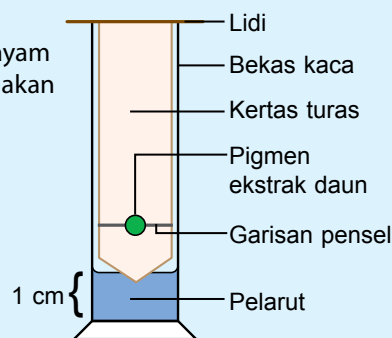
Menjalankan penyiasatan untuk mengasingkan pigmen-pigmen fotosintesis di dalam daun dengan menggunakan kromatografi kertas

Bahan: Daun pokok ati-ati/ daun pandan/ daun bayam merah, pasir halus, aseton 80%, pelarut (satu bahagian aseton dan sembilan bahagian eter petroleum), lidi, kertas turas, pensel

Radas: Bekas kaca, pembaris, lesung dan alu

Prosedur

1. Tumbuk dua helai daun pokok ati-ati/ daun pandan/ daun bayam merah bersama-sama aseton 80% dan sedikit pasir menggunakan lesung serta alu sehingga ekstrak daun menjadi agak pekat.
2. Sediakan sekeping kertas turas berukuran 3 cm x 15 cm.
3. Buat satu garis dengan jarak 1.5 cm dari hujung kertas turas secara mendatar menggunakan pensel.
4. Pindahkan titisan ekstrak daun ke tengah garisan pensel dan keringkan.
5. Ulangi langkah 4 sebanyak sepuluh kali untuk mendapatkan titik ekstrak yang pekat pada kertas turas.
6. Celupkan hujung kertas turas ke dalam bekas kaca yang mengandungi pelarut pada ketinggian 1 cm (Rajah 2.17).
7. Biarkan kertas turas kering seketika dan perhatikan perubahan.
8. Tandakan kedudukan setiap pigmen yang kelihatan pada kromatogram.



Rajah 2.17 Susunan radas kaedah kromatografi kertas



AWAS

Pastikan pelarut tidak terkena pada titik ekstrak daun.

Perbincangan

1. Apakah fungsi pelarut dalam aktiviti ini?
2. Mengapakah pasir halus digunakan untuk menyediakan ekstrak daun?
3. Bagaimanakah pigmen-pigmen fotosintesis di dalam daun dapat diasingkan menggunakan kaedah kromatografi?

Eksplorasi Bio



Jadual 2.3 Nilai R_f dan warna pigmen tumbuhan

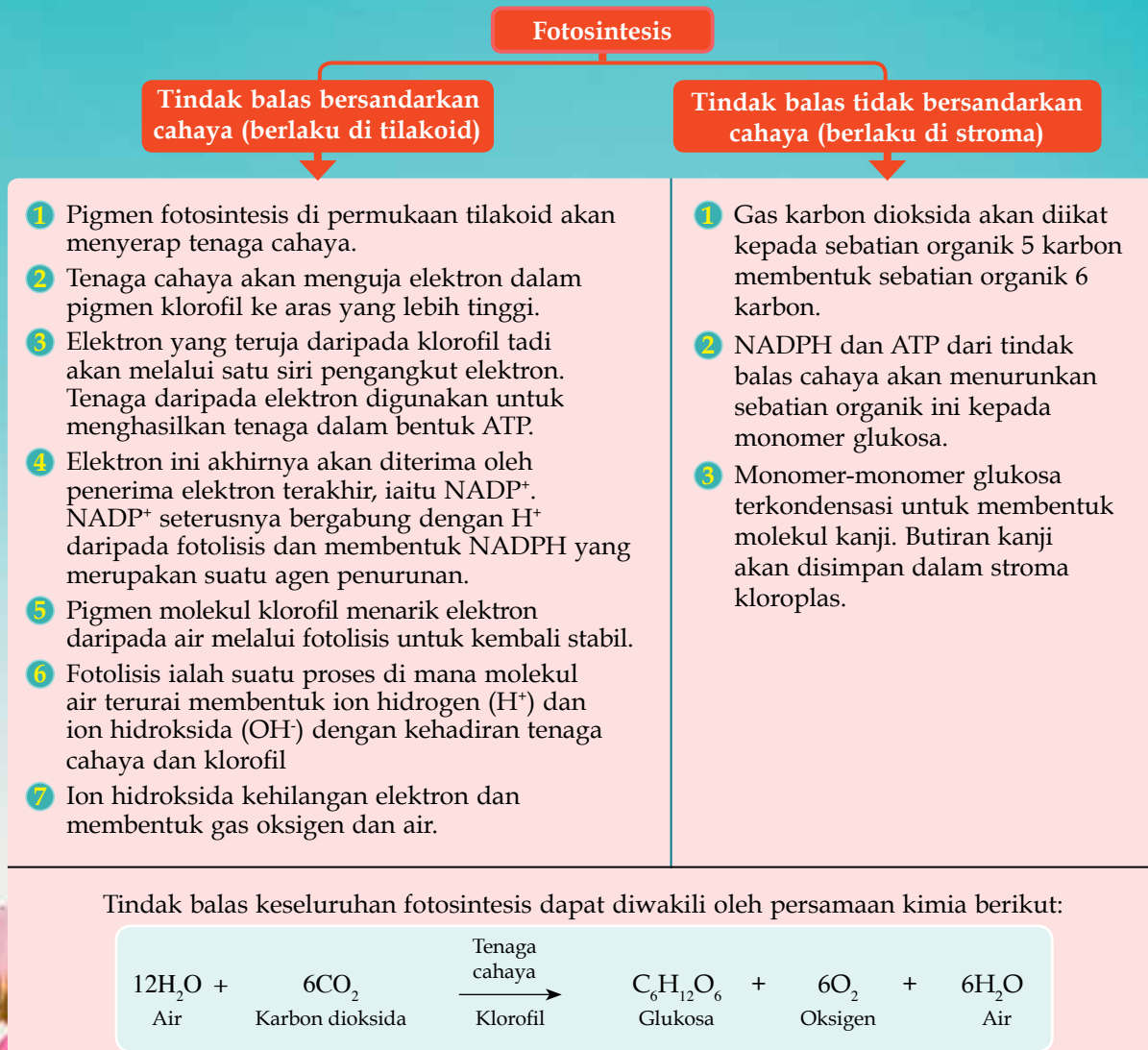
Pigmen tumbuhan dapat ditentukan dengan mengira nilai R_f . Jadual 2.3 menunjukkan contoh pigmen tumbuhan, nilai R_f dan warnanya.

$$R_f = \frac{\text{Jarak yang dilalui oleh pigmen}}{\text{Jarak yang dilalui oleh pelarut}}$$

Pigmen tumbuhan	Nilai R_f	Warna
Klorofil a	0.60	Biru/ kehijauan
Klorofil b	0.50	Hijau
Karotenoid	0.95	Oren
Xantofil	0.35	Kuning
Feofitin	0.70	Kelabu

Tindak Balas Bersandarkan Cahaya dan Tindak Balas Tidak Bersandarkan Cahaya

Terdapat dua peringkat utama dalam fotosintesis, iaitu **tindak balas bersandarkan cahaya** dan **tindak balas tidak bersandarkan cahaya** (Rajah 2.18).



Rajah 2.18 Tindak balas bersandarkan cahaya dengan tindak balas tidak bersandarkan cahaya

Eksplorasi Bio

Nikotinamida adenina dinukleotida fosfat (NADP^+) ialah koenzim di dalam sel yang digunakan sebagai pembawa hidrogen. Dalam proses fotosintesis, NADP^+ ialah agen pengoksidaan yang menerima ion hidrogen semasa tindak balas bersandarkan cahaya manakala NADPH sebagai agen penurunan dalam tindak balas tidak bersandarkan cahaya.

Persamaan dan Perbezaan antara Tindak Balas Bersandarkan Cahaya dengan Tindak Balas Tidak Bersandarkan Cahaya



Rajah 2.19 Perbandingan antara tindak balas bersandarkan cahaya dengan tindak balas tidak bersandarkan cahaya

ZON AKTIVITI

- Lakarkan satu reka bentuk rumah hijau yang dapat digunakan di dalam bangunan.
- Bincangkan:
 - Ciri-ciri rumah hijau yang dapat membantu pertumbuhan tumbuhan.
 - Selain keamatan cahaya, apakah faktor lain yang mempengaruhi kadar fotosintesis?

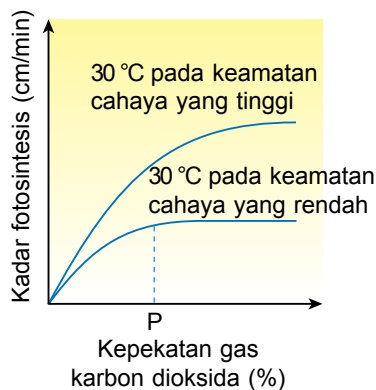
Gambar foto 2.8 Rumah hijau

Faktor-faktor Persekitaran yang Mempengaruhi Kadar Fotosintesis

Kepekatan Gas Karbon Dioksida

Peningkatan kepekatan gas karbon dioksida meningkatkan kadar fotosintesis selagi tiada **faktor pengehad** lain seperti suhu persekitaran dan keamatan cahaya (Rajah 2.20).

Pada titik P, kadar fotosintesis menjadi malar. Apabila kepekatan karbon dioksida meningkat selepas titik P, kadar fotosintesis tidak berubah. Hal ini disebabkan keamatan cahaya menjadi faktor pengehad.



Rajah 2.20 Hubungan antara kadar fotosintesis dengan kepekatan gas karbon dioksida

Eksplorasi Bio

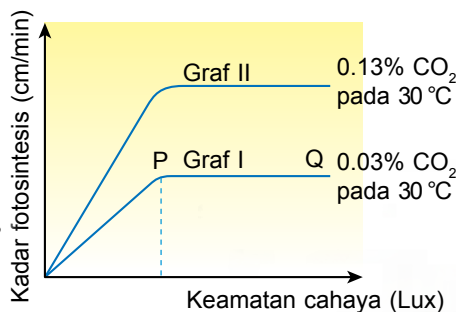
Faktor pengehad ialah faktor yang mengawal kadar sesuatu proses biokimia dan berubah mengikut pemboleh ubah yang lain. Peningkatan faktor pengehad akan meningkatkan kadar sesuatu proses biokimia jika faktor lain dimalarkan.

Keamatan Cahaya

Cahaya diperlukan untuk tindak balas bersandarkan cahaya. Jika kepekatan gas karbon dioksida dan suhu adalah malar, kadar fotosintesis akan meningkat sehingga mencapai takat maksimum pada waktu tengah hari.

Rajah 2.21 (Graf I) menunjukkan bahawa kadar fotosintesis meningkat dengan peningkatan keamatan cahaya sehingga takat ketepuan cahaya di P. Selepas takat P, peningkatan keamatan cahaya (dari P ke Q), tidak lagi meningkatkan kadar fotosintesis kerana dihadkan oleh faktor-faktor lain seperti suhu atau kepekatan karbon dioksida.

Rajah 2.21 (Graf II) menunjukkan apabila kepekatan karbon dioksida dalam persekitaran dinaikkan kepada 0.13%, kadar fotosintesis bertambah.



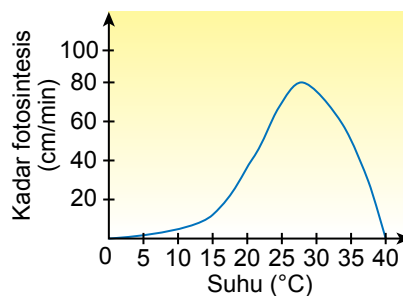
Rajah 2.21 Hubungan antara kadar fotosintesis dengan keamatan cahaya



Gambar foto 2.9 Tindak balas bersandarkan cahaya

Suhu

Tindak balas dalam fotosintesis dimungkinkan oleh enzim. Oleh yang demikian, perubahan suhu persekitaran akan mempengaruhi aktiviti enzim dan turut mempengaruhi kadar fotosintesis. Suhu optimum berbeza-beza bagi tumbuhan yang berlainan spesies tetapi secara umumnya, suhu optimum adalah di antara 25 °C hingga 30 °C. Suhu yang terlalu tinggi akan menyahasakan enzim dan proses fotosintesis akan terhenti (Rajah 2.22).



Rajah 2.22 Hubungan antara kadar fotosintesis dengan suhu

2.3

Kesan Faktor Persekitaran terhadap Kadar Fotosintesis

EKSPERIMEN

Pernyataan masalah

Apakah kesan keamatan cahaya, suhu dan kepekatan karbon dioksida terhadap kadar fotosintesis?

A Keamatan Cahaya

Tujuan

Mengkaji kesan keamatan cahaya terhadap kadar fotosintesis

Hipotesis

Semakin tinggi keamatan cahaya, semakin tinggi kadar fotosintesis.

Pemboleh ubah

Pemboleh ubah dimanipulasikan: Jarak di antara sumber cahaya dengan *Hydrilla* sp.

Pemboleh ubah bergerak balas: Bilangan gelembung udara yang dibebaskan dalam masa 5 minit

Pemboleh ubah dimalarkan: Jenis dan saiz *Hydrilla* sp., kepekatan natrium hidrogen karbonat, voltan mentol

Bahan

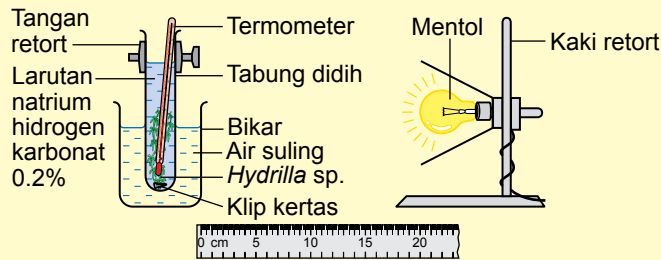
Hydrilla sp., 50 ml air suling, larutan natrium hidrogen karbonat 0.2%

Radas

Gunting, mentol 60 W, pembaris meter, jam randik, klip kertas, tabung didih, silinder penyukat, kaki retort dengan pemegang, termometer, bikar

Prosedur

1. Lekatkan klip kertas pada bahagian bawah batang *Hydrilla* sp. dan letakkannya ke dalam tabung didih berisi larutan natrium hidrogen karbonat 0.2% (Rajah 2.23).
2. Apitkan tabung didih dalam keadaan menegak pada pemegang kaki retort.
3. Nyalakan mentol 60 W dengan jarak 20 cm dari *Hydrilla* sp.
4. Kira dan rekodkan bilangan gelembung udara yang dibebaskan dalam masa 5 minit. Ambil tiga bacaan untuk mendapatkan purata.
5. Tukarkan larutan natrium hidrogen karbonat 0.2% di dalam tabung didih dengan larutan natrium hidrogen karbonat 0.2% yang baharu.
6. Ulangi langkah 3 hingga 5 untuk jarak mentol dari *Hydrilla* sp. yang berbeza, iaitu 30 cm, 40 cm, 50 cm dan 60 cm.
7. Rekodkan keputusan dalam jadual.



Rajah 2.23 Susunan radas

Keputusan

Jarak sumber cahaya (cm)	Bilangan gelembung udara yang dibebaskan dalam masa 5 minit			Purata
	1	2	3	
20				
30				

B Suhu

Tujuan

Mengkaji kesan suhu terhadap kadar fotosintesis

Hipotesis

Semakin tinggi suhu, semakin tinggi kadar fotosintesis.

Pemboleh ubah

Pemboleh ubah dimanipulasikan: Suhu

Pemboleh ubah bergerak balas: Bilangan gelembung udara yang dibebaskan dalam masa 5 minit

Pemboleh ubah dimalarkan: Jarak antara sumber cahaya dengan *Hydrilla* sp., jenis dan saiz *Hydrilla* sp., kepekatan natrium hidrogen karbonat, voltan mentol

Bahan

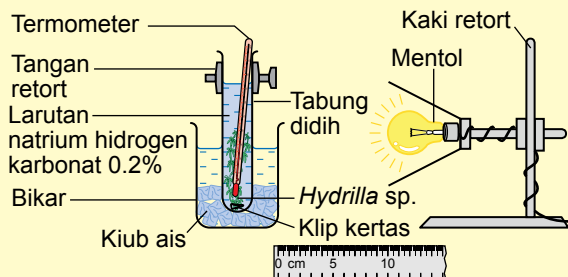
Hydrilla sp., air suling, kiub ais, larutan natrium hidrogen karbonat 0.2%

Radas

Gunting, mentol 60 W, pembaris meter, jam randik, klip kertas, tabung didih, silinder penyukat, kaki retort dengan pemegang, termometer, bikar

Prosedur

1. Ulangi langkah 1 hingga 2 seperti dalam Eksperimen A (Rajah 2.24).
2. Nyalakan mentol 60 W dengan jarak 10 cm dari *Hydrilla* sp.
3. Tambahkan air berair bersuhu 5 °C ke dalam bikar.
4. Kira dan rekodkan bilangan gelembung gas yang dibebaskan dalam masa 5 minit. Ambil tiga bacaan untuk mendapatkan purata.
5. Tukarkan larutan natrium hidrogen karbonat 0.2% di dalam tabung didih dengan larutan yang baharu.
6. Ulangi langkah 3 hingga 5 untuk suhu air yang berbeza, iaitu 15 °C, 25 °C, 35 °C, 45 °C, 55 °C, 65 °C dan 75 °C.
7. Rekodkan keputusan dalam jadual.



Rajah 2.24 Susunan radas

Keputusan

Suhu (°C)	Bilangan gelembung udara yang dibebaskan dalam 5 minit			Purata
	1	2	3	
5				
15				

C Kepekatan karbon dioksida

Tujuan: Mengkaji kesan kepekatan karbon dioksida terhadap kadar fotosintesis

Hipotesis: Semakin tinggi kepekatan karbon dioksida, semakin tinggi kadar fotosintesis.

Pemboleh ubah

Pemboleh ubah dimanipulasikan: Kepekatan larutan natrium hidrogen karbonat

Pemboleh ubah bergerak balas: Bilangan gelembung udara yang dibebaskan dalam masa 5 minit

Pemboleh ubah dimalarkan: Jarak antara sumber cahaya dengan *Hydrilla* sp., jenis dan saiz *Hydrilla* sp., kepekatan natrium hidrogen karbonat di dalam larutan, voltan mentol

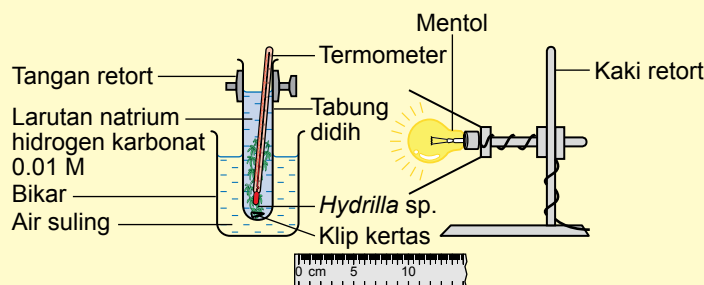
Bahan

Hydrilla sp., air suling, larutan natrium hidrogen karbonat (0.01 M, 0.02 M, 0.03 M, 0.04 M, 0.05 M, 0.06 M, 0.07 M, 0.08 M, 0.09 M, 0.10 M)

Radas

Gunting, mentol 60 W, pembaris meter, jam randik, klip kertas, tabung didih, silinder penyukat, kaki retort dengan pemegang, termometer, bikar

Prosedur



Rajah 2.25 Susunan radas

1. Lekatkan klip kertas pada bahagian bawah batang *Hydrilla* sp. dan letakkannya ke dalam tabung didih (Rajah 2.25).
2. Tuangkan 5 ml larutan natrium hidrogen karbonat 0.01 M dengan menggunakan silinder penyukat ke dalam tabung didih.
3. Apitkan tabung didih dalam keadaan menegak pada pemegang kaki retort.
4. Nyalakan mentol 60 W dengan jarak 10 cm dari *Hydrilla* sp.
5. Kira dan rekodkan bilangan gelembung udara yang dibebaskan dalam masa 5 minit. Ambil tiga bacaan untuk mendapatkan purata.
6. Ulangi langkah 2 hingga 5 untuk kepekatan larutan natrium hidrogen karbonat yang lain.
7. Rekodkan keputusan dalam jadual.

Keputusan

Kepekatan larutan natrium hidrogen karbonat (M)	Bilangan gelembung udara yang dibebaskan dalam masa 5 minit			Purata
	1	2	3	
0.01				
0.02				

Perbincangan

- Berdasarkan pemerhatian yang direkodkan, plotkan graf:
 - Bilangan gelembung udara yang terhasil melawan jarak di antara sumber cahaya dan *Hydrilla* sp.
 - Bilangan gelembung udara yang terhasil melawan suhu
 - Bilangan gelembung udara yang terhasil melawan kepekatan larutan natrium hidrogen karbonat
- Berdasarkan graf yang dilukis, nyatakan inferens yang dapat dibuat mengenai:
 - kesan keamatan cahaya terhadap kadar fotosintesis.
 - kesan suhu terhadap kadar fotosintesis.
 - kesan kepekatan larutan natrium hidrogen karbonat.
- Terangkan kaedah mengendalikan semua pemboleh ubah dalam Eksperimen A - C.
- Mengapakah larutan natrium hidrogen karbonat digunakan dan bukannya air suling digunakan dalam eksperimen ini?



Kesimpulan

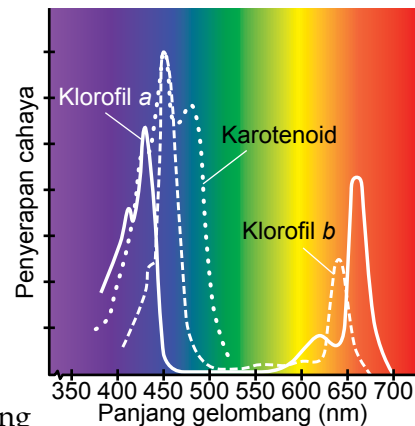
Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Kesan Perubahan Keamatan Cahaya dan Warna Cahaya terhadap Kadar Fotosintesis



ZON AKTIVITI

Sediakan satu kertas cadangan tentang cara meningkatkan hasil pertanian berdasarkan faktor yang mempengaruhi kadar fotosintesis dalam negara empat musim.



Rajah 2.26 Graf penyerapan cahaya melawan panjang gelombang

Kadar fotosintesis tumbuhan adalah tidak sama sepanjang hari. Selain faktor keamatan cahaya, kadar fotosintesis juga dipengaruhi oleh warna cahaya.

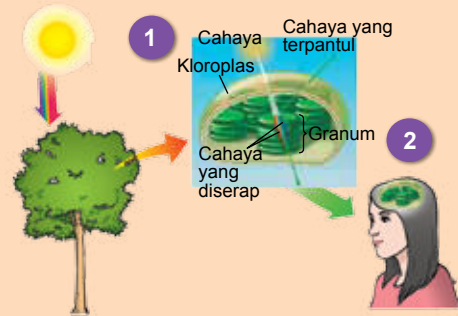
Spektrum cahaya terdiri daripada tujuh warna dalam tertib susunan tertentu (ungu, indigo, biru, hijau, kuning, jingga, merah). Setiap warna ini mempunyai panjang gelombang yang berlainan. Kadar fotosintesis yang paling tinggi adalah dalam cahaya merah dan biru (Rajah 2.26).

Hal ini dikatakan demikian kerana, semua cahaya merah diserap oleh **klorofil**. Cahaya biru pula diserap oleh pigmen **karotenoid** sebelum dipindahkan kepada klorofil. Kedua-dua cahaya ini mempunyai jumlah tenaga yang cukup untuk menguja elektron dalam tindak balas bersandarkan cahaya.

Eksplorasi Bio

Mengapakah daun berklorofil kelihatan berwarna hijau?

- 1 Apabila cahaya melalui klorofil, kebanyakan cahaya yang berwarna biru dan merah akan diserap manakala warna hijau pula dipantulkan.
- 2 Oleh yang demikian, mata kita hanya dapat melihat warna hijau pada daun yang mengandungi klorofil (Rajah 2.27).



Rajah 2.27 Interaksi antara cahaya dan klorofil



Apakah warna cahaya yang terbaik untuk tumbuhan akuatik?

2.4

Warna Cahaya yang Terbaik untuk Tumbuhan Akuatik

Tujuan

Mereka bentuk eksperimen untuk mengenal pasti warna cahaya yang terbaik untuk memaksimumkan kadar fotosintesis dalam tumbuhan akuatik

Arahan

Reka bentuk satu eksperimen untuk mengenal pasti warna cahaya yang terbaik untuk memaksimumkan kadar fotosintesis dalam tumbuhan akuatik.

EKSPERIMEN

Praktis Formatif

2.4

1. Nyatakan **tiga** faktor utama yang mempengaruhi kadar fotosintesis.
2. Nyatakan kesan keamatan cahaya yang berbeza terhadap proses fotosintesis.
3. Encik Kumar telah berjaya menanam pokok anggur di dalam sebuah rumah hijau di Cameron Highlands. Nyatakan kelengkapan yang perlu ada di dalam rumah hijau tersebut.



4.

Tindak balas tidak bersandarkan cahaya bergantung kepada tindak balas bersandarkan cahaya.



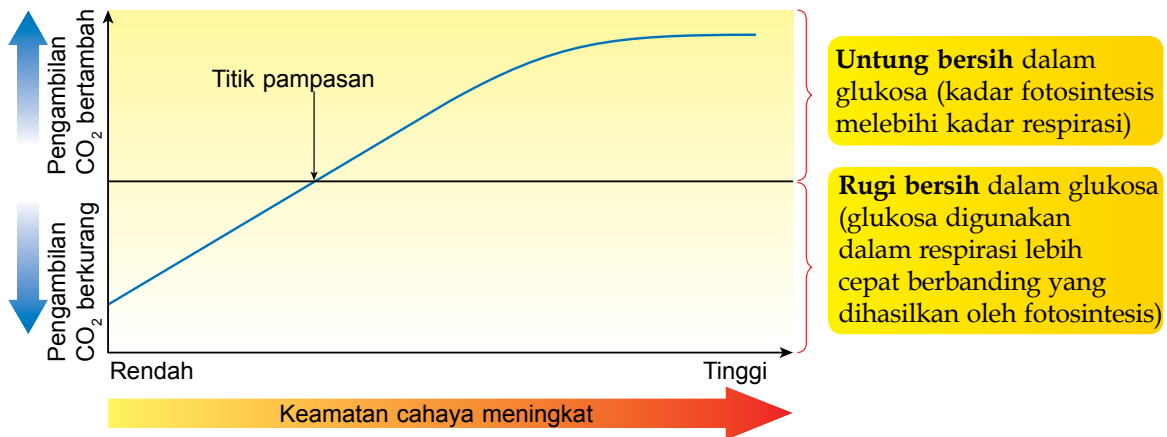
Adakah anda setuju dengan pernyataan ini? Jelaskan.

2.5 Titik Pampasan

Titik pampasan ialah aras keamatan cahaya apabila kadar respirasi sama dengan kadar fotosintesis.

Keamatan Cahaya dan Pencapaian Titik Pampasan

Pada titik pampasan, kadar fotosintesis adalah sama dengan kadar respirasi. Glukosa yang dihasilkan dalam fotosintesis digunakan dalam respirasi tumbuhan.



Rajah 2.28 Keamatan cahaya dan titik pampasan

Apabila keamatan cahaya terus meningkat melepasi titik pampasan, kadar fotosintesis menjadi lebih tinggi daripada kadar respirasi. Gas karbon dioksida perlu diserap daripada atmosfera melalui stoma untuk menampung kadar penggunaannya dalam fotosintesis. Gas oksigen yang berlebihan akan dibebaskan ke atmosfera. Pada masa yang sama, kadar penghasilan glukosa melebihi kadar penggunaan glukosa dan glukosa yang berlebihan itu disimpan dalam bentuk kanji oleh tumbuhan (Rajah 2.28).

ZON AKTIVITI

Jalankan satu kajian untuk mengesahkan ramalan kesan kadar fotosintesis dan kadar respirasi sel yang kekal pada titik pampasan terhadap pertumbuhan dalam tumbuhan.

Apakah yang akan berlaku sekiranya kadar respirasi dan kadar fotosintesis kekal sama pada titik pampasan? Hasil fotosintesis akan digunakan sepenuhnya untuk respirasi tumbuhan. Kadar fotosintesis mesti melebihi kadar respirasi setiap hari untuk memastikan pertumbuhan dan penghasilan bunga, biji benih dan buah berlaku. Ini membolehkan kadar penghasilan glukosa melebihi kadar penggunaan glukosa dan glukosa yang berlebihan boleh digunakan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan dalam tumbuhan. Pada masa yang sama, gas oksigen berlebihan daripada proses fotosintesis dibebaskan ke atmosfera untuk menyokong hidupan lain.

Bijak Fikir

Apakah perbezaan antara titik pampasan dalam tumbuhan yang terdedah kepada cahaya dengan tumbuhan yang diletakkan di tempat teduh?

Perbandingan antara Fotosintesis dengan Respirasi dalam Tumbuhan

Kedua-dua proses fotosintesis dan respirasi dalam tumbuh-tumbuhan mempunyai beberapa persamaan dan perbezaan (Jadual 2.4).

Jadual 2.4 Perbandingan antara fotosintesis dengan respirasi

Persamaan		
Kedua-dua proses berlaku dalam organisma hidup		
Kedua-dua proses melibatkan pengambilan dan pembebasan gas		
Perbezaan		
Fotosintesis	Aspek	Respirasi
Tumbuhan hijau dan bakteria fotosintetik	Organisma terlibat	Semua organisma hidup
Berlaku di dalam sel yang mengandungi klorofil	Jenis sel	Berlaku di dalam semua sel
Berlaku proses anabolisme, iaitu mensintesis glukosa menggunakan gas karbon dioksida dan air	Jenis metabolisme	Berlaku proses katabolisme, iaitu penguraian glukosa untuk menghasilkan tenaga
Kloroplas	Tapak	Mitokondria
Gas karbon dioksida dan air	Bahan tindak balas	Gas oksigen dan glukosa
Glukosa	Hasil	Tenaga
Gas oksigen dan air	Hasil sampingan	Gas karbon dioksida dan air
Tenaga cahaya diserap dan ditukar kepada tenaga kimia	Perubahan tenaga	Tenaga kimia ditukarkan kepada ATP dan tenaga haba dibebaskan
Memerlukan cahaya	Keperluan cahaya	Tidak memerlukan cahaya

Praktis Formatif

2.5

1. Berikan definisi titik pampasan.
2. Titik pampasan bagi pokok paku pakis yang tumbuh di lantai hutan tropika berlaku pada jam 10.00 pagi. Pada pendapat anda, pada pukul berapakah pokok ara yang tumbuh tinggi di hutan yang sama mencapai titik pampasannya?



3. Pada titik pampasan, kadar fotosintesis dan respirasi sel adalah sama. Nyatakan kesannya terhadap:
 - (a) Penghasilan glukosa oleh tumbuhan
 - (b) Pembebasan oksigen ke atmosfera



Imbas Memori

Struktur Daun

Struktur luar daun

Lamina

Petiol

Struktur dalaman lamina daun

Kutikel

Epidermis atas

Epidermis bawah

Mesofil palisad

Mesofil berspan

Berkas vaskular

Fungsi Daun

Organ utama pertukaran gas

Keperluan pertukaran gas dalam tumbuhan

Mekanisme pembukaan dan penutupan stoma

Kesan kekurangan air dalam tumbuhan terhadap pembukaan dan penutupan stoma

Organ utama transpirasi

Keperluan transpirasi

Faktor persekitaran yang mempengaruhi kadar transpirasi

Suhu

Keamatan cahaya

Kelembapan relatif udara

Pergerakan udara

Organ utama fotosintesis

Keperluan fotosintesis

Penyesuaian struktur dalaman daun dengan fotosintesis

Struktur kloroplas

Tindak balas fotosintesis berdasarkan cahaya dan tidak berdasarkan cahaya

Faktor persekitaran yang mempengaruhi fotosintesis

Keamatan cahaya

Suhu

Kepekatan gas karbon dioksida

Titik pampasan

Definisi titik pampasan

Perbandingan antara fotosintesis dengan respirasi



Bio Interaktif 2

REFLEKSI KENDIRI



Lengkapkan refleksi sendiri ini untuk menyemak konsep-konsep penting yang telah anda pelajari.



Konsep penting	Sangat baik	Berusaha lagi
Struktur luar daun dan struktur dalaman lamina daun		
Keperluan pertukaran gas dalam tumbuhan		
Mekanisme pembukaan dan penutupan stoma		
Kesan kekurangan air dalam tumbuhan terhadap pembukaan dan penutupan stoma		
Keperluan transpirasi dalam tumbuhan		
Faktor persekitaran yang mempengaruhi kadar transpirasi		
Keperluan fotosintesis dalam tumbuhan		
Hubung kait penyesuaian struktur dalaman daun dengan fotosintesis		
Struktur kloroplas		
Hubung kait tindak balas bersandarkan cahaya dan tindak balas tidak bersandarkan cahaya		
Persamaan kimia bagi mewakili proses fotosintesis		
Faktor persekitaran yang mempengaruhi kadar fotosintesis		
Kesan perubahan keamatan cahaya dan warna cahaya terhadap kadar fotosintesis		
Titik pampasan		
Perbandingan antara fotosintesis dengan respirasi sel dalam tumbuhan		

Praktis Sumatif

2



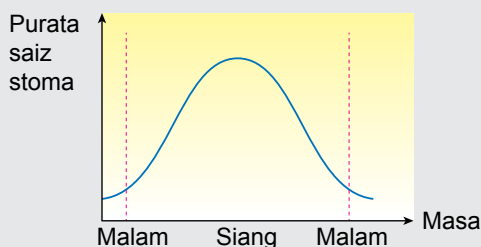
- Petiol dan lamina merupakan struktur luar daun. Nyatakan fungsi kedua-dua struktur ini.
 - Daun merupakan organ tumbuhan yang leper, nipis dan berwarna hijau. Jelaskan kepentingan ciri tersebut terhadap fungsi daun.
- Selain pigmen klorofil, tumbuhan juga mempunyai karotenoid, iaitu pigmen yang berwarna kuning, jingga dan merah yang dapat menyerap tenaga cahaya daripada matahari untuk menjalankan fotosintesis. Jelaskan perbezaan penglibatan klorofil dan karotenoid ini dalam fotosintesis.
- Sekumpulan murid menjalankan suatu eksperimen untuk mengkaji taburan stoma pada daun pudina dan daun taim. Pokok taim mempunyai bilangan daun yang kurang daripada pokok pudina. Jadual 1 menunjukkan keputusan eksperimen tersebut.



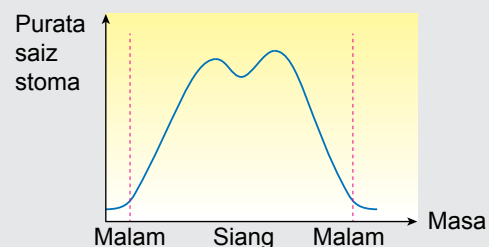
Jadual 1

Sampel daun	Anggaran kehilangan jisim (%)	
	Pudina	Taim
Sampel A Kedua-dua permukaan atas dan bawah disapu dengan jeli petroleum	13	12
Sampel B Permukaan bawah daun disapu dengan jeli petroleum	35	19
Sampel C Permukaan atas daun disapu dengan jeli petroleum	43	29

- Bagi daun pudina, sampel apakah yang kehilangan air paling banyak? Jelaskan.
 - Bagi daun taim, sampel apakah yang mempunyai taburan stoma paling banyak? Jelaskan jawapan anda.
 - Jelaskan perbezaan kedua-dua daun daripada keputusan eksperimen.
 - Berdasarkan keputusan eksperimen, tumbuhan yang manakah dapat beradaptasi dengan keadaan persekitaran yang panas dan kering? Berikan **satu** sebab bagi jawapan anda.
4. Rajah 1.1 dan Rajah 1.2 menunjukkan purata saiz stoma pada dua jenis tumbuhan yang berlainan dalam tempoh 24 jam. Satu tumbuhan diletakkan dalam persekitaran yang lembap, manakala satu lagi diletakkan dalam persekitaran yang panas dan kering.



Rajah 1.1



Rajah 1.2

- (a) Graf yang manakah yang menggambarkan tumbuhan yang diletakkan dalam persekitaran panas dan kering? 
- (b) Jelaskan jawapan anda pada soalan 4(a). 
- (c) Mengapakah purata saiz stoma pada waktu malam lebih kecil daripada waktu siang? 
- (d) Ramalkan **dua** ciri struktur tumbuhan yang diletakkan dalam persekitaran panas dan kering yang membolehkannya terus hidup. 
5. (a) Namakan **dua** jenis tindak balas dalam proses fotosintesis. 
- (b) Dalam tindak balas yang manakah klorofil diperlukan? Jelaskan. 
6. Aizat memelihara beberapa ekor ikan di dalam sebuah akuarium yang dihiasai dengan tumbuhan akuatik plastik. Walau bagaimanapun, ikan-ikan tersebut mati akibat ketiadaan bekalan elektrik. Cadangkan **satu** cara yang dapat dilakukan oleh Aizat untuk menangani masalah tersebut.
7. (a) Apakah yang dimaksudkan dengan titik pampasan? 
- (b) Bagaimanakah titik pampasan mempengaruhi penghasilan dan penggunaan gas oksigen dan gas karbon dioksida?
8. Tanaman bersuhu sederhana mempunyai permintaan yang tinggi di Malaysia. Selain diimport dari luar negara, tanaman ini juga ditanam secara domestik di kawasan tanah tinggi seperti di Cameron Highlands. Jika persekitaran yang terkawal dapat diwujudkan, tanaman ini juga dapat ditanam di kawasan tanah rendah di Malaysia.
- (a) Apakah teknologi yang ada di Malaysia yang membolehkan tanaman ini ditanam di kawasan tanah rendah dalam persekitaran yang terkawal? 
- (b) Pada pendapat anda, apakah cabaran-cabaran yang perlu dihadapi oleh para petani yang menggunakan teknologi tersebut? 
- (c) Cadangkan **satu** teknologi yang dapat digunakan oleh para petani untuk menghadapi cabaran-cabaran tersebut. 



Minda Abad ke-21

9. Pada musim tengkujuh, hujan yang sering turun menjadikan udara tepu dengan wap air. Pada pendapat anda, adakah keadaan ini mempengaruhi bekalan mineral dalam tumbuhan? Jelaskan. 
10. Tumbuhan panjang siang ialah tumbuhan yang memerlukan lebih daripada 12 jam cahaya untuk menghasilkan bunga, contohnya pokok kacang pis. Cadangkan **satu** cara terbaik yang dapat dilakukan oleh petani di negara empat musim untuk menanam tumbuhan pada musim luruh. Jelaskan. 

Bab

3

Nutrisi dalam Tumbuhan

Eksplorasi

Bab

- Nutrien Tak Organik Utama
- Organ Pengambilan Air dan Garam Mineral
- Kepelbagaian dalam Nutrisi Tumbuhan



Standard Pembelajaran

Tahukah

Anda?

- Apakah contoh makronutrien dan mikronutrien yang diperlukan oleh tumbuhan?
- Mengapakah tanaman perlu ditabur baja?
- Adakah tumbuhan dapat dijangkiti penyakit?
- Mengapakah akar dikatakan sebagai organ penyerapan air dan mineral?
- Bagaimanakah *Rafflesia* sp. (bunga pakma) dapat hidup tanpa daun?

Baja Kompos Organik

Tahukah anda sisa makanan yang berlebihan boleh dikitar semula untuk menghasilkan baja organik? Kompos ialah sejenis baja yang terhasil daripada proses pereputan sisa bahan seperti sisa tanaman, sisa dapur, sisa bahan buangan tumbuhan dan najis haiwan yang direputkan oleh mikroorganisma. Bagaimanakah cara untuk membuat baja kompos organik?

Sisa bahan bersama dengan bakteria diletakkan di dalam bekas yang mempunyai

pengudaraan yang baik untuk mempercepat penguraian. Sisa

bahan kering dilapiskan dengan sisa bahan basah secara selang-seli. Air

disiram pada setiap lapisan. Sisa bahan digaul setiap dua hari

sehingga menjadi kompos. Kompos biasanya akan siap selepas disimpan

sehingga beberapa bulan. Aktiviti penghasilan baja kompos sendiri di rumah dapat menjimatkan banyak kawasan tapak pelupusan sampah. Selain itu, kos untuk membeli baja kimia juga dapat dikurangkan (Rajah 3.1).

Rajah 3.1

Sisa bahan untuk pengkomposan



Kata Kunci



- Klorosis
- Larutan kultur
- Makronutrien
- Mikronutrien
- Nutrisi

- Nutrien
- Rambut akar
- Tumbuhan parasit
- Tumbuhan epifit
- Tumbuhan karnivor

3.1 Nutrien Tak Organik Utama

Seperti hidupan yang lain, tumbuhan memerlukan nutrien untuk tumbuh dengan subur serta mengeluarkan hasil yang baik dan berkualiti. Tumbuhan memerlukan nutrien tak organik untuk menghasilkan sebatian organik seperti karbohidrat dan protein. Apakah nutrien-nutrien tak organik yang diperlukan oleh tumbuhan?



Makronutrien dan Mikronutrien yang Diperlukan oleh Tumbuhan

Nutrien dapat dibahagikan mengikut kuantiti yang diperlukan oleh tumbuhan, iaitu **makronutrien** dan **mikronutrien** (Rajah 3.2).



Rajah 3.2 Nutrien tak organik utama

Tiga makronutrien utama, iaitu **karbon**, **hidrogen** dan **oksigen** dapat diperoleh dengan mudah daripada udara, air dan di dalam tanah. Nutrien-nutrien ini membentuk sebahagian besar jisim kering kebanyakan tumbuhan. Oleh itu, kekurangan nutrien ini jarang-jarang dialami oleh tumbuhan. Nutrien selebihnya diambil dalam bentuk garam mineral yang larut di dalam tanah melalui pembajaan.

Kepentingan Makronutrien dalam Tumbuhan

Setiap makronutrien mempunyai fungsi tersendiri bagi memastikan tumbuhan melengkapkan kitar hidupnya dan mencapai pertumbuhan serta perkembangan yang optimum. Ketiadaan satu atau lebih makronutrien dapat menyebabkan kesan yang tidak baik kepada kesihatan dan pertumbuhan pokok. Jadual 3.1 menunjukkan fungsi dan kesan kekurangan makronutrien.

Jadual 3.1 Fungsi dan kesan kekurangan makronutrien

Makronutrien	Fungsi	Kesan Kekurangan
Karbon (C) Oksigen (O) Hidrogen (H)	- Merupakan komponen penting dalam kitar karbon dan kitar oksigen - Merupakan komponen dalam semua sebatian organik tumbuhan dan komponen penting dalam sintesis gula	- Proses fotosintesis tidak berlaku - Kekurangan pembebasan gas oksigen oleh tumbuhan - Pertumbuhan terbantut sehingga boleh menyebabkan kematian kerana ketiadaan glukosa
Nitrogen (N)	- Memberi warna hijau kepada tumbuhan melalui pembentukan klorofil - Komponen utama protein, asid nukleik dan enzim-enzim dalam fotosintesis dan respirasi	- Daun mengalami klorosis (daun menguning) (Gambar foto 3.1) khususnya pada daun matang - Daun sebelah bawah gugur - Proses sintesis protein terjejas - Pertumbuhan terbantut
Kalium (K)	- Penting untuk mensintesis protein dan metabolisme karbohidrat - Sebagai kofaktor bagi beberapa enzim - Membantu mengekalkan kesegahan tumbuhan	- Sintesis protein terjejas - Sisi daun berwarna kuning (Gambar foto 3.2) - Kematian tumbuhan pramatang
Kalsium (Ca)	Merupakan komponen utama lamela tengah, dinding sel dan gentian gelendong semasa pembahagian sel	- Pertumbuhan terbantut - Daun yang terherot dan bercuping - Bahagian di antara urat daun menjadi kuning
Magnesium (Mg)	- Merupakan komponen utama struktur molekul klorofil - Mengaktifkan beberapa enzim tumbuhan - Terlibat dalam metabolisme karbohidrat	- Bahagian di antara urat daun matang menjadi kuning - Bintik merah pada permukaan daun - Daun bercuping
Fosforus (P)	- Mensintesis asid nukleik, adenosina trifosfat (ATP) dan fosfolipid dalam membran plasma - Bertindak sebagai koenzim dalam fotosintesis dan respirasi	- Pertumbuhan akar yang tidak sihat - Pembentukan daun yang berwarna hijau tua dan pudar - Bintik merah atau ungu kelihatan pada daun tua
Sulfur (S)	- Merupakan komponen untuk beberapa asid amino - Salah satu komponen vitamin B dan beberapa jenis koenzim	Daun atau seluruh tumbuhan menjadi kuning



Gambar foto 3.1 Daun *Ficus benjamina* (pokok ara beringin) yang mengalami klorosis disebabkan oleh kekurangan nitrogen



Gambar foto 3.2 Daun *Cyrtostachys renda* (pokok pinang merah) yang disebabkan oleh kekurangan kalium

Kepentingan Mikronutrien dalam Tumbuhan

Jadual 3.2 menunjukkan fungsi dan kesan kekurangan mikronutrien.

Jadual 3.2 Fungsi dan kesan kekurangan mikronutrien

Mikronutrien	Fungsi	Kesan Kekurangan
Klorin (Cl)	Penting dalam keseimbangan tekanan osmosis sel dan tindak balas fotosintesis	- Tumbuhan menjadi layu - Pertumbuhan akar menjadi lambat - Daun mengalami klorosis - Mengurangkan penghasilan buah
Ferum (Fe)	- Bertindak sebagai kofaktor dalam sintesis klorofil - Penting bagi pertumbuhan pokok yang muda	Daun muda menjadi kuning
Mangan (Mn)	- Mengaktifkan enzim-enzim fotosintesis - Penting untuk respirasi sel dan metabolisme nitrogen	- Jaringan urat hijau tua berlatarbelakangkan hijau muda - Bintik perang muda atau kelabu di antara urat daun
Boron (B)	- Membantu akar dalam pengambilan ion kalsium dan translokasi sukrosa - Terlibat dalam metabolisme karbohidrat dan membantu percambahan debunga	- Kematian tunas terminal dan pertumbuhan yang abnormal - Daun menjadi tebal, bergulung dan rapuh
Zink (Zn)	- Penting dalam pembentukan daun - Mensintesis auksin (hormon pertumbuhan) - Sebagai kofaktor dalam metabolisme karbohidrat	- Permukaan daun berbintik dengan bahagian berklorosis - Pertumbuhan terbantut
Kuprum (Cu)	- Terlibat dalam metabolisme nitrogen dan fotosintesis - Penting bagi pertumbuhan, pembiakan dan pembentukan bunga	- Kematian apeks pucuk muda - Bintik perang kelihatan pada daun terminal - Tumbuhan menjadi terbantut
Nikel (Ni)	Komponen enzim tumbuhan yang terlibat untuk menguraikan urea menjadi ammonia yang dapat digunakan oleh tumbuhan	- Pertumbuhan terbantut - Mengurangkan hasil tanaman - Kesan terbakar pada hujung daun disebabkan pengumpulan urea
Molibdenum (Mo)	Terlibat dalam pengikatan nitrogen dan penurunan nitrat semasa sintesis protein	- Klorosis pada bahagian di antara urat daun matang - Daun berwarna hijau pucat - Hasil tanaman berkurangan

Larutan kultur digunakan untuk mengkaji kepentingan nutrien bagi pertumbuhan tumbuhan. Larutan kultur yang dikenali sebagai **larutan kultur Knop**, mengandungi semua nutrien termasuk unsur surih yang diperlukan oleh tumbuhan untuk hidup sihat. Larutan kultur yang lengkap telah disediakan oleh seorang ahli kimia, Wilhelm Knop pada tahun 1859. Jadual 3.3 menunjukkan komposisi larutan kultur lengkap Knop.

Jadual 3.3 Komposisi larutan kultur lengkap Knop

Larutan kultur lengkap Knop	
Kalsium nitrat, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	0.8 g
Kalium nitrat, KNO_3	0.2 g
Kalium dihidrogen fosfat, KH_2PO_4	0.2 g
Magnesium sulfat, MgSO_4	0.2 g
Ferum(III) fosfat, FePO_4	Surih
Air suling	1000 cm^3

Lintasan Sejarah

Julius Sachs dan Wilhelm Knop ialah ahli botani yang telah menjalankan eksperimen untuk menentukan peranan makronutrien dalam pertumbuhan tumbuhan.

3.1

Kesan Nisbah Nitrogen: Fosforus: Kalium terhadap Pertumbuhan Tanaman

EKSPERIMEN

Pernyataan Masalah: Apakah kesan nisbah nitrogen: fosforus: kalium (N:P:K) terhadap pertumbuhan anak benih jagung?

Tujuan: Menyiasat kesan nisbah nitrogen: fosforus: kalium (N:P:K) yang dikenal pasti terhadap pertumbuhan anak benih jagung

Hipotesis: Anak benih jagung mengalami pertumbuhan yang sihat dalam larutan Knop dengan nisbah nitrogen: fosforus: kalium (N:P:K)

Pemboleh ubah:

Pemboleh ubah dimanipulasikan: Nisbah nitrogen, fosforus dan kalium

Pemboleh ubah bergerak balas: Pertumbuhan anak benih jagung

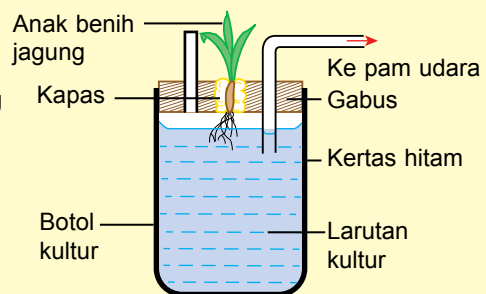
Pemboleh ubah dimalarkan: Isi padu larutan

Bahan: Anak benih jagung (*Zea mays*), kalsium nitrat, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, kalium nitrat, KNO_3 , kalium dihidrogen fosfat, KH_2PO_4 , magnesium sulfat, MgSO_4 , ferum(III) fosfat, FePO_4 , air suling, kapas, kertas hitam, kalsium klorida, kalium klorida, kalsium fosfat, ferum(III) oksida, natrium nitrat

Radas: Botol kultur, salur penghantar berbentuk L, gabus, pam udara

Prosedur

1. Sediakan lima botol kultur yang berlabel A, B, C, D dan E.
2. Isi botol kultur A, B, C, D dan E, masing-masing dengan larutan seperti dalam Jadual 3.4.
3. Pilih lima anak benih jagung yang sama saiz dan letak setiap satu anak benih ke dalam setiap botol kultur dengan menyisipkan batangnya menerusi lubang pada gabus. Pastikan akar anak benih terendam di dalam larutan.



Rajah 3.3 Susunan radas eksperimen

- Balut kesemua botol kultur dengan kertas hitam bagi mengelakkan pertumbuhan alga hijau.
- Sambungkan botol kultur dengan pam udara untuk memastikan akar menerima bekalan gas oksigen.
- Ganti larutan kultur di dalam setiap botol dengan larutan baharu pada setiap minggu.
- Letak radas di tempat yang bercahaya.
- Perhati dan rekodkan pertumbuhan anak benih jagung dari segi warna daun, ketinggian pokok, panjang akar dan kekuatan batang selepas empat minggu.

Jadual 3.4

Botol kultur	Komponen larutan kultur					
	Kalsium nitrat (0.8 g)	Kalium nitrat (0.2 g)	Kalium dihidrogen fosfat (0.2 g)	Magnesium sulfat (0.2 g)	Ferum(III) fosfat (surih)	Air suling (1000 ml)
A (larutan kultur lengkap)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
B (kawalan)	✗	✗	✗	✗	✗	✓
C (tanpa nitrogen)	Digantikan dengan kalsium klorida	Digantikan dengan kalium klorida	✓	✓	✓	✓
D (tanpa fosforus)	✓	✓	Digantikan dengan kalium klorida	✓	Digantikan dengan ferum(III) oksida	✓
E (tanpa kalium)	✓	Digantikan dengan natrium nitrat	Digantikan dengan kalsium fosfat	✓	✓	✓

Pemerhatian

Botol kultur	Kekurangan nutrien	Pemerhatian
A		
B		
C		
D		
E		

Perbincangan

- Nyatakan **dua** langkah berjaga-jaga yang perlu diambil semasa menyediakan bahan dan radas. Wajarkan.
- Di dalam botol kultur yang manakah anak benih jagung tumbuh dengan sihat?
- Bagaimanakah nisbah nitrogen: fosforus: kalium dapat mempengaruhi pertumbuhan anak benih jagung?

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Praktis Formatif

3.1

1. Bagaimanakah makronutrien berbeza dengan mikronutrien?
2. Nyatakan **tiga** nutrien yang menyebabkan klorosis sekiranya berlaku kekurangan nutrien tersebut.
3. Pokok jagung sangat peka dengan kekurangan nutrien. Bagaimanakah baja



NPK (nitrogen, fosforus dan kalium) dapat merangsang pertumbuhan pokok jagung yang sihat?

4. Akar dan daun merupakan medium pengangkutan nutrien ke dalam tumbuhan. Dengan pengetahuan biologi anda, sokong pernyataan ini.

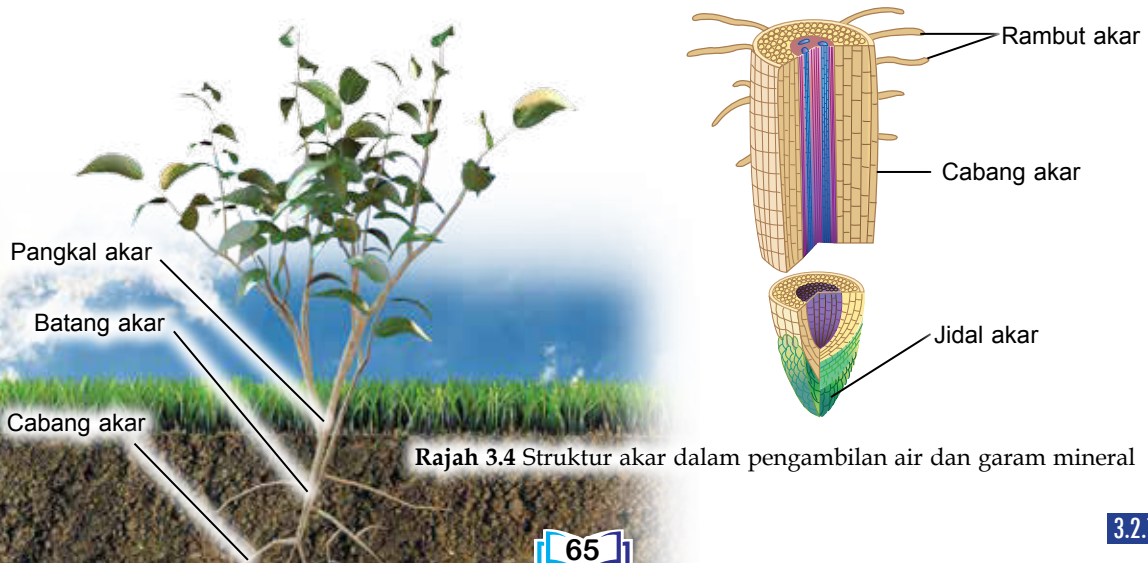


3.2 Organ Pengambilan Air dan Garam Mineral

Mengapakah akar merupakan organ terpenting bagi tumbuhan? Seperti yang telah anda pelajari dalam Bab 1, akar terlibat secara langsung dalam pertumbuhan tumbuhan. Secara kebiasaannya, akar terletak di bawah permukaan tanah. Hal ini dikatakan demikian kerana akar tumbuh ke arah pusat bumi dan kawasan berair. Struktur di dalam dan di luar akar disesuaikan dengan fungsinya (Rajah 3.4 dan Jadual 3.5). Terdapat dua fungsi utama akar:

- Memberi sokongan dan kekuatan serta mengukuhkan kedudukan tumbuhan pada tanah
- Menyerap air dan garam mineral dari tanah dan mengangkutnya ke batang, dan seterusnya ke daun

Struktur Akar dalam Pengambilan Air dan Garam Mineral



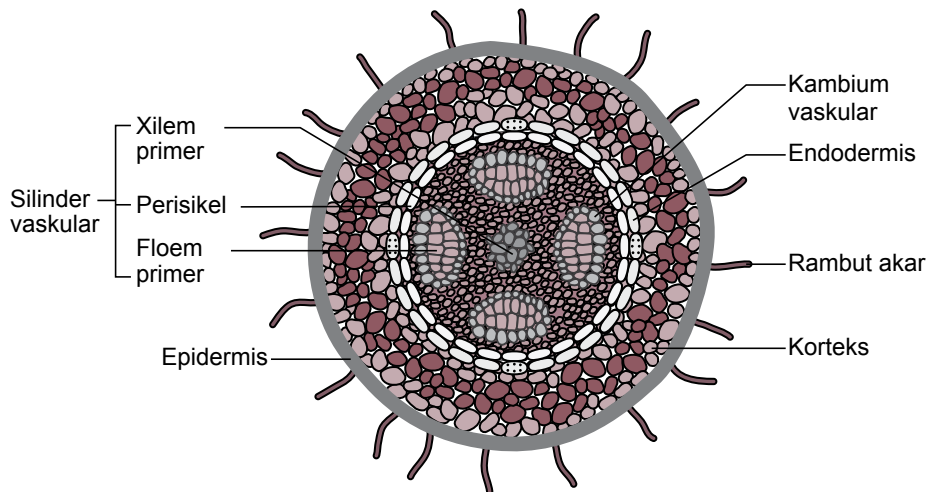
Rajah 3.4 Struktur akar dalam pengambilan air dan garam mineral

Jadual 3.5 Struktur luar akar dan fungsinya

Bahagian	Fungsi
Pangkal akar	Merupakan bahagian akar yang bersambung dengan pangkal batang tumbuhan
Rambut akar	- Diadaptasi daripada sel-sel epidermis akar - Menambah jumlah luas permukaan akar untuk meningkatkan penyerapan air dan garam mineral
Jidal akar	- Berada di hujung akar - Melindungi akar daripada kerosakan semasa penembusan ke dalam tanah

Penyesuaian Akar dalam Pengambilan Air dan Garam Mineral

Rajah 3.5 menunjukkan struktur di dalam akar, manakala Jadual 3.6 menunjukkan struktur di dalam akar dan fungsinya.



Rajah 3.5 Struktur di dalam akar

Jadual 3.6 Struktur di dalam akar dan fungsinya

Bahagian	Fungsi
Epidermis	- Sel-sel epidermis akar disusun rapat. - Dinding sel yang nipis dan membran sel yang telap terhadap air memudahkan pergerakan air di dalam akar. - Terdapat sel epidermis yang membentuk rambut akar dengan pemanjangan ke arah lateral dari dinding luarnya. - Sel-sel rambut akar tidak dilapisi oleh kutikel bagi membenarkan penyerapan air. - Sel-sel rambut akar juga mempunyai vakuol yang besar untuk menyimpan air dan garam mineral untuk memastikan penyerapan air berlaku dengan cepat.
Korteks	- Korteks terletak di bawah lapisan epidermis. - Korteks mempunyai dinding sel yang nipis untuk memudahkan pergerakan air di dalam akar. - Sel-sel korteks disusun longgar untuk memudahkan pertukaran gas berlaku. - Sebahagian besar korteks terdiri daripada sel-sel parenkima.

Endodermis	• Endodermis merupakan lapisan pemisah antara korteks dengan silinder vaskular. • Sel-sel endodermis tersusun rapat dan setebal satu lapisan sel. • Sebahagian besar sel endodermis mengalami penebalan suberin atau lignin pada dindingnya yang membentuk jalur Casparian. • Endodermis hanya membenarkan air dan garam mineral yang diserap daripada tanah memasuki silinder vaskular tetapi bukan gelembung udara.
Silinder vaskular	• Silinder vaskular merupakan teras akar yang terdiri daripada tisu xilem dan tisu floem yang dikelilingi oleh tisu perisikel setebal satu sel. • Perisikel terlibat dalam pertumbuhan sekunder dan pembentukan cabang akar. • Biasanya, tisu xilem dan tisu floem disusun dalam corak yang berbentuk bintang. • Tisu xilem mengangkut air dan garam mineral, manakala tisu floem mengangkut bahan organik seperti sukrosa dan hormon tumbuhan.

Aktiviti 3.1



Tujuan

Memerhati slaid mikroskop tersedia keratan rentas akar monokot dan akar eudikot

Radas

Mikroskop cahaya, slaid mikroskop tersedia keratan rentas akar *Zea mays* (pokok jagung) dan akar *Tilia* sp. (pokok limau)

Prosedur

1. Perhatikan slaid tersedia keratan rentas akar *Zea mays* dan *Tilia* sp. menerusi mikroskop cahaya dengan kanta objektif kuasa rendah dan kemudian, dengan kanta objektif kuasa tinggi.
2. Kenal pasti sel rambut akar, epidermis, korteks, endodermis, perisikel, xilem dan floem.
3. Lukis keratan rentas akar *Zea mays* dan *Tilia* sp. yang dapat diperhatikan serta labelkan dengan lengkap. Rekodkan kuasa pembesaran yang digunakan.

Perbincangan

1. Apakah tisu yang membentuk korteks? Bagaimanakah tisu ini dapat dikenal pasti?
2. Bagaimanakah tisu xilem dan tisu floem disusun di dalam akar monokot dan akar eudikot?
3. Berdasarkan pengetahuan biologi anda, mengapakah susunan tisu xilem dan tisu floem berbeza antara akar monokot dengan akar eudikot?

Praktis Formatif 3.2

1. Nyatakan tisu-tisu yang membentuk akar.
2. Terangkan adaptasi tisu epidermis akar untuk menjalankan fungsinya dalam penyerapan air dan garam mineral.



3. Bandingkan akar monokot dan akar eudikot dari segi tisu korteks, tisu endodermis dan jalur Casparian.

3.3 Kepelbagaian dalam Nutrisi Tumbuhan

Nutrisi ialah proses organisma memperoleh tenaga dan nutrien daripada makanan untuk pertumbuhan, penyelenggaraan dan pembaikan tisu yang rosak. Tumbuhan **parasit**, **epifit** dan **karnivor** mempunyai penyesuaian yang berbeza daripada tumbuhan lain bagi mendapatkan keperluan nutrisi.

Penyesuaian Nutrisi dalam Tumbuhan

Tumbuhan parasit

- **Tumbuhan parasit** hidup menumpang pada tumbuhan lain, iaitu perumah.
- Akar tumbuhan parasit menyerap bahan organik, mineral dan air daripada perumahnya dengan menembusi batang perumah sehingga ke berkas vaskular perumah.
- Ini menyebabkan tumbuhan parasit membesar lebih cepat dan subur, manakala perumah akan mengalami kekurangan nutrisi, mengering dan akhirnya mati.

Contoh tumbuhan parasit



Rafflesia sp. (Bunga pakma)

Tumbuhan epifit

- **Tumbuhan epifit** merupakan tumbuhan hijau yang hidup pada tumbuhan lain, iaitu perumah.
- Epifit mendapat lebih banyak cahaya matahari untuk berfotosintesis dengan menumpang pada pokok perumah yang lebih tinggi.
- Tumbuhan ini mensintesis makanannya sendiri.
- Epifit tidak mengancam perumah kerana akar epifit dapat menyerap nutrien yang terkumpul di celah-celah batang pokok perumah.
- Kebanyakan epifit mempunyai batang yang bengkok yang dapat menyimpan banyak air.

Contoh tumbuhan epifit



Asplenium nidus
(Paku pakis langsuir)

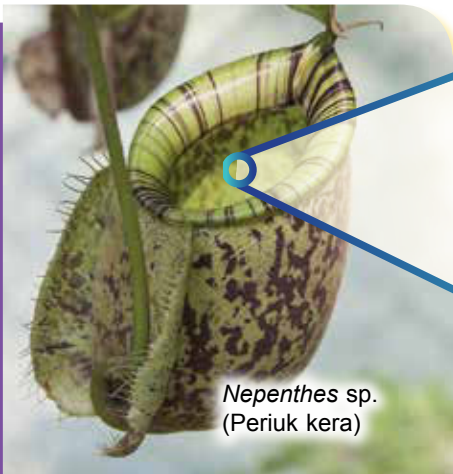


Bulbophyllum sp.
(Orkid)

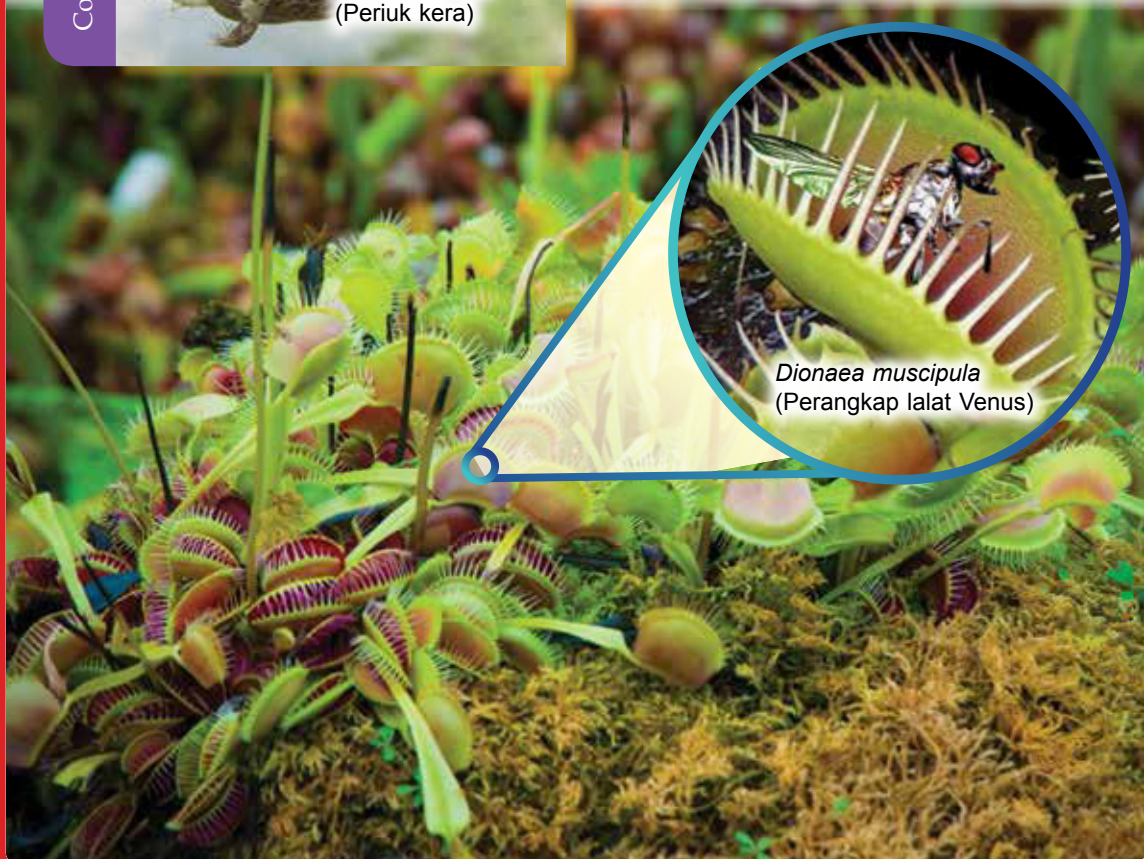
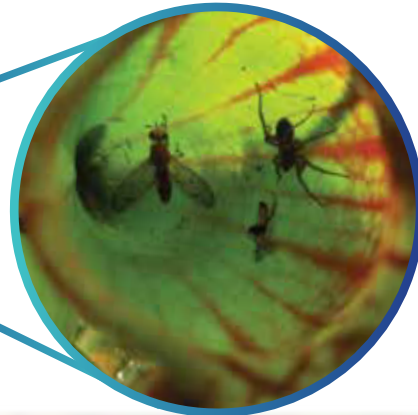
Tumbuhan karnivor

- **Tumbuhan karnivor** mampu mensintesis makanannya sendiri dengan menjalankan fotosintesis.
- Tumbuhan karnivor merembes nektar dan mempunyai kelongsong untuk memerangkap mangsanya, iaitu serangga.
- Mangsa seterusnya dicernakan dengan jus pencernaan secara perlahan-lahan.
- Serangga yang ditangkap dapat membekalkan nitrogen kepada tumbuhan ini. Nitrogen penting untuk pertumbuhan. Hal ini kerana tumbuhan karnivor hidup di kawasan tanah yang kekurangan sumber nitrogen.

Contoh tumbuhan karnivor



Nepenthes sp.
(Periuk kera)



Dionaea muscipula
(Perangkap lalat Venus)

Aktiviti 3.2



Tujuan

Mengkaji kesan perubahan habitat terhadap pertumbuhan tumbuhan karnivor, tumbuhan parasit dan tumbuhan epifit

Bahan: Pokok periuk kaca, pokok dedalu, paku pakis langsuir

Radas: Pasu berisi tanah

Prosedur

1. Dapatkan pokok periuk kaca, pokok dedalu dan paku pakis langsuir yang sihat.
2. Tanam pokok periuk kaca, pokok dedalu dan paku pakis langsuir dalam setiap pasu yang berisi tanah.
3. Pastikan setiap pokok ini menerima cahaya, air dan baja yang cukup.
4. Perhatikan dan rekodkan pertumbuhan setiap pokok ini pada setiap minggu selama sebulan.

Perbincangan

1. Antara ketiga-tiga pokok tersebut, yang manakah dapat beradaptasi dengan perubahan habitat?
2. Berdasarkan pemerhatian anda, apakah yang berlaku kepada pokok dedalu selepas seminggu? Wajarkan.



Eksplorasi



Riftia pachyptila (cacing tabung raksasa) hidup di dasar lautan zon gelap sekitar lubang hidroterma. Lubang hidroterma ini mengeluarkan air yang kaya dengan bahan kimia dan mineral. Zon gelap merupakan zon dalam lautan yang amat dalam dan tiada cahaya yang dapat sampai. Cacing ini tidak bergantung kepada cahaya sebagai sumber tenaga, sebaliknya bergantung kepada bakteria yang hidup di dalam badannya. Bacteria tersebut mengoksidakan hidrogen sulfida yang terdapat dalam saluran hidroterma kepada makanan dan tenaga untuk kegunaan cacing tabung raksasa.



Gambar foto 3.4 *Riftia pachyptila*

Praktis Formatif

3.3

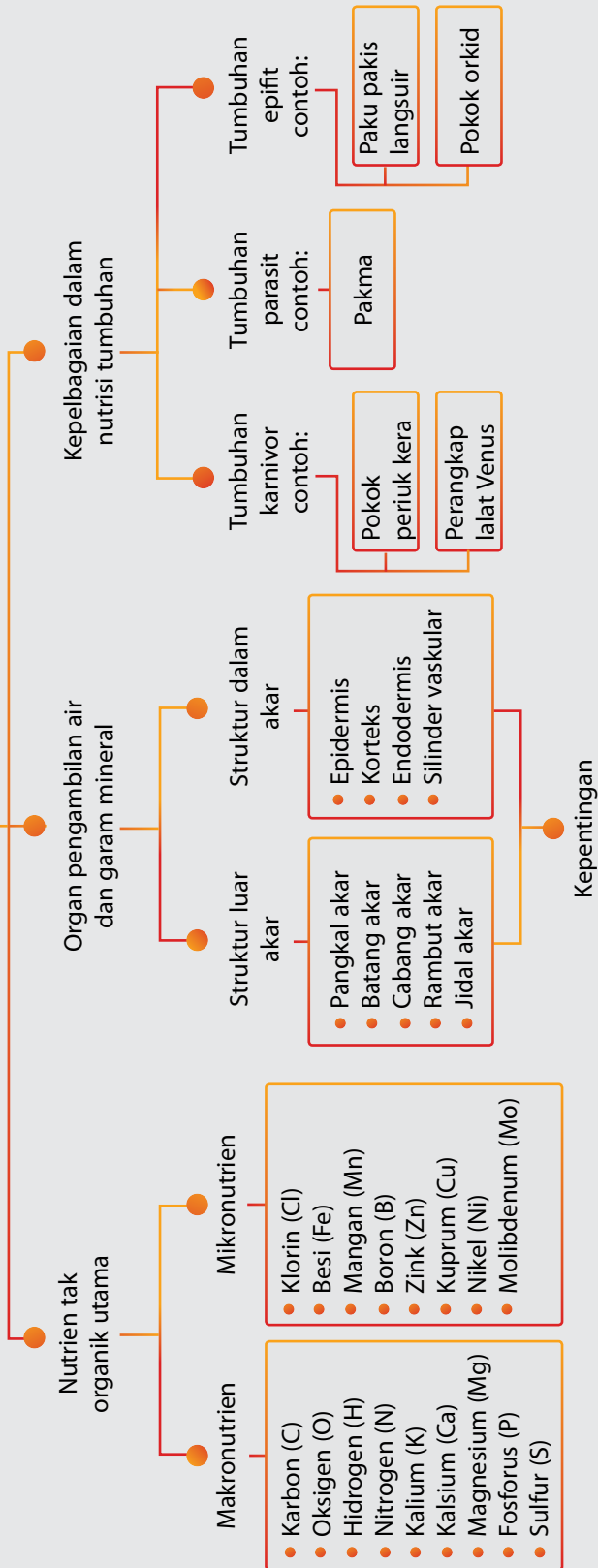
1. Nyatakan tabiat nutrisi bagi tumbuhan berikut:
 - (a) *Cuscuta* sp. (tali puteri)
 - (b) *Hypnum* sp. (lumut)
 - (c) *Bulbophyllum* sp. (orkid)
 - (d) *Utricularia* sp. (rumpai ekor kucing)



2. Bezakan penyesuaian nutrisi tumbuhan parasit dengan tumbuhan epifit.
3. Ramalkan kesan yang akan berlaku pada pertumbuhan paku pakis langsuir sekiranya didedahkan pada cahaya matahari secara terus.

Imbas Memori

NUTRISI DALAM TUMBUHAN



REFLEKSI KENDIRI



Lengkapkan refleksi sendiri ini untuk menyemak konsep-konsep penting yang telah anda pelajari.



Konsep penting	Sangat baik	Berusaha lagi
Makronutrien dan mikronutrien yang diperlukan oleh tumbuhan		
Kepentingan makronutrien dan mikronutrien dalam tumbuhan		
Organ pengambilan air dan garam mineral		
Penyesuaian nutrisi dalam tumbuhan		

Praktis Sumatif

3



- Seorang petani menggunakan baja NPK untuk tanaman pokok cilinya. Baja NPK mengandungi unsur nitrogen, fosforus dan kalium yang merupakan nutrien penting untuk pertumbuhan tanaman serta mengandungi mikronutrien yang diperlukan untuk tumbuhan.
 - Pada pendapat anda, apakah mikronutrien yang terdapat dalam baja tersebut?
 - Terangkan fungsi unsur nitrogen, fosforus dan kalium terhadap pokok cili.
 - Setelah beberapa kali menggunakan baja tersebut, petani tersebut mendapati daun pokok cilinya semakin berwarna hijau gelap dan batang pokoknya menjadi lemah.
 - Apakah yang menyebabkan tanaman pokok cili mengalami keadaan yang tidak normal itu? 
 - Cadangkan **satu** cara penyelesaian bagi mengatasi keadaan tersebut. 
- Puan Rodiah menggunakan pasu, pecahan batu bata, pecahan arang dan sabut kelapa untuk menanam pokok orkid epifit. Pokok orkid tersebut diletakkan di suatu sudut di dalam rumahnya.
 - Apakah yang dimaksudkan dengan pokok orkid epifit?
 - Mengapakah Puan Rodiah menggunakan sabut kelapa untuk menanam pokok orkid itu? 
 - Pada pendapat anda, apakah faktor utama yang perlu dititikberatkan oleh Puan Rodiah sebelum meletakkan pokok orkid di sudut tersebut? Terangkan. 
 - Mengapakah Puan Rodiah tidak menanam pokok orkid tersebut secara terus di tanah? Berikan alasan yang sesuai. 

3. Pak Ali menggunakan kaedah seperti dalam Gambar foto 1 untuk tanaman herbanya. Beliau menggunakan sumbu yang terendam di dalam larutan nutrien bagi memenuhi keperluan tanamannya.



Sumbu

Gambar foto 1

- Apakah kaedah yang digunakan oleh Pak Ali?
 - Nyatakan **empat** keperluan asas tanaman bagi memastikan tanaman Pak Ali tumbuh sihat dan subur.
 - Wajarkan penggunaan sumbu dalam kaedah yang dijalankan oleh Pak Ali.
 - Jelaskan adaptasi akar bagi membolehkan tumbuhan tersebut mendapat nutrien secukupnya.
4. Gambar foto 2.1 dan Gambar foto 2.2 menunjukkan dua jenis tumbuhan yang dapat ditemui dalam ekosistem hutan hujan tropika. Kedua-dua tumbuhan ini menjalankan tabiat nutrisi yang berbeza. Tumbuhan dalam Gambar foto 2.1 dapat menghasilkan makanannya sendiri dengan berfotosintesis manakala tumbuhan dalam Gambar foto 2.2 bergantung kepada tumbuhan lain bagi mendapatkan nutrisi.



Gambar foto 2.1



Gambar foto 2.2

- Nyatakan peranan tumbuhan dalam Gambar foto 2.1 dalam ekosistem hutan hujan tropika.
- Jelaskan kepentingan tumbuhan dalam Gambar foto 2.2 dalam ekosistem hutan hujan tropika.
- Terangkan perbezaan penyesuaian nutrisi kedua-dua tumbuhan tersebut.



Minda Abad ke-21

5. Beberapa kajian mendapati bahawa tanaman organik mengandungi lebih banyak nutrien berbanding tanaman biasa. Bagaimanapun, terdapat juga kajian yang menunjukkan tiada perbezaan kandungan nutrien antara kedua-dua tanaman. Sebagai seorang pegawai pertanian, wajarkan maklumat ini.

Bab

4

Pengangkutan dalam Tumbuhan

Eksplorasi

Bab

- Tisu Vaskular
- Pengangkutan Air dan Garam Mineral
- Translokasi
- Fitoremediasi



Standard Pembelajaran

Tahukah

Anda?

- Apakah peranan tisu vaskular kepada tumbuhan?
- Bagaimanakah air dan garam mineral diangkut ke seluruh bahagian tumbuhan?
- Bagaimanakah laluan translokasi dalam tumbuhan?
- Bagaimanakah tumbuhan fitoremediasi dapat mengawal pencemaran air dan tanah?

Keajaiban Pengangkutan dalam Tumbuhan

Tahukah anda *Sequoia sempervirens* merupakan pokok yang tertinggi di dunia? Setiap hari, pokok ini dapat menyerap 1000 kg air dari tanah dan mengangkutnya ke batang dan daun sehingga ketinggian 100 m. Bagaimanakah air dapat diangkut dalam tumbuhan?

Seperti manusia, tumbuhan juga mempunyai sistem pengangkutan yang berkesan untuk menyerap, memindah, menyimpan dan memanfaatkan air. Sistem ini terdiri daripada rangkaian saluran yang terbentuk daripada berkas vaskular.

Laluan air dan pengangkutan nutrien ini dapat diibaratkan seperti sistem vaskular yang mengangkut darah ke seluruh tubuh manusia. Tisu xilem mengendalikan sistem ini bermula dari akar berpindah ke batang, dahan, ranting dan bercabang lebih jauh ke dalam daun. Tisu floem pula mengangkut nutrien dan gula yang dihasilkan oleh daun ke bahagian lain tumbuhan seperti batang dan akar untuk digunakan dalam respirasi sel serta sebagai simpanan.



Kata Kunci

- Salur xilem
- Tiub tapis
- Sel rakan
- Trakeid
- Daya lekatan
- Daya lekitan
- Tekanan akar
- Tindakan kapilari
- Gutasi
- Translokasi
- Fitoremediasi

4.1 Tisu Vaskular

Keperluan Pengangkutan dalam Tumbuhan

Anda telah mempelajari pengangkutan dalam manusia dan haiwan semasa di Tingkatan Empat. Adakah tumbuhan juga mempunyai sistem pengangkutan yang sama dengan manusia dan haiwan? Mengapakah tumbuhan juga memerlukan sistem pengangkutan? (Gambar foto 4.1).

Tumbuhan merupakan organisma multisel yang terbentuk daripada sel-sel yang memerlukan air dan nutrien. Saiz tumbuhan yang besar dan tinggi menyebabkannya tidak mempunyai jumlah luas permukaan yang cukup untuk menyerap keperluan asas daripada persekitaran. Bagi mengatasi masalah ini, tumbuhan mempunyai **tisu vaskular** untuk mengangkut air, garam mineral dan nutrien ke semua sel.



Gambar foto 4.1
Tumbuhan vaskular
dalam hutan hujan
tropika

Eksplorasi Bio

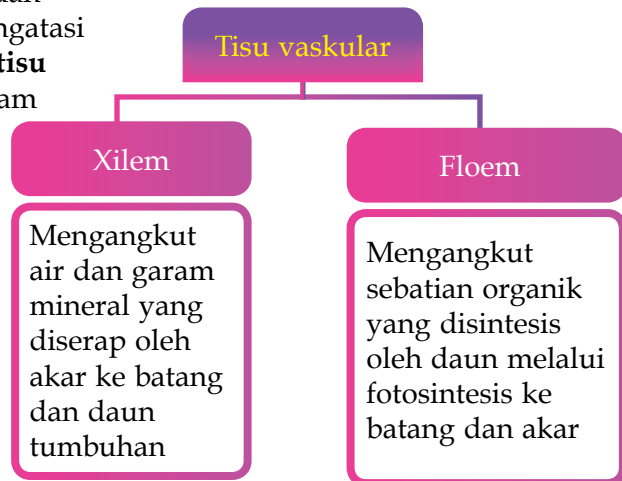


Macrocystis pyrifera ialah alga perang yang dapat membesar sehingga ketinggian 60 m di dalam laut. Alga ini tidak mempunyai sistem pengangkutan (Gambar foto 4.2).



Gambar foto 4.2 *Macrocystis pyrifera*

4.1.1

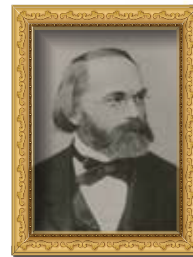


Rajah 4.1 Tisu vaskular

Tumbuhan yang mempunyai sistem pengangkutan dikenali sebagai **tumbuhan vaskular** (Rajah 4.1). **Tumbuhan bukan vaskular** pula seperti alga dan lumut yang tidak mempunyai sistem pengangkutan (Gambar foto 4.2 dan Gambar foto 4.3).

Lintasan Sejarah

Pada tahun 1858, Carl Nageli, seorang ahli botani telah memperkenalkan nama xilem dan floem sebagai tisu dalam sistem pengangkutan tumbuhan (Gambar foto 4.4).



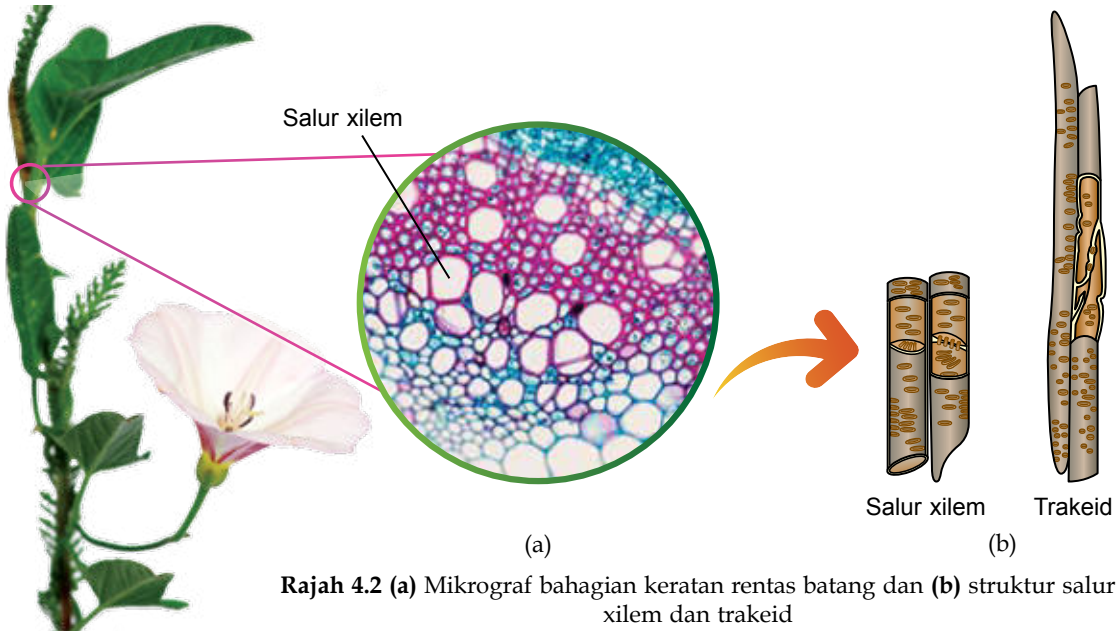
Gambar foto 4.4
Carl Nageli

Gambar foto 4.3
Lumut



Penyesuaian Struktur Salur Xilem dan Trakeid dengan Pengangkutan Air dan Garam Mineral

Selain mengangkut air dan garam mineral yang diserap oleh akar ke batang dan daun, xilem juga berperanan untuk memberikan **sokongan mekanikal** kepada tumbuhan. Bagaimanakah struktur xilem disesuaikan dengan fungsinya? (Rajah 4.2 dan Rajah 4.3).



Salur xilem

- Salur xilem merupakan sel-sel mati apabila matang yang tidak mempunyai sitoplasma.
- Sel-sel ini tersusun memanjang dari hujung ke hujung untuk membentuk turus yang berterusan. Ini memudahkan pengangkutan air dari akar ke daun.
- Dinding saluran xilem mempunyai **penebalan lignin** yang tidak sekata untuk:
 - Memberi kekuatan kepada struktur saluran xilem supaya tidak ranap oleh daya tegangan dan perubahan tekanan yang terhasil apabila air bergerak melaluinya
 - Menyokong pokok daripada lenturan

Trakeid

- Dinding sel **trakeid** juga mempunyai penebalan lignin dan liang untuk membenarkan pergerakan air ke sel trakeid bersebelahan.

Rajah 4.3 Fungsi struktur saluran xilem dan trakeid

Aktiviti 4.1



Tujuan

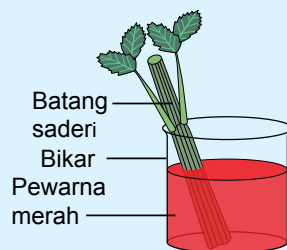
Memerhati struktur xilem di dalam keratan membujur batang saderi

Bahan: Batang saderi, pewarna merah, air suling

Radas: Bikar 250 ml, pisau tajam, penutup kaca, slaid kaca, mikroskop cahaya, penitis

Prosedur

1. Isikan 150 ml air suling ke dalam bikar 250 ml dan titiskan sebanyak 5 titis pewarna merah. Kacau sehingga warna larutan menjadi sekata.
2. Rendam batang saderi ke dalam bikar tersebut dan biarkan selama satu jam (Rajah 4.4).
3. Selepas satu jam, bilas pewarna pada batang saderi dengan menggunakan air suling.
4. Hiris satu lapisan nipis batang saderi secara melintang.
5. Letakkan di atas slaid kaca yang telah dititiskan dengan setitik air suling.
6. Tutup dengan penutup kaca dan perhatikannya di bawah mikroskop cahaya dimulai dengan kuasa kanta objektif rendah dan diikuti dengan kuasa kanta objektif tinggi.
7. Lakarkan rajah yang menunjukkan taburan pewarna di dalam batang saderi.



Rajah 4.4 Susunan radas aktiviti

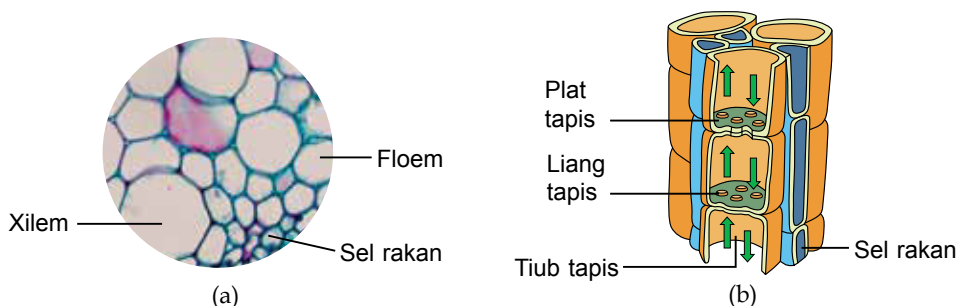
Perbincangan

1. Namakan tisu yang telah diwarnakan.
2. Bagaimanakah tumbuhan herba yang tidak mempunyai tisu berkayu mendapat sokongan daripada tisu xilem? Terangkan.



Penyesuaian Struktur Tiub Tapis dan Sel Rakan dengan Pengangkutan Bahan Organik

Tisu floem mengangkut dan mengagihkan sebatian organik terlarut seperti sukrosa, asid amino dan hormon tumbuhan ke seluruh pokok. Tidak seperti tisu xilem, tisu floem merupakan sel hidup kerana mempunyai sitoplasma (Rajah 4.5).



Rajah 4.5 (a) Mikrograf keratan rentas batang dan (b) struktur floem

Bagaimanakah tiub tapis dan sel rakan disesuaikan dengan fungsinya?

- Tiub tapis tidak mempunyai nukleus, ribosom dan vakuol. Hal ini membolehkan sukrosa melalui tiub tapis dengan lebih mudah.
- Di kedua-dua hujung tiub tapis terdapat plat tapis yang mempunyai liang yang membolehkan sebatian organik mengalir dari satu tiub tapis ke tiub tapis seterusnya.
- Sel rakan mempunyai mitokondria bagi membekalkan tenaga ATP untuk mengangkut sukrosa dari daun melalui tiub tapis secara pengangkutan aktif.

Praktis Formatif

4.1

1. Adakah semua tumbuhan memerlukan sistem pengangkutan? Jelaskan.
2. Sebatang pokok telah diserang oleh sejenis bakteria yang memusnahkan salur xilemnya. Ramalkan kesan yang akan berlaku kepada pokok tersebut.



3. Pengangkutan sebatian organik seperti sukrosa secara pengangkutan aktif di sepanjang tiub tapis memerlukan ATP. Bagaimanakah proses ini dapat berlaku walaupun tiub tapis mempunyai bilangan mitokondria yang sedikit?

4.2 Pengangkutan Air dan Garam Mineral

Air sangat penting untuk pertumbuhan pokok kerana air membantu untuk menggerakkan garam mineral dari dalam tanah ke batang dan daun. Selain itu, air juga membantu untuk memberikan kesegahan kepada sel-sel tumbuhan supaya pokok menjadi segar.

Pernahkah anda terfikir bagaimana air dari dalam tanah digerakkan melalui xilem ke pucuk tumbuhan yang sesetengahnya mencapai ketinggian ratusan meter?

Laluan air dan garam mineral dari tanah ke daun dibantu oleh **tarikan transpirasi**, **tindakan kapilari** dan **tekanan akar** (Rajah 4.6).

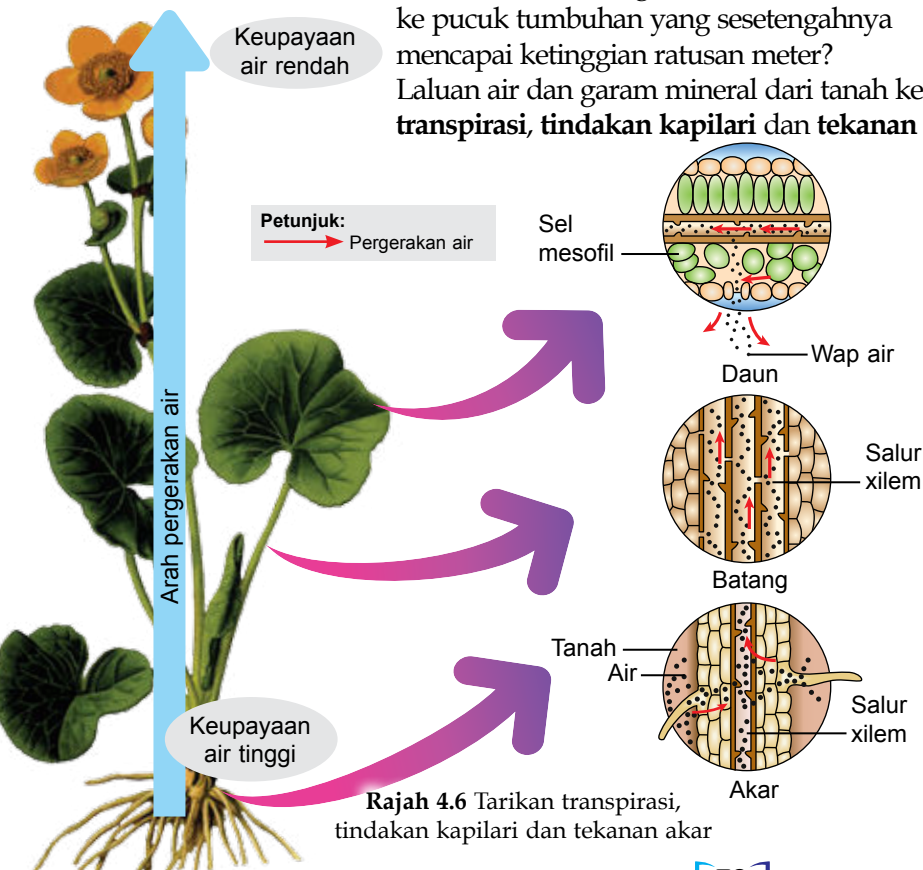
ZON AKTIVITI

Bina satu model struktur tisu vaskular tumbuhan menggunakan bahan-bahan yang berikut:

- Pembaris panjang
- Gunting
- Pita selofan
- Getah
- Tiub kadbod tisu tandas
- Batang kayu
- Penyedut minuman bersaiz besar dan kecil



Gambar foto 4.5
Contoh model



Tarikan transpirasi

Terhasil apabila air yang tersejat melalui **stoma** menarik air dari dalam **daun**.

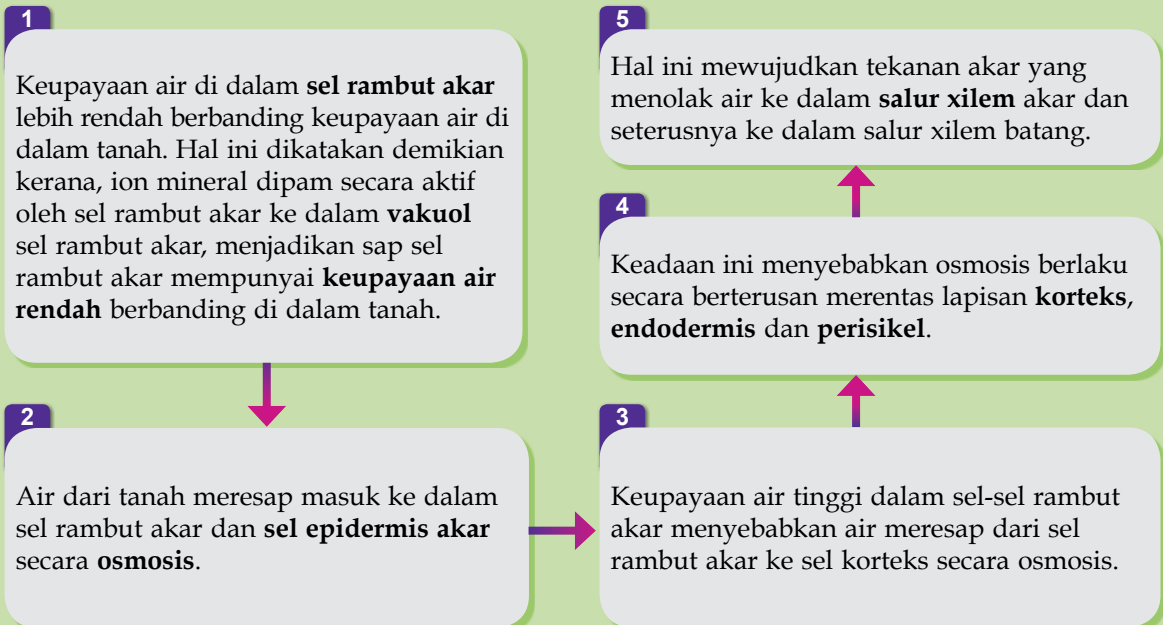
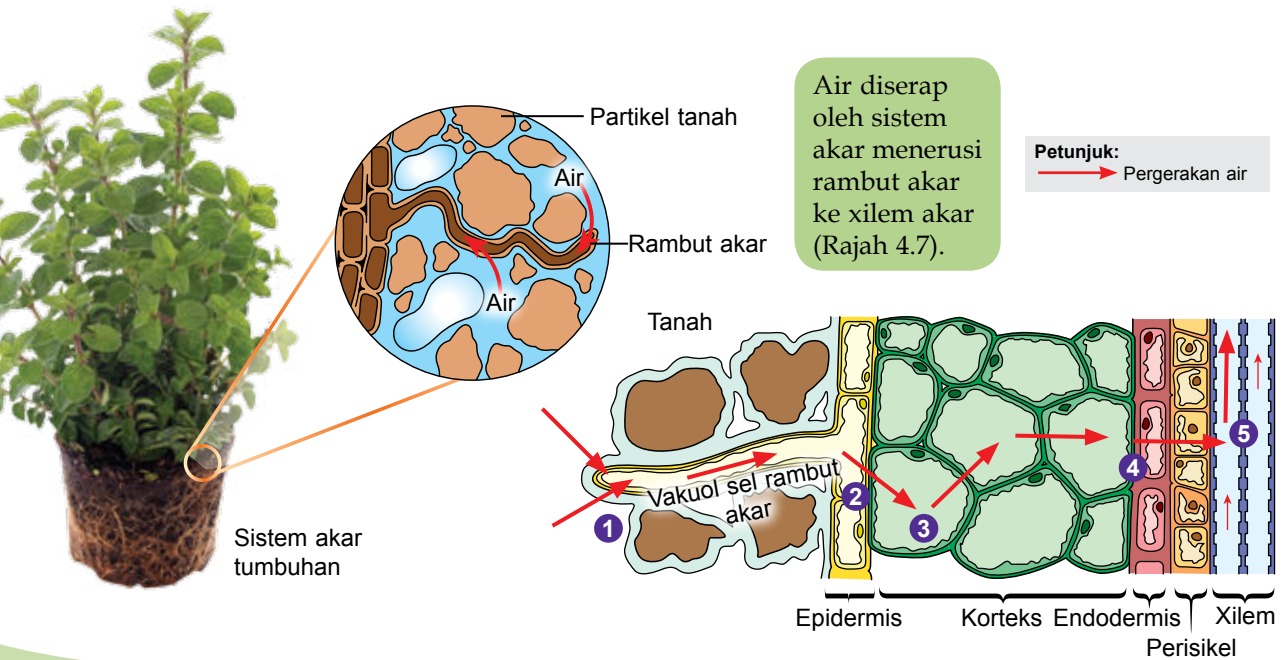
Tindakan kapilari

Tindakan kapilari yang terhasil daripada **daya lekatan** dan **daya lekutan** molekul air menggerakkan air ke atas melawan tarikan graviti di dalam **batang** pokok.

Tekanan akar

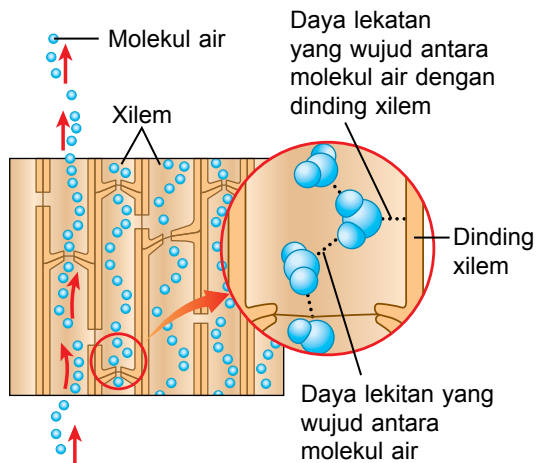
Menggerakkan air dari tanah ke dalam salur xilem **akar** secara osmosis.

Bagaimanakah Air Bergerak dari dalam Tanah ke Salur Xilem?

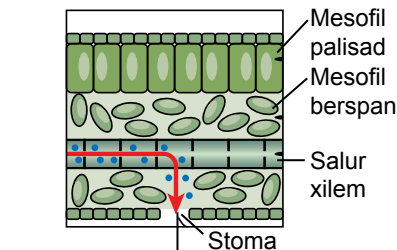


Rajah 4.7 Pergerakan air dari dalam tanah ke salur xilem

Bagaimanakah Pergerakan Air di dalam Salur Xilem?



(a) Pergerakan air dalam salur xilem batang tumbuhan



Wap air terbebas ke persekitaran secara transpirasi
(b) Pergerakan air dalam salur xilem dalam tumbuhan

Petunjuk:

→ Pergerakan air

- Bagi tumbuhan yang tinggi, tekanan akar tidak dapat menggerakkan air ke bahagian daun terutamanya pucuk.
- Oleh yang demikian, pergerakan molekul air di dalam salur xilem batang turut dibantu oleh **tindakan kapilari xilem** yang dihasilkan oleh **daya lekatan** dan **daya lekatan** serta **tarikan transpirasi**.
- Daya lekatan dan lekatan menghasilkan daya tarikan yang menggerakkan air secara berterusan di dalam **salur xilem batang**.

- Semasa proses transpirasi berlaku, air meresap keluar sebagai wap air dari ruang antara sel ke persekitaran melalui stoma yang terbuka.
- **Sel-sel mesofil berspan** kehilangan air dan menjadi **keupayaan air rendah** terhadap sel-sel berhampiran.
- Molekul air dari sel-sel berhampiran akan meresap secara **osmosis** ke sel-sel mesofil berspan.
- Pergerakan ini menghasilkan daya yang dinamakan **tarikan transpirasi** yang menarik molekul air dari dalam salur xilem daun untuk bergerak ke luar daun.

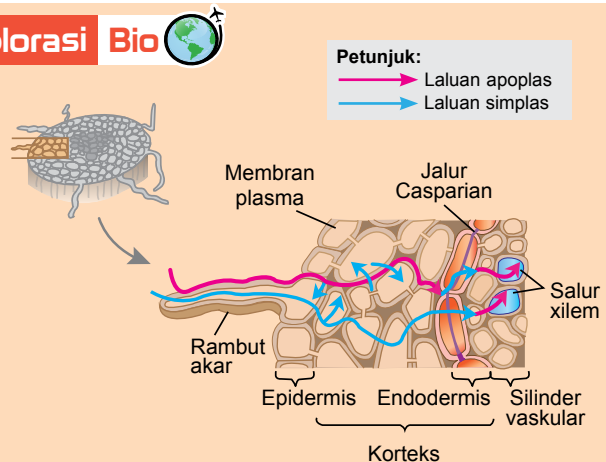
Rajah 4.8 Pergerakan air dalam salur xilem batang dan daun tumbuhan

Eksplorasi Bio

Pergerakan air dari sel-sel akar ke xilem boleh berlaku melalui dua laluan, iaitu:

- laluan simplas – air bergerak melalui sitoplasma dan plasmodesmata
- laluan apoplas – air bergerak melalui ruang antara gentian selulosa di dinding sel

Oleh sebab dinding sel-sel di lapisan endodermis mempunyai jalur Casparian yang tidak telap air, pergerakan air tidak dapat berlaku melalui laluan apoplas tetapi melalui simplas.



Rajah 4.9 Laluan simplas dan laluan apoplas

Pernyataan masalah

Apakah kesan tekanan akar terhadap pengangkutan air?

Tujuan

Mengkaji kesan tekanan akar terhadap pengangkutan air

Hipotesis

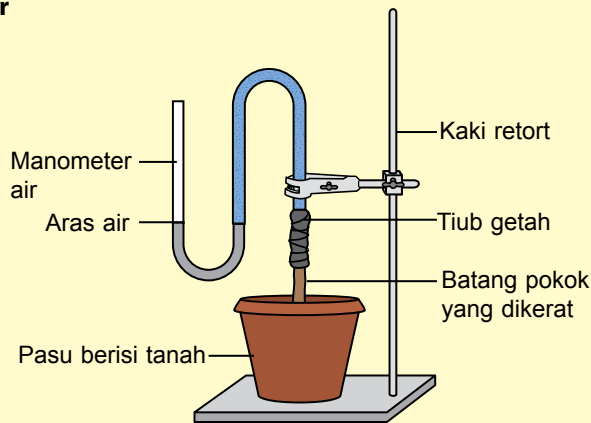
Daya tekanan akar membantu menggerakkan air dari dalam tanah ke pucuk.

Bahan

Pokok keembung segar dalam pasu, jeli petroleum

Radas

Pisau, tiub getah, kaki retort dan pengapit, pen penanda, manometer air

Prosedur**LANGKAH BERJAGA-JAGA**

1. Tanah di dalam pasu perlu mempunyai mineral yang mencukupi.
2. Tinggalkan radas (Rajah 4.10) di kawasan yang sejuk dan lembap.

Rajah 4.10 Susunan radas eksperimen

1. Siram pokok keembung di dalam pasu dan simpan semalaman.
2. Keesokan harinya, kerat batang pokok keembung 5 cm dari permukaan tanah.
3. Dengan menggunakan tiub getah, sambungkan hujung keratan batang pokok keembung ke manometer. Pastikan sambungan adalah kemas.
4. Sapu bahagian sambungan dengan jeli petroleum untuk memastikan sambungan adalah kedap udara.
5. Tandakan aras awal air di dalam lengan manometer.
6. Tinggalkan radas selama 30 minit.
7. Perhatikan perubahan aras air di dalam lengan manometer.

Perbincangan

1. Apakah kepentingan menyiram air pada pokok keembung di dalam pasu sebelum eksperimen dijalankan?
2. Bandingkan keupayaan air di dalam sel akar dengan keupayaan air di dalam tanah.
3. Apakah kesan perbezaan antara keupayaan air dalam sel akar dengan keupayaan air di dalam tanah?
4. Mengapakah tekanan akar diperlukan oleh tumbuhan?

**Kesimpulan**

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

4.2

Kesan Tarikan Transpirasi terhadap Pengangkutan Air

EKSPERIMEN

Pernyataan masalah

Apakah kesan tarikan transpirasi terhadap pengangkutan air?

Tujuan

Mengkaji kesan tarikan transpirasi terhadap pengangkutan air

Hipotesis

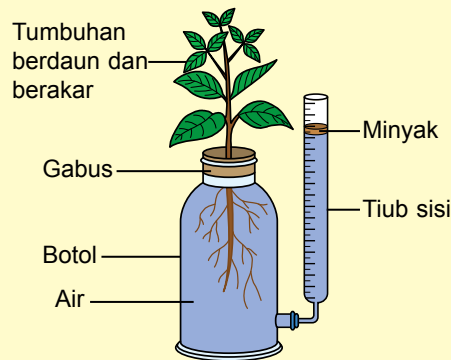
Tarikan transpirasi menggerakkan air dari akar ke daun.

Bahan

Tumbuhan berdaun dan berakar, air, minyak masak, jeli petroleum

Radas

Botol dengan bukaan di tepi, tiub sisi, gabus, pen penanda

Prosedur

Rajah 4.11 Susunan radas eksperimen

1. Sambungkan botol dengan tiub sisi seperti dalam Rajah 4.11.
2. Isikan botol dengan air.
3. Titikkan beberapa titis minyak masak ke permukaan air di dalam tiub sisi.
4. Dengan berhati-hati, masukkan batang tumbuhan berakar pada lubang gabus.
5. Sapukan jeli petroleum pada sambungan batang tumbuhan dan gabus untuk memastikannya kedap udara.
6. Tutup mulut botol menggunakan gabus dengan akar tumbuhan terendam sepenuhnya di dalam air. Kemudian, sapukan jeli petroleum pada sambungan ini untuk memastikannya kedap udara.
7. Tandakan aras air awal dalam tiub sisi menggunakan pen penanda.
8. Letakkan radas di bawah cahaya matahari selama 30 minit.
9. Perhatikan perubahan aras air di dalam tiub sisi.

Perbincangan

1. Nyatakan keperluan memasukkan minyak masak di permukaan air di dalam tiub sisi.
2. Apakah inferens yang dapat dibuat daripada eksperimen ini?
3. Jika eksperimen ini diulang dengan mengurangkan bilangan lamina daun pada tumbuhan, ramalkan pemerhatian yang dapat diperhatikan terhadap aras air dalam tiub sisi. Jelaskan jawapan anda.

**Kesimpulan**

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Aktiviti 4.2



Tujuan

Menghasilkan bunga aneka warna dengan mengaplikasikan konsep pengangkutan air dalam xilem dan memasarkan produk tersebut di sekolah

Bahan

Bunga ros segar berwarna putih, pewarna pakaian berwarna merah, kuning, hijau dan biru

Radas

Pisau, silinder penyukat 50 ml

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Hasilkan bunga aneka warna dengan mengaplikasikan konsep pengangkutan air dalam xilem. Anda boleh menggunakan bahan dan radas seperti di atas.
3. Pasarkan produk kumpulan anda di sekolah (Gambar foto 4.6).



Gambar foto 4.6 Bunga aneka warna

Perbincangan

1. Mengapakah bunga ros yang berwarna putih digunakan?
2. Nyatakan tisu vaskular yang terlibat dalam pewarnaan bunga.
3. Bunga aneka warna ini akan layu lebih cepat berbanding dengan bunga yang asal jika dibiarkan di dalam pasu berisi air. Mengapa?



Gutasi dalam Tumbuhan

Gutasi ialah rembesan titisan air melalui struktur khas di bahagian hujung urat daun tanpa melibatkan bahagian stoma akibat tekanan akar yang tinggi (Gambar foto 4.7).

Gutasi berlaku apabila tekanan akar adalah tinggi dan kadar transpirasi rendah. Keadaan ini selalunya berlaku pada waktu malam dan awal pagi, apabila udara persekitaran mempunyai kelembapan yang tinggi dan suhu persekitaran yang rendah.

Tekanan akar menolak air ke bahagian daun dan pucuk tumbuhan.

Dapatkah anda bandingkan antara gutasi dengan transpirasi? (Jadual 4.1).

Gambar foto 4.7 Gutasi dalam tumbuhan

Perbandingan antara Gutasi dengan Transpirasi

Jadual 4.1 Perbandingan antara gutasi dengan transpirasi

Gutasi	Transpirasi
	
Persamaan	
- Kedua-dua proses berlaku di bahagian daun. - Kedua-dua proses melibatkan kehilangan air yang kekal dari tumbuhan.	
Perbezaan	
Gutasi berlaku pada waktu malam dan awal pagi.	Transpirasi berlaku pada waktu siang yang panas dan berangin.
Gutasi hanya berlaku dalam tumbuhan herba.	Transpirasi berlaku dalam semua tumbuhan.
Air terbebas dalam bentuk titisan air.	Air terbebas dalam bentuk wap air.
Air terbebas melalui struktur khas di bahagian urat daun.	Air terbebas melalui stoma.
Gutasi berlaku apabila tekanan akar tinggi.	Transpirasi dikawal oleh pembukaan dan penutupan stoma.
Gutasi membebaskan air yang kaya dengan mineral.	Transpirasi membebaskan molekul air yang tulen sahaja.

Keadaan Tumbuhan yang Tidak Menjalankan Transpirasi dan Gutasi

Kesan terhadap tumbuhan yang tidak menjalankan gutasi

- Tanpa gutasi, tekanan akar yang efektif tidak dapat dikekalkan. Oleh itu, proses penyerapan air oleh sel rambut akar akan terganggu di dalam persekitaran kelembapan relatif yang tinggi.
- Tanpa gutasi, bahan kumuh tumbuhan tidak dapat disingkirkan.
- Sekiranya gutasi tidak berlaku, tekanan di dalam urat daun akan menjadi tinggi dan menyebabkan urat daun pecah. Daun terdedah kepada jangkitan patogen dan akhirnya gugur.

Kesan terhadap tumbuhan yang tidak menjalankan transpirasi

- Tanpa transpirasi, suhu optimum tumbuhan tidak dapat dikekalkan. Kenaikan suhu dapat menyahaskan enzim dan mengganggu proses biokimia seperti fotosintesis dan respirasi.
- Tanpa transpirasi, ion mineral seperti ion kalium tidak dapat diangkut dari akar ke daun untuk fotosintesis.
- Tanpa transpirasi, pengangkutan air ke seluruh pokok akan terganggu dan menyebabkan **tumbuhan layu**.
- Tumbuhan boleh mati selepas jangka masa yang lama.

Aktiviti 4.3



PEMBENTANGAN
HASIL SENDIRI

Tujuan

Membina peta minda untuk membanding dan membezakan antara gutasi dengan transpirasi

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Tonton video tentang gutasi dan transpirasi dengan mengimbas kod QR di sebelah.
3. Catat isi penting dan bina satu peta minda untuk membanding dan membezakan antara gutasi dengan transpirasi di atas kertas sebak.
4. Bentangkan peta minda anda di dalam kelas.



Video

Gutasi dan
transpirasi

[http://bukutekskssm.
my/Biologi/T5/
TranspirasiGutasi.
mp4](http://bukutekskssm.my/Biologi/T5/TranspirasiGutasi.mp4)

Praktis Formatif 4.2

1. Nyatakan faktor yang terlibat dalam laluan air dan garam mineral dari tanah ke daun.
2. Berikan definisi gutasi dan nyatakan kepentingannya.
3. Apakah perbezaan antara gutasi dengan transpirasi?



4. Dalam keadaan panas dan berangin, proses penyerapan air oleh akar dan pengangkutan air di dalam xilem menjadi lebih cepat.

Adakah anda bersetuju dengan pernyataan ini? Wajarkan.

4.3



Gambar foto 4.8
Afid menghisap
cecair daripada floem

Translokasi

Anda telah mempelajari sistem pengangkutan di dalam tubuh manusia dan haiwan semasa di Tingkatan Empat. Bagaimanakah sistem pengangkutan tumbuhan mengangkut bahan keperluan sel ke semua bahagian yang memerlukan? Apakah proses yang terlibat?

Definisi Translokasi

Translokasi ialah proses pengangkutan bahan-bahan organik seperti sukrosa, asid amino dan hormon di dalam floem dari daun ke bahagian lain tumbuhan seperti akar dan batang.

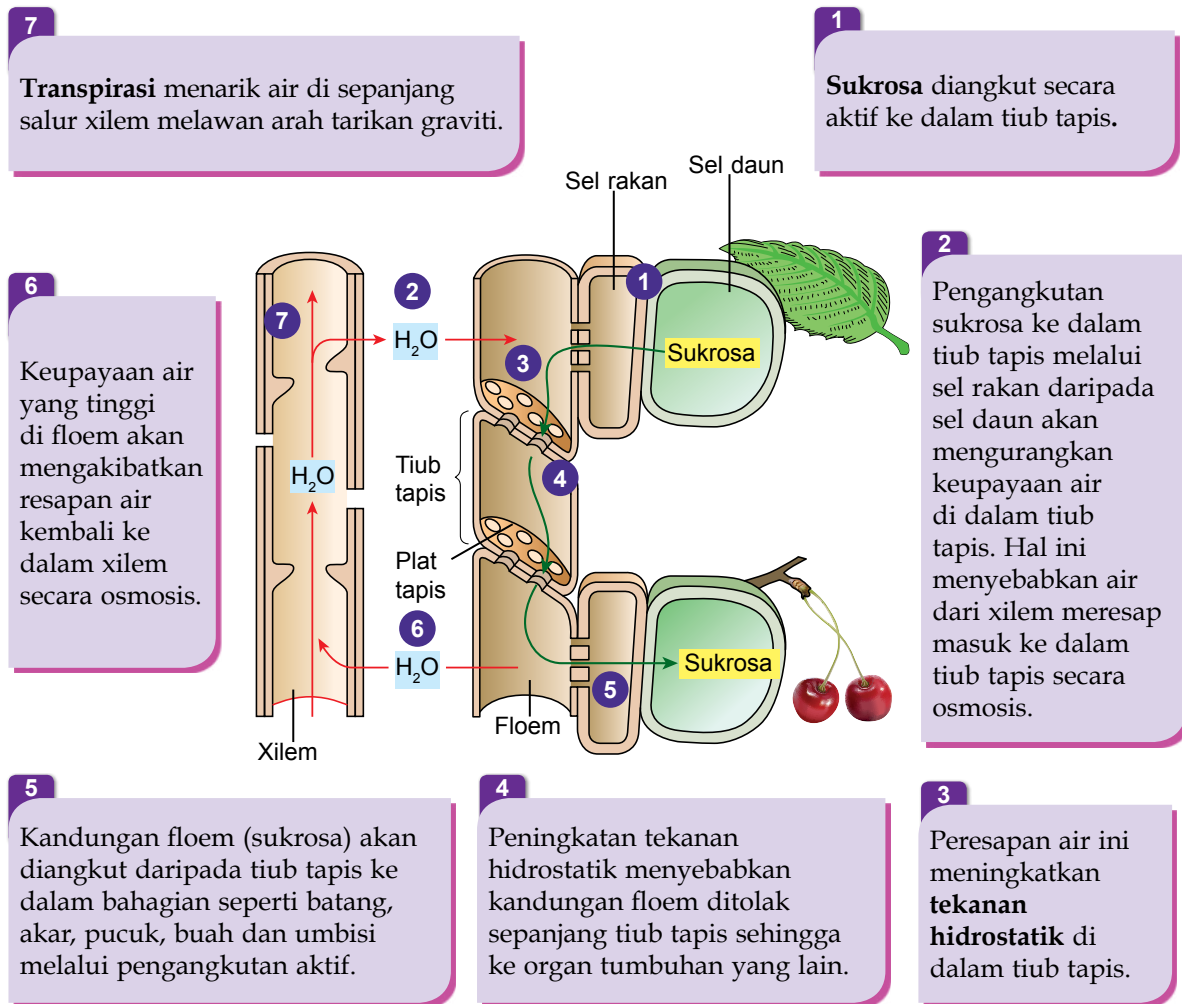
Eksplorasi Bio

Serangga perosak seperti afid biasanya menghisap cecair daripada floem batang tumbuhan. Jika kandungan sap daripada floem batang tumbuhan yang dihisap oleh afid itu dianalisis, cecair tersebut didapati mengandungi sukrosa dan asid amino. Hal ini menunjukkan bahawa translokasi berlaku di floem tersebut (Gambar foto 4.8).

Keperluan Translokasi dalam Tumbuhan

Translokasi membantu tumbuhan untuk mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke bahagian lain tumbuhan untuk pertumbuhan dan respirasi seperti akar, buah, hujung pucuk atau bunga yang sedang berkembang. Selain itu, translokasi juga mengangkut hasil fotosintesis yang berlebihan ke bahagian tumbuhan seperti rizom, umbisi dan bewang (Rajah 4.12).

Laluan Translokasi dalam Tumbuhan



ANALISIS ISTILAH

Translokasi berasal daripada perkataan Yunani,

- **Trans** = menyeberang
- **Lokus** = tempat atau kedudukan

Petunjuk:

- Pergerakan air
- Pergerakan sukrosa

Rajah 4.12 Laluan translokasi dalam tumbuhan

Pernyataan masalah

Apakah peranan tisu floem dalam pengangkutan bahan organik?

Tujuan

Mengkaji peranan tisu floem dalam pengangkutan bahan organik

Hipotesis

Bahagian atas gelang kulit yang dibuang daripada batang pokok membengkak dan bahagian bawah mengecut selepas beberapa minggu.

Pemboleh ubah**Pemboleh ubah dimanipulasikan**

Bahagian gelang kulit yang dibuang

Pemboleh ubah bergerak balas

Keadaan bahagian atas dan bawah gelang kulit batang tumbuhan selepas gelang kulit pada batang dibuang

Pemboleh ubah dimalarkan

Pokok bunga raya

Bahan

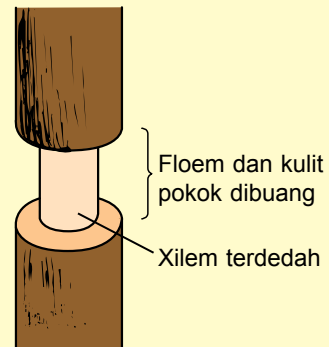
Pokok bunga raya, jeli petroleum

Radas

Pembaris, pisau

Prosedur

1. Potong dan buang sebahagian kulit kayu daripada dahan pokok bunga raya berbentuk gelang (Rajah 4.13).
2. Sapukan jeli petroleum pada bahagian yang digelang.
3. Siram pokok tersebut setiap hari dan biarkannya selama tiga minggu.
4. Catatkan pemerhatian anda ke dalam jadual keputusan di bawah.



Rajah 4.13 Potongan sebahagian kulit kayu

Keputusan

Pemerhatian	Awal eksperimen	Selepas tiga minggu
(a) Bahagian atas gelang		
(b) Bahagian bawah gelang		

Perbincangan

1. Apakah tujuan:
 - (a) Menggelang batang pokok?
 - (b) Menyapu jeli petroleum pada bahagian yang terdedah?
2. Apakah struktur yang telah dibuang ketika dahan tersebut digelang?
3. Ramalkan keadaan yang akan berlaku kepada batang pokok bunga raya tersebut selepas enam bulan.

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Praktis Formatif

4.3

1. Nyatakan definisi translokasi.
2. Apakah peranan translokasi kepada tumbuhan?
3. Bagaimanakah translokasi berlaku dari daun tumbuhan ke akar? Huraikan.



4. Bandingkan kepekatan sukrosa di dalam sel daun dengan tiub tapis. Apakah kesan perbezaan tersebut?
5. Bagaimanakah translokasi mempengaruhi hasil tuaian pokok?



4.4 Fitoremediasi

A lam sekitar dan kesihatan manusia boleh terjejas jika air sisa daripada aktiviti domestik, pertanian, penternakan dan perindustrian tidak dirawat. Bekalan air akan dipenuhi dengan logam berat dan bahan pencemar. Keperluan pengurusan dan rawatan air sisa adalah penting bagi menangani krisis kekurangan bekalan air bersih, isu pencemaran sumber air dan kos rawatan air yang semakin meningkat.

ANALISIS ISTILAH

Fitoremediasi berasal dari perkataan

Phyto (Yunani kuno) = tumbuhan

Remedium (Latin) = memperbaiki

Bagi mengatasi masalah ini, kaedah fitoremediasi merupakan salah satu alternatif dalam merawat air sisa dengan menyingkirkan logam berat serta memerangkap nutrien dan mikroorganisma berbahaya. Rawatan

fitoremediasi menggunakan tumbuhan akuatik yang dapat menyerap logam berat dan nutrien yang terdapat di dalam air sisa.

Definisi Fitoremediasi

Fitoremediasi merupakan satu kaedah rawatan yang menggunakan tumbuhan untuk tujuan degradasi, pengekstrakan atau penyingkiran bahan pencemar di dalam tanah dan air.

Antara contoh tumbuhan yang digunakan untuk fitoremediasi ialah *Eichhornia crassipes* (keladi bunting). Tumbuhan ini mempunyai akar yang panjang yang dapat mengumpul logam berat seperti kuprum dan plumbum di dalam air (Gambar foto 4.9). Apakah contoh lain penggunaan fitoremediasi dalam kehidupan kita?

Eksplorasi Bio



Rebakan keladi bunting di dalam air boleh menyebabkan oksigen terlarut berkurangan sehingga ikan tidak dapat hidup.



Gambar foto 4.9 *Eichhornia crassipes* (Keladi bunting)

Penggunaan Fitoremediasi dalam Kehidupan

1

Bunga matahari (Gambar foto 4.11) digunakan untuk **remediasi tanah** yang tercemar akibat letupan **loji nuklear** di **Chernobyl, Rusia**.

Bunga matahari bertindak sebagai **hiperakumulator** yang dapat menyingkirkan logam berat seperti **zink, kromium, kuprum, plumbum** dan **nikel** serta bahan radioaktif **sesium** dan **strontium**.



Gambar foto 4.10 Keadaan di Chernobyl selepas letupan loji nuklear

**Lintasan Sejarah**

Pada 26 April 1986, reaktor nombor empat di loji jana kuasa nuklear Chernobyl, Rusia, meletup ketika satu ujian keselamatan. Asap yang dipenuhi bahan radioaktif itu terbang sejauh 2334 km (Gambar foto 4.10).



Gambar foto 4.11
Pokok bunga matahari

2

Terdapat tumbuhan akuatik yang sesuai digunakan untuk **merawat air sisa** di loji kumbahan (Gambar foto 4.12) melalui kaedah fitoremediasi. Contohnya, *Pistia stratiotes* (pokok kiambang) (Gambar foto 4.13) mempunyai kadar pertumbuhan yang cepat dan mampu mengakumulasi logam berat dan menyerap nutrien di loji kumbahan.



Gambar foto 4.12 Loji kumbahan



Gambar foto 4.13
Pokok kiambang

3

Akar pokok kangkung darat (Gambar foto 4.14) berupaya menyerap merkuri dari dalam tanah, manakala akar pokok kangkung air pula dapat menyerap logam berat kadmium daripada air.



Gambar foto 4.14 Pokok kangkung

4.4

Keberkesanan Tumbuhan Fitoremediasi dalam Pengawalan Pencemaran Air

EKSPERIMEN

Pernyataan masalah

Adakah tumbuhan fitoremediasi berkesan dalam pengawalan pencemaran air?

Tujuan

Mengkaji keberkesanan tumbuhan fitoremediasi dalam pengawalan pencemaran air

Hipotesis

Akar pokok keladi bunting berupaya menyerap kandungan ammonia dalam air tasik.

Pemboleh ubah

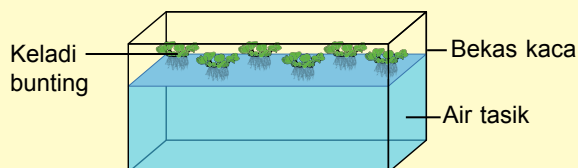
Pemboleh ubah dimanipulasikan: Kehadiran pokok keladi bunting

Pemboleh ubah bergerak balas: Kandungan ammonia pada akhir eksperimen

Pemboleh ubah dimalarkan: Isi padu air tasik

Bahan: *Eichhornia crassipes* (keladi bunting), 10 liter air tasik, 100 ml larutan ammonium klorida 10%, air paip, kit ujian ammonia

Radas: Dua bekas kaca bersaiz melebihi 5 liter

Prosedur**Eksplorasi Bio**

Kit ujian ammonia boleh diperoleh dari kedai akuakultur atau kedai akuarium.

Rajah 4.14 Susunan radas kaedah fitoremediasi

1. Bersihkan pokok keladi bunting daripada kotoran atau lumpur.
2. Masukkan 5 liter air tasik ke dalam dua bekas kaca yang berlabel sebagai A dan B.
3. Masukkan 50 ml larutan ammonium klorida 10% ke dalam bekas kaca A dan B.
4. Rekodkan bacaan awal ammonium di dalam kedua-dua bekas kaca dengan menggunakan kit ujian ammonia.
5. Masukkan enam pokok keladi bunting dari langkah 1 ke dalam bekas kaca A (Rajah 4.14).
6. Biarkan kedua-dua bekas kaca pada suhu bilik.
7. Rekodkan bacaan akhir ammonia yang terdapat di dalam bekas kaca A dan bekas kaca B selepas tujuh hari menggunakan kit ujian ammonia.
8. Rekodkan kandungan ammonia dalam jadual keputusan.

Keputusan

Bekas kaca	Kandungan ammonia dalam air tasik	
	Bacaan awal	Bacaan akhir
A		
B		

Perbincangan

1. Mengapakah pokok keladi bunting perlu dibersihkan terlebih dahulu (langkah 1)?
2. Namakan tumbuhan lain yang dapat menyerap kandungan ammonia dalam air.
3. Apakah kesan ammonia terhadap ekosistem akuatik?

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Pernyataan masalah

Adakah tumbuhan fitoremediasi berkesan dalam pengawalan pencemaran tanih?

Tujuan

Mengkaji keberkesanan tumbuhan fitoremediasi dalam pengawalan pencemaran tanih.

Hipotesis

Akar pokok kangkung berupaya menyerap nutrien seperti ammonia dalam tanah.

Pemboleh ubah

Pemboleh ubah dimanipulasikan: Kehadiran pokok kangkung

Pemboleh ubah bergerak balas: Kandungan ammonia dalam tanah pada akhir eksperimen

Pemboleh ubah dimalarkan: Jisim tanah hitam

Bahan: Pokok kangkung, 5 kg sisa makanan, 50 ml larutan kalium klorida 2 M, bikar 100 ml, bekas plastik, 5 kg tanah hitam, air suling, kit ujian ammonia

Radas: Ketuhar

Prosedur

1. Ratakan 5 kg tanah hitam supaya membentuk lapisan nipis di atas sehelai plastik dan keringkan menggunakan ketuhar.
2. Masukkan 2.5 kg tanah hitam ke dalam bekas plastik dan labelkan sebagai bekas A.
3. Masukkan baki tanah hitam 2.5 kg ke dalam satu lagi bekas plastik dan labelkan sebagai bekas B.
4. Tentukan kandungan ammonia di dalam tanah di dalam bekas A dan B:
 - (a) Masukkan 7 g tanah hitam dari bekas A dan B ke dalam kelalang kon yang berbeza.
 - (b) Campurkan 50 ml larutan kalium klorida 2 M ke dalam dua kelalang kon yang berbeza dan goncangkan.
 - (c) Turas campuran tersebut ke dalam bikar 100 ml.
 - (d) Masukkan 20 ml air suling ke dalam hasil turasan.
 - (e) Tentukan kepekatan ammonia di dalam hasil turasan menggunakan kit ammonia.
5. Gaulkan 2.5 kg sisa makanan dengan campuran tanah di dalam bekas A supaya sekata campurannya.
6. Ulangi langkah 5 untuk campuran tanah di dalam bekas B.
7. Pindahkan 20 batang anak kangkung ke dalam bekas A, manakala bekas B dibiarkan tanpa pokok kangkung sebagai radas kawalan.
8. Letakkan bekas A dan B di kawasan yang panas tetapi terlindung daripada hujan.
9. Siram bekas A dan B setiap hari selama dua minggu dengan kuantiti air yang sama banyak.
10. Selepas 2 minggu, ulangi langkah 4 untuk menguji kandungan ammonia di dalam bekas A dan bekas B.
11. Rekodkan bacaan akhir ammonia dalam jadual keputusan.

Keputusan

Bekas kaca	Kandungan ammonia	
	Awal eksperimen	Akhir eksperimen
A		
B		

Perbincangan

1. Apakah keperluan mengeringkan sampel tanah sebelum eksperimen dijalankan?
2. Apakah signifikan penggunaan kangkung dalam eksperimen ini?

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.



Praktis Formatif 4.4

1. Apakah maksud fitoremediasi?

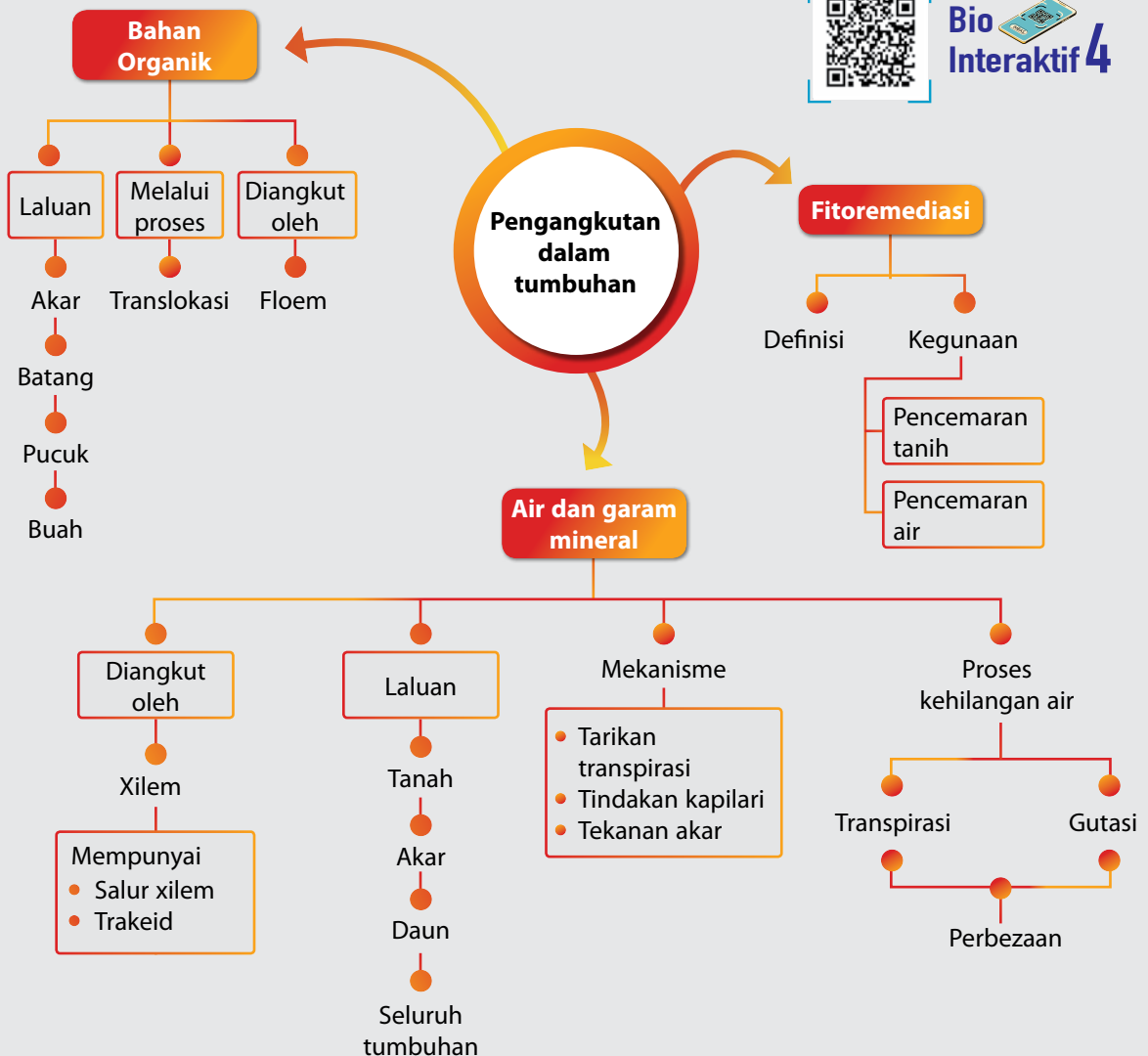
2. Nyatakan **dua** kegunaan fitoremediasi dalam kehidupan.



Imbas Memori



Bio Interaktif 4



REFLEKSI KENDIRI



Lengkapkan refleksi sendiri ini untuk menyemak konsep-konsep penting yang telah anda pelajari.



Konsep penting	Sangat baik	Berusaha lagi
Keperluan pengangkutan dalam tumbuhan		
Penyesuaian struktur salur xilem dan trakeid dengan pengangkutan air dan garam mineral		
Penyesuaian struktur tiub tapis dan sel rakan dengan pengangkutan bahan organik		
Faktor yang terlibat dalam laluan air dan garam mineral dari tanah ke daun, iaitu tarikan transpirasi, tindakan kapilari dan tekanan akar		
Gutasi dalam tumbuhan		
Perbandingan antara gutasi dengan transpirasi dalam tumbuhan		
Keadaan tumbuhan yang tidak menjalankan transpirasi dan gutasi		
Definisi translokasi		
Keperluan translokasi dalam tumbuhan		
Laluan translokasi dalam tumbuhan		
Definisi fitoremediasi		
Penggunaan fitoremediasi dalam kehidupan		
Keberkesanan tumbuhan fitoremediasi dalam pengawalan pencemaran air dan pencemaran tanah		

Praktis Sumatif



- Adakah salur xilem merupakan struktur hidup atau struktur mati? Berikan **satu** sebab bagi jawapan anda.
 - Apakah fungsi utama salur xilem? Nyatakan **tiga** cara penyesuaian struktur salur xilem dengan fungsinya.
 - Bagaimanakah penyesuaian akar tumbuhan dikatakan sama dengan penyesuaian dinding usus kecil manusia dalam penyerapan nutrien? Jelaskan.
 - Racun serangga jenis sistemik dapat diserap dan diangkut ke seluruh bahagian tumbuhan. Adakah menyembur racun serangga jenis sistemik secara terus ke atas daun tumbuhan dapat membunuh serangga seperti afid yang memakan pucuk tumbuhan? Jelaskan.



2. Hasil fotosintesis seperti sukrosa diangkut oleh floem melalui translokasi dari daun ke bahagian lain seluruh tumbuhan seperti biji benih, buah, akar dan umbisi.
 - (a) Terangkan laluan molekul sukrosa yang diangkut dari daun ke bahagian yang lain seperti buah.
 - (b) Rancang **satu** eksperimen menggunakan serangga perosak afid untuk membuktikan bahawa translokasi sukrosa dan asid amino berlaku di floem.
3. Gambar foto 1 menunjukkan keadaan di Chernobyl, Rusia selepas peristiwa letupan loji nuklear pada tahun 1986.



Gambar foto1 Loji nuklear di Chernobyl, Rusia

- (a) Salah satu kaedah yang digunakan untuk merawat tanah selepas letupan tersebut adalah dengan menyingkirkan bahan pencemar menggunakan tumbuhan. Apakah nama kaedah ini?
- (b) Cadangkan **satu** tumbuhan yang dapat digunakan dalam kaedah yang dinyatakan pada soalan 3(a).
- (c) Encik Sani merupakan petani moden yang bercucuk tanam berdekatan kawasan perindustrian. Encik Sani membuat saliran di kebun sayurnya sebagai sumber air untuk menyiram tanamannya. Beliau juga membiakkan keladi bunting di dalam saliran tersebut. Wajarkan tindakan Encik Sani.



Minda Abad ke-21

4. Gambar foto 2 menunjukkan Tasik A, sebuah tasik buatan yang terletak berhampiran dengan sebuah pasar. Sebanyak 3000 ekor anak ikan daripada pelbagai spesies telah dilepaskan ke dalam tasik ini untuk dibiakkan bagi tujuan aktiviti memancing. Walau bagaimanapun, setelah ikan-ikan tersebut matang dan boleh ditangkap, didapati kandungan plumbum di dalam air tasik sangat tinggi. Andaikan anda bertugas sebagai seorang jurutera kimia di majlis perbandaran kawasan tersebut, cadangkan **satu** kaedah untuk menyelesaikan masalah ini. Rancang **satu** eksperimen untuk menguji keberkesanan kaedah yang akan dijalankan.



Gambar foto 2 Tasik A

Bab

5

Gerak Balas dalam Tumbuhan

Eksplorasi

Bab

- Jenis Gerak Balas
- Fitohormon
- Aplikasi Fitohormon dalam Pertanian



Standard
Pembelajaran

Tahukah

Anda?

- Adakah tumbuhan dapat melakukan gerak balas seperti gerak balas manusia dan haiwan?
- Apakah yang merangsang tumbuhan melakukan gerak balas terhadap persekitaran?
- Apakah fitohormon?
- Bagaimanakah fitohormon dapat dikomersialkan?

Teknologi *Effective Microorganisms* (EM)

Effective Microorganisms (EM) ialah campuran mikroorganisma anaerob yang memberi kesan baik kepada industri pertanian dan penternakan untuk meningkatkan mutu dan hasil keluaran.

Yis atau ragi merupakan salah satu mikroorganisma yang hadir dalam campuran EM. Yis berfungsi sebagai pengeluar hormon dan enzim yang bertindak sebagai bahan bioaktif untuk meningkatkan keaktifan pembahagian sel tumbuhan dan akar. Selain itu, yis juga dapat meningkatkan keupayaan proses fotosintesis tanaman dan seterusnya merangsang tumbuhan untuk berbunga dan menghasilkan buah dengan lebih banyak.



Kata Kunci



- | | |
|------------------------|-----------------|
| ➤ Auksin | ➤ Hidrotropisme |
| ➤ Etilena | ➤ Kemotropisme |
| ➤ Fotonasti | ➤ Niktinasti |
| ➤ Fototropisme | ➤ Seismonasti |
| ➤ Fitohormon | ➤ Sitokinin |
| ➤ Geotropisme | ➤ Termonasti |
| ➤ Gerak balas nasti | ➤ Tigmotropisme |
| ➤ Gerak balas tropisme | |

5.1 Jenis Gerak Balas

Gerak balas terhadap rangsangan adalah sifat organisma untuk memastikan kemandirian spesiesnya. Tumbuhan juga seperti manusia dan haiwan, mampu menyesuaikan diri dengan perubahan persekitaran. Bagaimanakah tumbuhan bergerak balas dengan perubahan di sekelilingnya? Apakah yang merangsang tumbuhan untuk bergerak balas? (Rajah 5.1).



Rajah 5.1 Gerak balas tumbuhan

Anda telah mempelajari gerak balas tumbuhan semasa di Tingkatan 3. Bolehkah anda menyatakan jenis gerak balas dalam tumbuhan? Biasanya gerak balas tumbuhan terhadap pelbagai rangsangan persekitaran merupakan gerak balas pertumbuhan. Terdapat dua jenis gerak balas tumbuhan, iaitu gerak balas **tropisme** dan gerak balas **nasti**.

Jenis Gerak Balas Tumbuhan

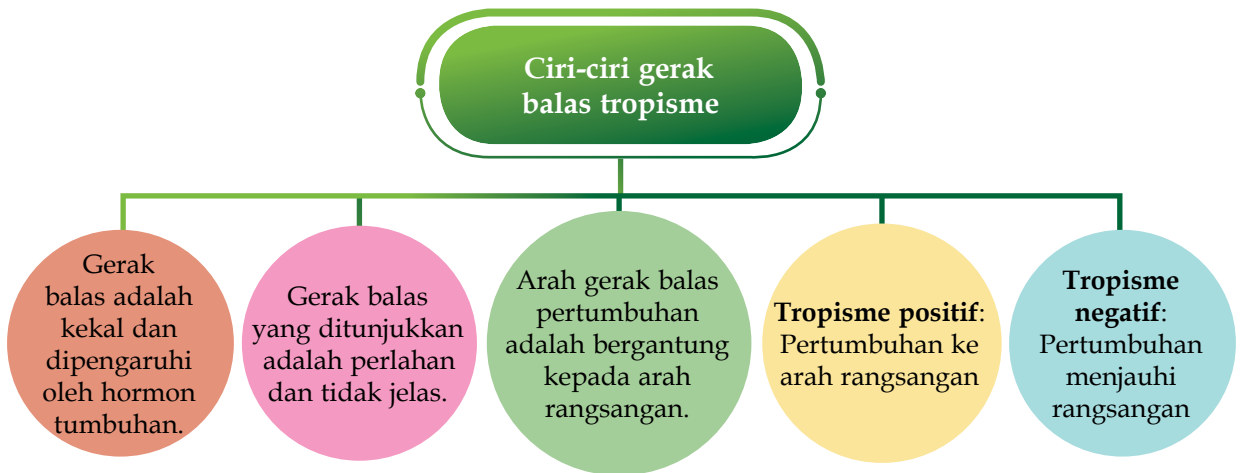
Gerak Balas Tropisme

Gerak balas **tropisme** merupakan gerak balas bahagian-bahagian tertentu tumbuhan seperti **akar** dan **pucuk**, sama ada tumbuh mendekati atau menjauhi rangsangan. Dapatkah anda menerangkan gerak balas akar dalam Gambar foto 5.1 di bawah? Terdapat pelbagai jenis gerak balas dalam tumbuhan, iaitu **tigmotropisme**, **geotropisme**, **hidrotropisme**, **fototropisme** dan **kemotropisme**.

ANALISIS ISTILAH

Perkataan tropisme berasal daripada perkataan Yunani, iaitu 'tropos' yang bermaksud berputar.

Gambar foto 5.1 Akar pokok menunjukkan gerak balas geotropisme positif



Rajah 5.2 Ciri-ciri gerak balas tropisme dalam tumbuhan

Contoh Gerak Balas Tropisme

Tigmotropisme

Tigmotropisme merupakan gerak balas pertumbuhan terhadap **sentuhan**.

Sulur paut menunjukkan tigmotropisme positif dengan berpaut pada objek seperti kayu bagi membolehkannya mendapat sokongan (Gambar foto 5.2).



Gambar foto 5.2
Contoh tigmotropisme

Geotropisme

Geotropisme merupakan gerak balas pertumbuhan terhadap tarikan **graviti** (Gambar foto 5.3).

Pucuk menunjukkan geotropisme negatif.

Akar menunjukkan geotropisme positif.



Gambar foto 5.3
Contoh geotropisme

Hidrotropisme

Hidrotropisme merupakan gerak balas pertumbuhan terhadap **air**.

Akar menunjukkan hidrotropisme positif kerana tumbuh ke arah air (Gambar foto 5.4).

Gambar foto 5.4 Contoh hidrotropisme

Fototropisme

Fototropisme merupakan gerak balas pertumbuhan terhadap **cahaya**.

Pucuk menunjukkan fototropisme positif kerana tumbuh ke arah cahaya (Gambar foto 5.5).



Gambar foto 5.5
Contoh fototropisme

Kemotropisme

Kemotropisme merupakan gerak balas pertumbuhan terhadap bahan **kimia** (Gambar foto 5.6).

Akar menunjukkan kemotropisme positif apabila tumbuh ke arah garam mineral.

Akar menunjukkan kemotropisme negatif apabila tumbuh menjauhi bahan kimia tertentu seperti racun.

Gambar foto 5.6 Contoh kemotropisme



Gerak Balas Nasti

Gerak balas nasti terdiri daripada beberapa jenis, iaitu **fotonasti**, **seismonasti**, **niktinasti**, **termonasti** dan **tigmonasti**.



Rajah 5.3 Ciri-ciri gerak balas nasti

Contoh Gerak Balas Nasti

Fotonasti

Biasanya, kelopak bunga terlibat dalam gerakan fotonasti yang bergerak balas terhadap cahaya. Pernahkah anda memerhati keadaan bunga ros Jepun pada awal pagi? (Gambar foto 5.7).



Gambar foto 5.7 Bunga ros Jepun

Seismonasti

Seismonasti merupakan gerak balas yang berlaku disebabkan oleh rangsangan mekanikal seperti **kejutan**, **sentuhan**, **tiupan angin** dan **titisan air hujan**. Gerakan seismonasti dapat dilihat pada **daun**, **stigma** dan **stamen**. Apakah yang berlaku pada daun pokok semalu apabila disentuh? (Gambar foto 5.8).



Gambar foto 5.8 Pokok semalu

Niktinasti

Niktinasti merupakan gerak balas ritma sirkadian tumbuhan terhadap keadaan gelap. Biasanya, daun pokok kekacang seperti daun pokok petai belalang, menguncup pada waktu malam dan kembali terbuka pada waktu siang (Gambar foto 5.9).



Gambar foto 5.9

Leucaena leucocephala (Pokok petai belalang)

Termonasti

Termonasti merupakan gerak balas tumbuhan terhadap perubahan suhu persekitaran. Sebagai contoh, bunga tulip kembang mekar disebabkan kenaikan suhu dan menguncup apabila suhu menurun (Gambar foto 5.10).



Gambar foto 5.10 Bunga tulip

Tigmonasti

Tigmonasti merupakan gerak balas tumbuhan terhadap getaran. Gerak balas ini dapat diperhatikan pada tumbuhan karnivor seperti perangkap lalat Venus. Rangsangan yang diterima menyebabkan daun tertutup dan memerangkap serangga (Gambar foto 5.11).



Gambar foto 5.11 Perangkap lalat Venus

ZON AKTIVITI

Bandingkan gerak balas tropisme dan gerak balas nasti dalam tumbuhan menggunakan peta minda.

Praktis Formatif

5.1

1. Nyatakan definisi gerak balas tropisme.
2. Senaraikan **tiga** jenis gerak balas tropisme.
3. Wajarkan gerak balas fototropisme yang dilakukan oleh tumbuhan.

4. Danish mendapati daun pokok semalu menguncup apabila nyalaan pemetik api didekatkan dengan daunnya. Jelaskan pemerhatian ini.



5.2 Fitohormon

Apakah yang mengawal atur gerak balas dalam tumbuhan? Tumbuhan tidak mempunyai sistem saraf seperti manusia dan haiwan yang menggunakan sistem saraf dan hormon bagi mengawal atur aktiviti hidupnya. Hal ini dikatakan demikian kerana gerak balas yang dilakukan oleh tumbuhan dapat diperhatikan dengan jelas selepas suatu tempoh masa tertentu.

Fitohormon atau hormon tumbuhan, merupakan bahan kimia yang merangsang dan menyelaraskan gerak balas dalam tumbuhan terhadap rangsangan pada kepekatan yang sangat rendah. Biasanya, fitohormon disintesis di dalam organ tumbuhan tertentu dan diangkut ke bahagian atau organ sasaran melalui floem.

ZON AKTIVITI

Buat kajian tentang sejarah penemuan fitohormon dan bentangkan hasil kajian anda di dalam kelas

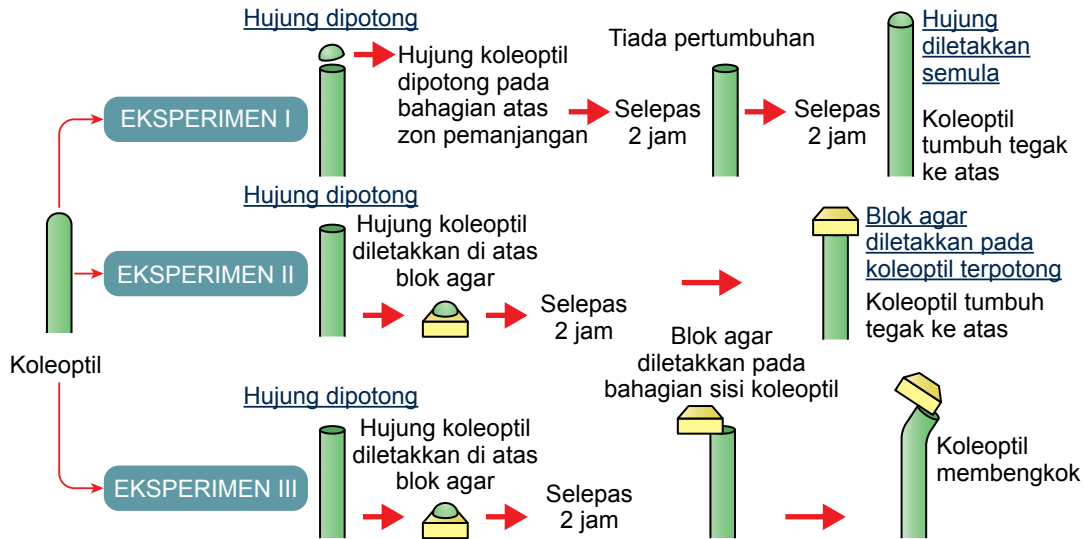
Fungsi Fitohormon

Jadual 5.1 Jenis fitohormon dan fungsinya

Fitohormon	Fungsi
Auksin	- Berfungsi dalam fototropisme dan geotropisme - Menggalakkan perkembangan kedominan apeks pucuk dan akar - Merangsang pertumbuhan dan pemanjangan sel akar dan sel pucuk - Merangsang percambahan akar adventitus pada keratan batang - Merangsang pembahagian sel di kambium semasa pertumbuhan sekunder - Merencatkan keguguran buah dan daun yang masih muda - Merencatkan pengeluaran tunas sisi
Giberelin	- Menggalakkan pembahagian dan pemanjangan sel batang - Merangsang perkembangan daun, bunga dan buah - Merangsang perkembangan dan percambahan biji benih - Menyebabkan pertumbuhan batang berbunga pada tumbuhan kerdil - Merencat perkembangan akar
Sitokinin	- Merangsang pembahagian dan pemanjangan sel akar dan sel batang dengan kehadiran auksin - Merangsang percambahan biji benih - Merencatkan perkembangan kedominan apeks - Melambatkan proses penuaan daun - Merangsang pertumbuhan tunas sisi
Asid absisik	- Merencatkan pertumbuhan tumbuhan - Merangsang pengguguran buah, daun dan bunga yang matang - Menggalakkan kedormanan biji benih - Menggalakkan penutupan liang stoma pada musim kemarau - Merencat pertumbuhan tunas dan percambahan biji benih
Etilena	- Merangsang pemasakan buah - Merangsang penuaan tumbuhan - Merangsang keguguran daun dan buah

Kesan Auksin terhadap Gerak Balas Pertumbuhan

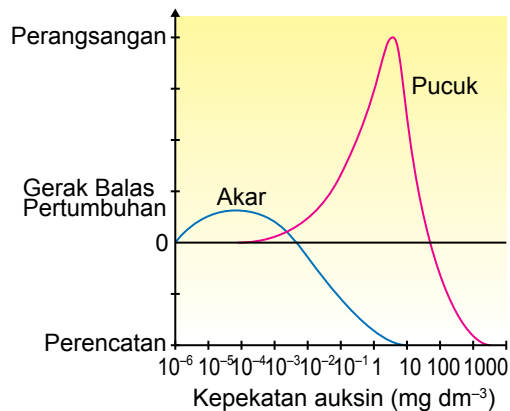
Tumbuhan bergerak balas terhadap rangsangan dalam bentuk pertumbuhan. Gerak balas pertumbuhan dikawal oleh **auksin**. Mari kita kaji eksperimen tentang kesan auksin ke atas gerak balas koleoptil tumbuhan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5.4.



Rajah 5.4 Eksperimen yang mengkaji kesan auksin terhadap pertumbuhan koleoptil di hujung pucuk

Apakah inferens yang dapat dibuat berdasarkan pemerhatian eksperimen di atas? Eksperimen ini menunjukkan bahawa auksin yang disintesis pada hujung koleoptil merangsang pemanjangan sel. Taburan auksin mempengaruhi arah pertumbuhan pucuk. Taburan auksin yang sekata menyebabkan koleoptil tumbuh tegak ke atas. Bahagian yang menerima lebih banyak auksin memanjang dengan lebih cepat dan menyebabkan koleoptil membengkok ke arah sisi yang kurang atau tidak menerima auksin.

Gerak balas tropisme berkait rapat dengan taburan auksin. Rangsangan luar seperti cahaya dan graviti mempengaruhi taburan auksin dalam tumbuhan. Auksin memberi kesan yang berbeza kepada sel-sel di pucuk dan sel-sel di akar. Kepekatan auksin yang tinggi merangsang pemanjangan sel di pucuk tetapi merencatkan pemanjangan sel di akar (Rajah 5.5).

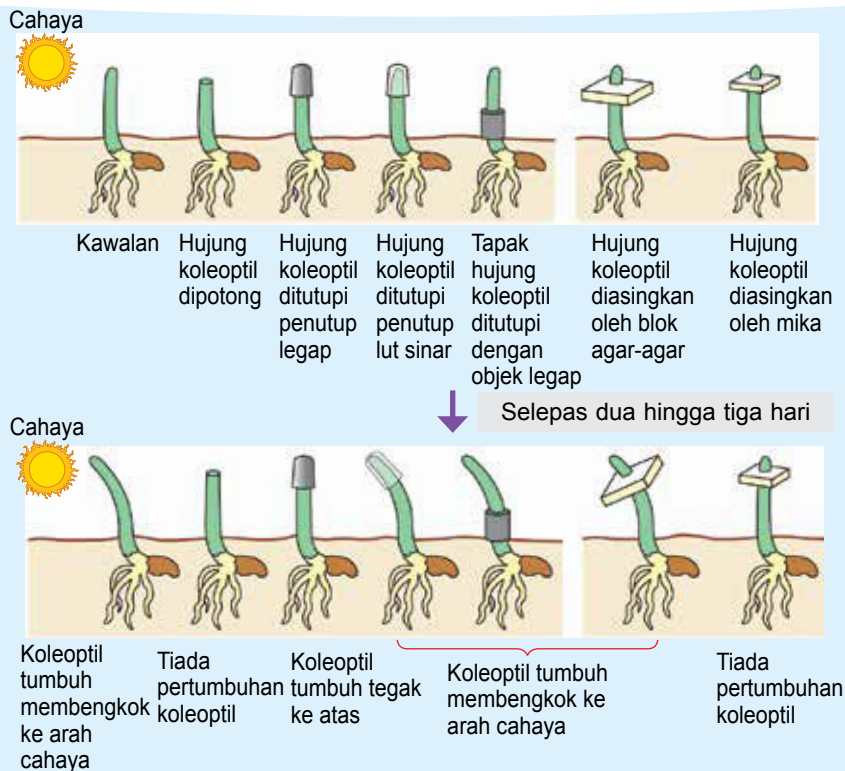


Rajah 5.5 Graf kesan kepekatan auksin terhadap pemanjangan pucuk dan akar

Peranan Auksin dalam Gerak Balas Tumbuhan

Peranan Auksin dalam Gerak Balas Fototropisme

Arah gerak balas hujung pucuk bergantung kepada arah rangsangan cahaya. Taburan auksin pada pucuk adalah sekata jika didedahkan kepada cahaya dari semua arah. Hal ini menyebabkan pucuk tumbuh tegak ke atas. Apabila pucuk didedahkan kepada cahaya dari satu arah sahaja, auksin akan bergerak menjauhi cahaya. Kepekatan auksin lebih tinggi di bahagian teduh. Kepekatan auksin menjadi tidak sekata di pucuk. Sel di bahagian teduh mengalami pemanjangan yang lebih berbanding dengan sel pada bahagian yang terkena cahaya. Kesannya, pucuk membengkok ke arah cahaya. Pucuk menunjukkan fototropisme positif. Rajah 5.6 menunjukkan peranan auksin di hujung koleoptil terhadap gerak balas pertumbuhan berdasarkan fototropisme.

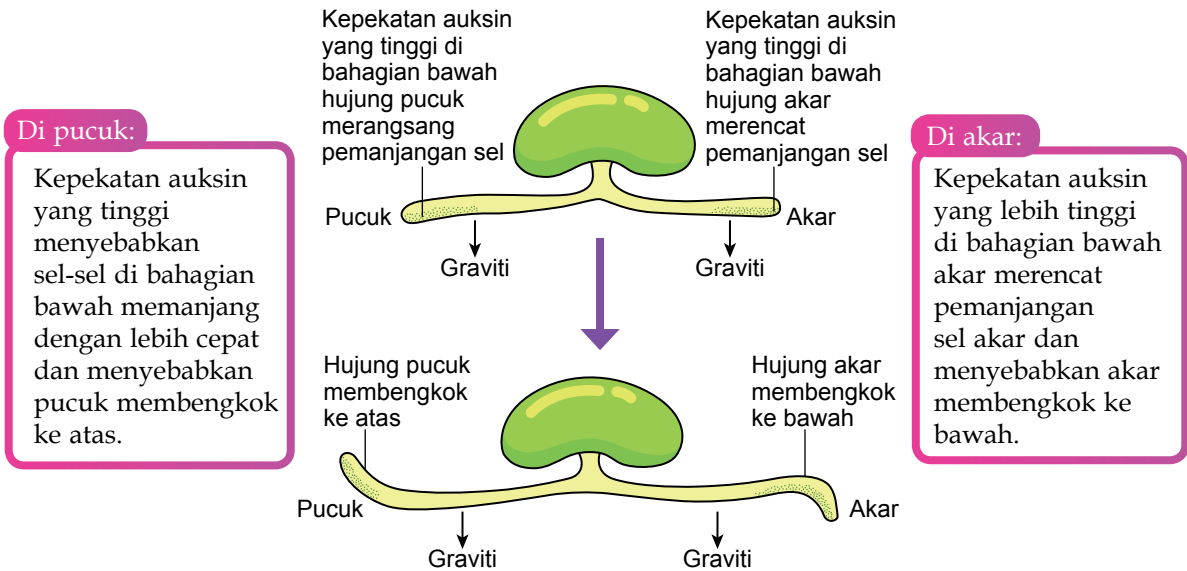


Rajah 5.6 Peranan auksin di hujung koleoptil terhadap gerak balas pertumbuhan berdasarkan fototropisme

Peranan Auksin dalam Gerak Balas Geotropisme

Gerak balas tumbuhan terhadap tarikan graviti juga dikawal oleh auksin. Biji benih bercambah di dalam tanah secara mendatar. Auksin berkumpul di bahagian bawah hujung pucuk dan akar disebabkan oleh tarikan graviti. Akar menunjukkan gerak balas **geotropisme positif** kerana tumbuh ke bawah, iaitu mengikut arah tarikan graviti, manakala pucuk menunjukkan gerak balas **geotropisme negatif** kerana tumbuh ke atas, melawan arah tarikan graviti. Rajah 5.7 menunjukkan kesan auksin di hujung pucuk dan di hujung akar terhadap gerak balas geotropisme.

Taburan auksin yang tidak sekata di dalam sulur paut membolehkan sulur paut melilit mengelilingi objek. Gerak balas ini dikenal sebagai tigmotropisme.



Rajah 5.7 Peranan auksin di hujung pucuk dan hujung akar terhadap gerak balas pertumbuhan berdasarkan gerak balas geotropisme

5.1

Gerak Balas Radikal dan Pucuk Anak Benih terhadap Tarikan Graviti

EKSPERIMEN

Tujuan:

Mereka bentuk eksperimen untuk mengkaji gerak balas radikal dan pucuk anak benih terhadap tarikan graviti

Prosedur

- Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
- Reka bentuk satu eksperimen untuk mengkaji gerak balas radikal dan pucuk anak benih terhadap tarikan graviti.
- Tulis satu laporan lengkap merangkumi:

(a) Pernyataan masalah	(d) Pemboleh ubah	(g) Pemerhatian
(b) Tujuan	(e) Bahan dan radas	(h) Perbincangan
(c) Hipotesis	(f) Prosedur	(i) Kesimpulan

Praktis Formatif

5.2

- Namakan **tiga** contoh fitohormon dan nyatakan fungsinya.
- Bagaimanakah auksin dapat mengawal fototropisme pucuk tumbuhan dalam keadaan gelap?



- Encik Farid yang menjual buah epal di sebuah pasar sentiasa mengasingkan buah yang sudah terlebih masak daripada buah yang sedang masak dengan segera. Wajarkan tindakan Encik Farid.

5.3 Aplikasi Fitohormon dalam Pertanian

Fitohormon merupakan bahan kimia yang banyak membantu dalam perkembangan bunga, buah, batang dan akar. Fitohormon bukan sahaja dihasilkan secara semula jadi, malah dapat dihasilkan secara sintetik di dalam makmal. Terdapat juga fitohormon yang diekstrak untuk pelbagai kegunaan dalam pertanian. Rajah 5.8 menunjukkan aplikasi fitohormon dalam bidang pertanian.

Auksin

- Menggalakkan pertumbuhan tanaman
- Merangsang pengembangan akar (pemiakan aseks) pada keratan batang tumbuhan berkayu bagi tanaman hortikultur
- Menghasilkan buah tanpa biji melalui kaedah partenokarpi
- Digunakan sebagai racun rumput
- Melambatkan pertunasan ubi kentang semasa penyimpanan atau pemasaran
- Pembentukan tumbuhan yang rendah dan rimbun

Giberelin

- Merawat tumbuhan kerdil akibat mutasi tumbuh ke ketinggian normal
- Merangsang pemanjangan tangkai bunga dengan cepat
- Digunakan untuk menghasilkan buah anggur yang lebih besar
- Menggalakkan percambahan biji benih tanaman seperti salad, oat dan tembakau pada keadaan suhu rendah atau kekurangan cahaya

Sitokinin

- Teknik kultur tisu - merangsang pembahagian dan pembezaan sel
- Teknik kultur tisu - digunakan bersama auksin untuk merangsang pembentukan organ tumbuhan seperti akar dan batang
- Digunakan untuk melambatkan penuaan daun bagi pokok bunga yang baru dipotong

Asid Absisik

- Memberi kesan perencatan ke atas proses percambahan dan pertumbuhan

Etilena

- Digunakan secara komersil untuk merangsang pemasakan buah dengan cepat dan secara sekata
- Merangsang pembungaan serentak pada tumbuhan dalam ladang

Eksplorasi Bio



Buah pisang pada pokok dibalut dengan menggunakan guni kalis air untuk mempercepat pematangan buah apabila gas etilena yang meruap terkumpul di dalam guni.

Rajah 5.8 Aplikasi fitohormon dalam bidang pertanian

Pernyataan masalah

Apakah kesan hormon etilena terhadap buah tomato?

Tujuan

Membandingkan kesan pemasakan buah dengan kehadiran etilena dan tanpa kehadiran etilena

Hipotesis

Buah tomato lebih cepat masak dengan kehadiran etilena.

Pemboleh ubah

Pemboleh ubah dimanipulasikan: Kehadiran etilena

Pemboleh ubah bergerak balas: Kesan pemasakan buah tomato

Pemboleh ubah dimalarkan: Jenis buah, suhu

Bahan

Beg kertas, buah pisang masak, buah tomato muda

Prosedur

1. Sediakan dua beg kertas dan labelkan sebagai A dan B.
2. Catat warna dan keadaan buah tomato sebelum dimasukkan ke dalam beg kertas.
3. Isi beg kertas seperti yang berikut:
 - (a) Beg kertas A: Sebiji tomato muda
 - (b) Beg kertas B: Sebiji tomato muda dan sebiji pisang masak
4. Tutup beg kertas dengan kemas.
5. Selepas 12 jam, perhati dan bandingkan perubahan warna serta keadaan buah tomato di dalam kedua-dua beg kertas.
6. Catatkan pemerhatian anda dalam jadual di bawah.

Keputusan

Beg kertas	Warna buah tomato		Keadaan buah tomato (keras/ lembut)	
	Awal eksperimen	Akhir eksperimen	Awal eksperimen	Akhir eksperimen
A				
B				

Perbincangan

1. Buah tomato yang manakah paling cepat masak? Jelaskan.
2. Mengapakah buah pisang masak digunakan dalam eksperimen ini?
3. Terangkan kesan etilena terhadap buah tomato.

**Kesimpulan**

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

**LANGKAH BERJAGA-JAGA**

Elakkan penggunaan beg plastik kerana boleh memerangkap kelembapan dan menyebabkan buah cepat rosak.

Praktis Formatif 5.3

1. Nyatakan **satu** aplikasi fitohormon yang berikut dalam bidang pertanian.

- (a) Giberelin
- (b) Sitokinin
- (c) Auksin

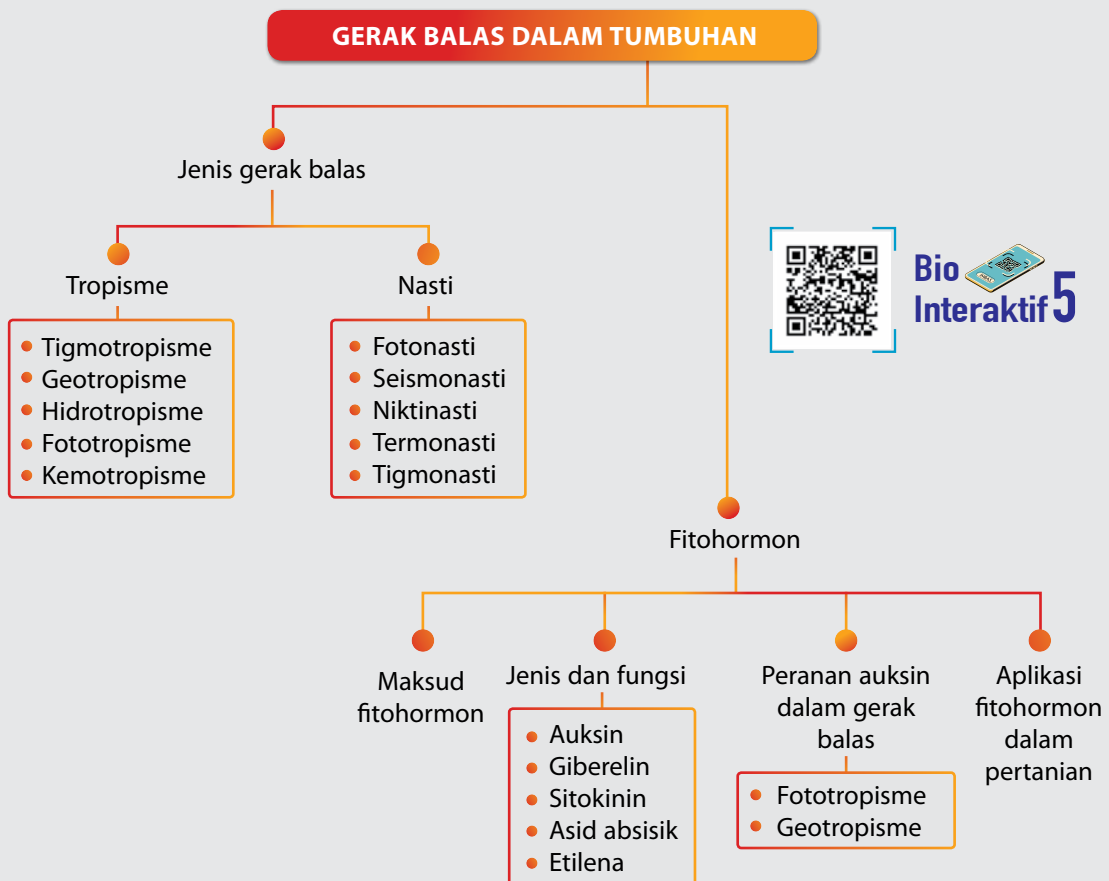
2. Berdasarkan pernyataan di bawah, apakah hormon X dan terangkan peranan hormon X ketika suhu persekitaran meningkat.



Dengan adanya hormon X, tumbuhan dapat mengekalkan kandungan airnya.



Imbas Memori



REFLEKSI KENDIRI



Lengkapkan refleksi sendiri ini untuk menyemak konsep-konsep penting yang telah anda pelajari.



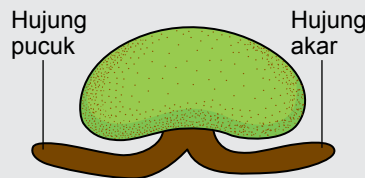
Konsep penting	Sangat baik	Berusaha lagi
Jenis gerak balas tumbuhan, iaitu tropisme dan nasti		
Fitohormon dan fungsinya		
Kesan auksin terhadap gerak balas pertumbuhan		
Peranan auksin dalam gerak balas fototropisme dan geotropisme		
Aplikasi fitohormon dalam pertanian		
Kesan pemasakan buah dengan kehadiran fitohormon (gas etilena)		

Praktis Sumatif

5



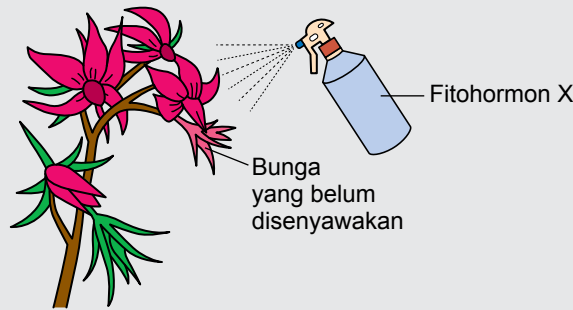
1. Rajah 1 menunjukkan eksperimen untuk mengkaji gerak balas hujung pucuk dan hujung akar anak benih terhadap rangsangan cahaya matahari.



Rajah 1

- (a) Kenal pasti gerak balas yang ditunjukkan oleh hujung pucuk dan hujung akar terhadap cahaya.
- (b) Pada Rajah 1, lukis pemerhatian terhadap hujung pucuk dan hujung akar selepas beberapa hari didedahkan kepada cahaya. 
- (c) Terangkan cara hujung pucuk dapat menunjukkan gerak balas seperti yang anda lukis pada soalan 1(b). 
- (d) Melalui teknik kultur tisu, satu biji benih dapat mengeluarkan banyak pucuk baharu. Pucuk-pucuk ini dipisahkan daripada induk dan dipindahkan ke medium yang mengandungi larutan kultur lengkap dengan kehadiran fitohormon tertentu. Pada pendapat anda, bagaimanakah fitohormon ini merangsang perkembangan pucuk menjadi anak pokok? 

2. Rajah 2 menunjukkan satu teknik penghasilan buah tanpa biji dengan tidak melibatkan proses pendebungaan. Teknik ini dijalankan dengan menggunakan fitohormon X.



Rajah 2

- (a) Namakan teknik ini.
- (b) Namakan **dua** jenis buah yang dihasilkan melalui teknik yang anda namakan pada soalan 2(a).
- (c) Berdasarkan Rajah 2, terangkan teknik yang anda namakan pada soalan 2(a).
- (d) Adakah buah yang dihasilkan melalui teknik ini memberikan manfaat kepada pengguna? Jelaskan jawapan anda.
3. Etilena merupakan fitohormon yang wujud dalam bentuk gas, tanpa bau dan tidak dapat dilihat. Fitohormon ini mengawal kematangan buah.
- (a) Puan Faridah meletakkan buah limau nipis muda bersama-sama dengan buah pisang masak di dalam sebuah bekas tertutup pada suhu bilik.
- (i) Wajarkan tindakan Puan Faridah meletakkan buah-buahan tersebut di dalam bekas tertutup yang sama.
- (ii) Ramalkan perubahan yang akan berlaku kepada buah limau tersebut. Terangkan jawapan anda.
- (iii) Apakah yang akan berlaku kepada buah limau tersebut, sekiranya bekas tersebut diletakkan di dalam peti sejuk? Terangkan jawapan anda.
- (b) Cadangkan **satu** kaedah yang dapat dilakukan pada buah-buahan yang akan dieksport agar pemasakan buah diperlahankan semasa dalam perjalanan. Wajarkan tindakan yang anda cadangkan.



Minda Abad ke-21

4. Gambar foto 1 menunjukkan proses pendebungaan oleh serangga di ladang buah-buahan yang diusahakan oleh anda. Anda mendapati buah yang terhasil dicemari dengan racun serangga pada kepekatan yang tinggi. Sebagai seorang pengusaha ladang buah-buahan, terangkan bagaimana anda dapat mengatasi masalah tersebut dan langkah-langkah untuk meningkatkan kualiti buah-buahan dari ladang.



Gambar foto 1



Pembiakan Seks dalam Tumbuhan Berbunga

Eksplorasi

Bab

- Struktur Bunga
- Pembentukan Debunga dan Pundi Embrio
- Pendebungaan dan Persenyawaan
- Perkembangan Biji Benih dan Buah
- Kepentingan Biji Benih untuk Kemandirian



Standard
Pembelajaran



Tahukah

Anda?

- Bagaimanakah struktur sekuntum bunga?
- Bagaimanakah proses pembentukan debunga dan pundi embrio berlaku?
- Apakah kepentingan persenyawaan ganda dua dalam kemandirian tumbuhan berbunga?
- Mengapakah biji benih sangat penting untuk kemandirian tumbuhan?

Puya raimondii

Puya raimondii yang dikenali sebagai permaisuri Andes merupakan spesies daripada famili Bromeliad yang dijumpai tumbuh di kawasan pergunungan Peru dan Bolivia dengan ketinggian mencapai 3960 meter (Gambar foto 6.1). Kelompok bunganya muncul setelah pokok berusia antara 80 hingga 150 tahun.

Pokok ini menyerupai nanas dan dipenuhi dengan duri yang tajam. Setiap bunga berwarna putih, dengan anggaran lebar 5 cm. Selain itu, pokok ini mempunyai anter berwarna oren terang bagi menarik agen pendebungaan, iaitu burung kelicap. Unikny, pokok ini akan mati setelah menghasilkan bunga dan biji benih untuk pembiakan.



Gambar foto 6.1
Pokok *Puya raimondii*



Kata Kunci

- Petal
- Karpel
- Tetrad
- Mikrospora
- Makrospora
- Pundi embrio

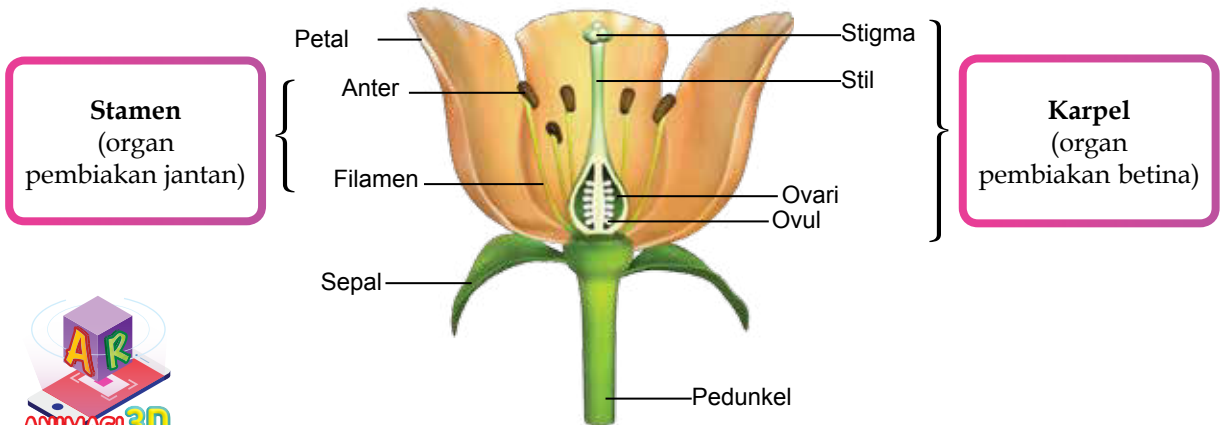


- Integumen
- Funikel
- Nuselus
- Endosperma
- Dorman

6.1 Struktur Bunga

Secara umumnya, bunga merupakan organ yang paling menonjol pada tumbuhan filum angiosperma. Kecantikan dan bau bunga yang telah berkembang, bukan setakat menarik perhatian haiwan dan serangga, malah bunganya juga berfungsi dalam memastikan kemandirian spesies kerana bunga mempunyai struktur pembiakan tumbuhan.

Biasanya, bunga mengandungi kedua-dua **organ pembiakan jantan** dan **organ pembiakan betina**. Selain itu, bunga juga mempunyai struktur **pedunkel**, **sepal** dan **petal** (Rajah 6.1).



Rajah 6.1 Keratan membujur sekuntum bunga

Perbandingan antara Struktur Jantan dengan Struktur Betina dalam Bunga

Eksplorasi Bio



Tumbuhan seperti pokok bunga lili mempunyai bunga biseks, iaitu organ pembiakan jantan dan betina pada bunga yang sama (Gambar foto 6.2). Organisma seperti ini disebut **hermafrodit**.

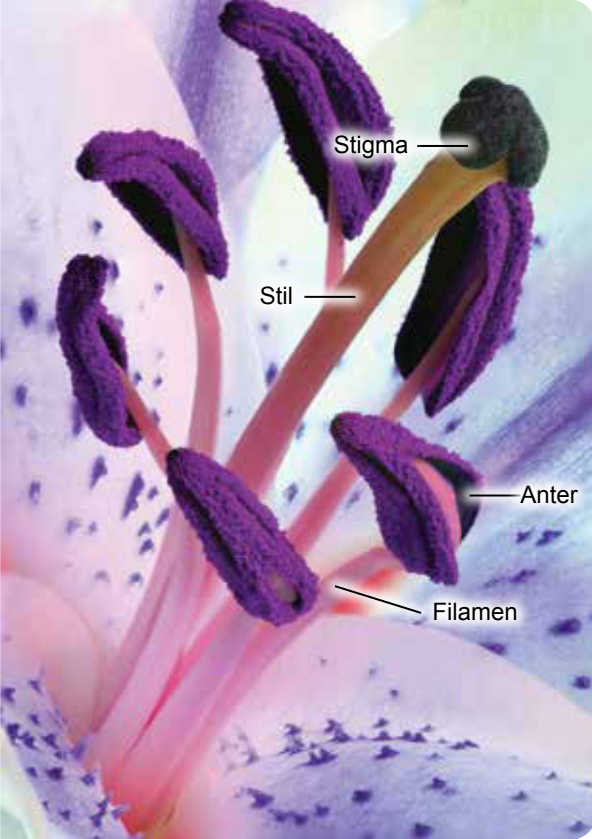
Apakah perbezaan antara struktur jantan dengan struktur betina pada bunga?

Organ
pembiakan
betina

Organ
pembiakan
jantan

Gambar foto 6.2

Organ pembiakan betina dan organ pembiakan jantan bunga lili



Gambar foto 6.3 Bahagian jantan dan bahagian betina bunga

Jadual 6.2 Perbandingan antara bahagian jantan dan betina bunga

Persamaan	
Kedua-duanya menghasilkan gamet	
Kedua-duanya terletak pada organ bunga	
Perbezaan	
Bahagian jantan bunga	Bahagian betina bunga
Terdiri daripada stamen	Terdiri daripada karpel
Mengandungi struktur filamen dan anter	Mengandungi struktur stigma, stil dan ovari
Menghasilkan debunga	Menghasilkan pundi embrio
Mengunjur keluar dari dasar ovari	Terletak di bahagian tengah bunga

Eksplorasi Bio

Bilangan stamen bunga adalah berbeza-beza mengikut spesies. Pokok bunga tasbih hanya mempunyai satu stamen. Pokok kaktus saguaro di Gurun Sonora, Arizona mempunyai bilangan stamen yang paling banyak, iaitu 3482 stamen di dalam sekuntum bunga.

Aktiviti 6.1



Tujuan

Membuat pembelahan bunga, melukis dan melabel struktur bunga dan fungsinya

Bahan: *Hibiscus* sp.

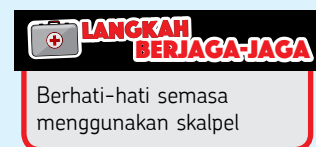
Radas: Skalpel, kanta pembesar

Prosedur

1. Sediakan sekuntum bunga raya yang segar dan bersaiz besar.
2. Kenal pasti bahagian sepal, petal, stamen, karpel dan pedunkel.
3. Potong secara berhati-hati bunga tersebut dalam keratan membujur dari pedunkel hingga stigma dengan menggunakan skalpel.
4. Kenal pasti dan perhatikan struktur dalaman seperti stigma, stil serta ovari dengan menggunakan kanta pembesar.
5. Lukis keratan membujur bunga dan labelkan struktur sepal, petal, anter, filamen, stigma, stil serta ovari.

Perbincangan

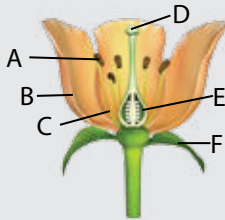
1. Namakan
 - (a) organ pembiakan jantan
 - (b) organ pembiakan betina
2. Nyatakan **satu** ciri yang ada pada petal. Apakah kaitan ciri tersebut dengan fungsinya?
3. Terangkan kedudukan stamen pada bunga raya. Apakah kepentingan kedudukan itu?



Praktis Formatif

6.1

1. Rajah di bawah menunjukkan struktur bunga.



- (a) Labelkan bahagian A - F.
(b) Nyatakan fungsi bahagian A - F.

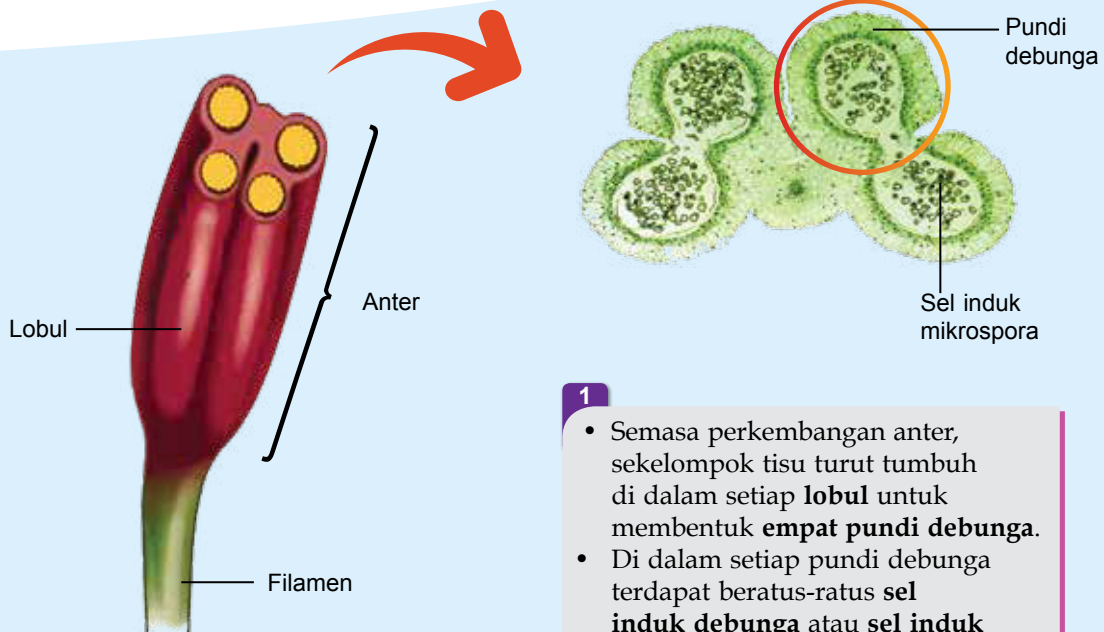
2. Mengapakah stamen dan karpel dikatakan sebagai organ pembiakan tumbuhan berbunga?

3. Bandingkan organ pembiakan jantan dan organ pembiakan betina bunga dari segi:
(a) Nama
(b) Struktur yang membentuknya
(c) Fungsi

6.2 Pembentukan Debunga dan Pundi Embrio

Pembentukan Debunga dalam Anter

Bahagian bunga yang menghasilkan debunga ialah **anter**. Bagaimanakah debunga dihasilkan? Rajah 6.3 menunjukkan pembentukan debunga.



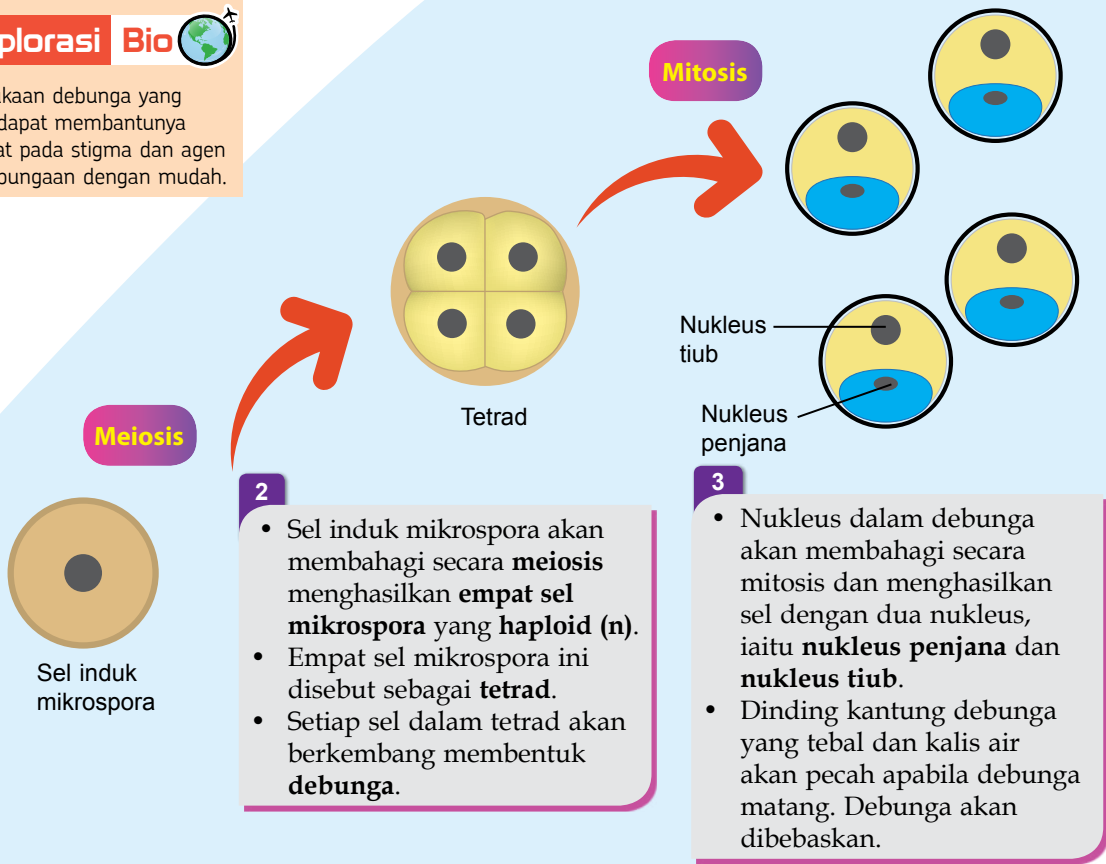
1

- Semasa perkembangan anter, sekelompok tisu turut tumbuh di dalam setiap **lobul** untuk membentuk **empat pundi debunga**.
- Di dalam setiap pundi debunga terdapat beratus-ratus **sel induk debunga** atau **sel induk mikrospora** yang **diploid (2n)**.

Eksplorasi Bio



Permukaan debunga yang kasar dapat membantunya melekat pada stigma dan agen pendebungaan dengan mudah.



Rajah 6.3 Pembentukan debunga

Eksplorasi Bio



Tumbuhan daripada filum gimnosperma seperti pokok pain dan fir tidak mempunyai bunga. Walau bagaimanapun, tumbuhan ini menghasilkan debunga melalui struktur yang dipanggil kon. Terdapat dua jenis kon, iaitu kon debunga yang merupakan bahagian pembiakan jantan dan kon biji benih yang merupakan bahagian pembiakan betina dengan saiznya lebih besar. Kon debunga mempunyai struktur seperti sisik yang menghasilkan debunga. Sebatang pokok biasanya menghasilkan kedua-dua kon, iaitu kon debunga dan kon biji benih (Gambar foto 6.4).



Gambar foto 6.4 Kon debunga dan kon biji benih pokok pain

Aktiviti 6.2



Tujuan

Menyedia dan memerhatikan slaid mikroskop serta memerihalkan bentuk debunga pelbagai tumbuhan menerusi mikroskop cahaya

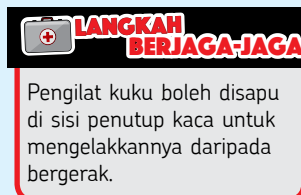
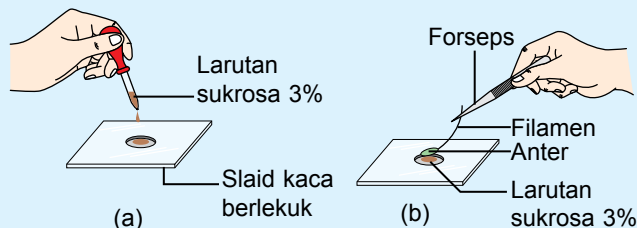
Bahan

Anter pelbagai jenis bunga, larutan sukrosa 3%

Radas

Forseps, mikroskop cahaya, slaid kaca berlekuk, penutup kaca, penitis

Prosedur



Rajah 6.4 Susunan radas penyediaan slaid debunga

1. Titiskan beberapa titik larutan sukrosa 3% ke atas slaid kaca berlekuk (Rajah 6.4 (a)).
2. Dengan menggunakan forseps, dapatkan beberapa debunga daripada anter yang matang. Jatuhkan debunga ke dalam larutan sukrosa 3% (Rajah 6.4 (b)).
3. Letakkan penutup kaca di atas lekukan dan biarkan slaid selama 3 minit.
4. Perhatikan slaid di bawah mikroskop cahaya dengan kanta objektif kuasa rendah.
5. Ulangi langkah 1 hingga 4 dengan menggunakan debunga daripada tumbuhan yang berbeza.
6. Lukiskan rajah struktur debunga yang diperhatikan.

Perbincangan

1. Mengapakah aktiviti ini menggunakan
 - (a) slaid kaca berlekuk?
 - (b) larutan sukrosa 3%?
2. Berdasarkan lakaran anda, nyatakan nama tumbuhan dan ciri-ciri yang terdapat pada debunganya serta kepentingan ciri-ciri tersebut.

Eksplorasi Bio



Angin, haiwan dan serangga merupakan agen pendebungaan yang membantu proses pemindahan debunga. Debunga yang dipindahkan oleh angin bersaiz kecil, licin dan ringan. Contoh bunga yang didebungakan oleh angin ialah jagung, rumput dan padi. Debunga yang didebungakan oleh haiwan dan serangga pula kasar dan melekit. Contoh bunga yang didebungakan oleh haiwan dan serangga ialah rambutan, durian, betik, bunga ros, bunga matahari dan bunga raya (Gambar foto 6.5).



(a)



(b)

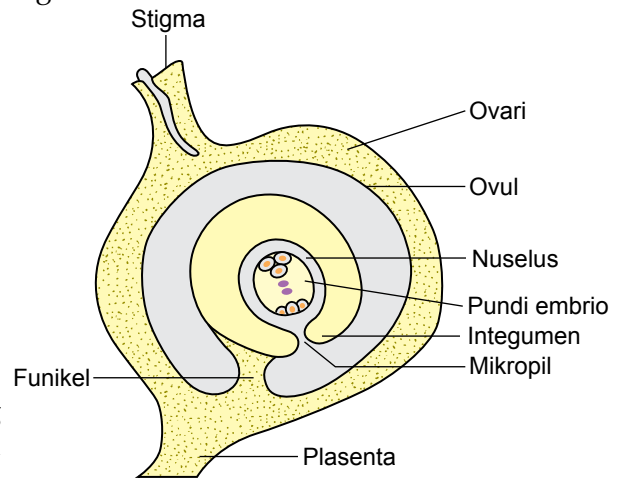
Gambar foto 6.5

(a) Contoh bunga yang didebungakan oleh serangga dan (b) contoh bunga yang didebungakan oleh angin

Pembentukan Pundi Embrio dalam Ovul

Ovul ialah struktur bunga yang terbentuk di dalam karpel. Ovul berkembang daripada selapis tisu yang terdapat di dalam ovari. Satu ovari mungkin mengandungi satu atau lebih ovul (Rajah 6.5). Ovul melekat pada dinding ovari melalui satu tangkai yang disebut sebagai **funikel**. Tempat pelekatan funikel ke ovari dipanggil **plasenta**. Plasenta membekalkan nutrien kepada ovul melalui funikel. Sekelompok tisu di dalam ovari berkembang membentuk satu tonjolan yang disebut **nuselus**. Nuselus terdiri daripada tisu parenkima.

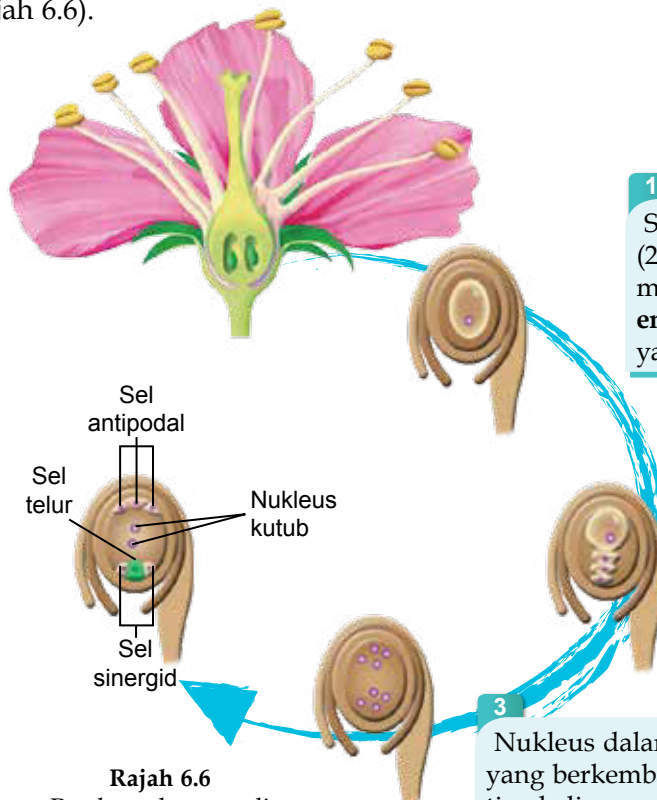
Tisu nuselus berkembang membentuk dua lapisan yang dipanggil **integumen**. Pada hujung integumen terdapat satu bukaan kecil, dipanggil **mikropil** yang membenarkan udara dan air masuk ke dalam biji benih semasa percambahan. Salah satu daripada sel nuselus ialah **sel induk megaspora** atau dipanggil juga sebagai **sel induk pundi embrio**, yang akan berkembang membentuk pundi embrio (Rajah 6.6).



Rajah 6.5 Struktur ovul yang matang

4

- Tiga nukleus akan bergerak ke satu hujung pundi embrio untuk membentuk **tiga sel antipodal**.
- Tiga lagi bergerak ke hujung yang bertentangan untuk membentuk **dua sel sinergid** dan **satu sel telur**.
- Dua nukleus yang di tengah pundi embrio membentuk **nukleus kutub**.



Rajah 6.6
Pembentukan pundi embrio

1

Sel induk megaspora ($2n$) membahagi secara meiosis menghasilkan **empat sel megaspora** yang **haploid (n)**.

2

Tiga sel megaspora akan merosot dan hanya **satu sel megaspora** akan berkembang.

3

Nukleus dalam sel megaspora yang berkembang akan bermitosis tiga kali menghasilkan sel dengan **lapan nukleus**.

Aktiviti 6.3



THREE STRAY
ONE STAY

Tujuan

Membina peta minda bagi menunjukkan peringkat pembentukan debunga dan pundi embrio

Bahan dan radas

Kertas sebak, pen penanda pelbagai warna

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Bina satu peta minda pada kertas sebak untuk menunjukkan proses pembentukan:
 - (a) Debunga daripada sel induk mikrospora
 - (b) Pundi embrio daripada sel induk megaspora
3. Pamerkan hasil kerja anda di atas meja makmal.
4. Jalankan pembentangan dengan menggunakan kaedah *Three Stray One Stay*.

Praktis Formatif 6.2

1. Namakan sel yang akan membeza untuk membentuk:
 - (a) Debunga dalam anter
 - (b) Pundi embrio dalam ovari
2. Dalam pembentukan debunga, nukleus dalam debunga akan membahagi secara mitosis dan menghasilkan dua nukleus. Wajarkan.
3. Apakah kepentingan proses meiosis dalam pembentukan debunga dan sel pundi embrio?
4. Setelah proses pembentukan pundi embrio lengkap, sel ini mengandungi lapan nukleus. Namakan nukleus-nukleus tersebut.

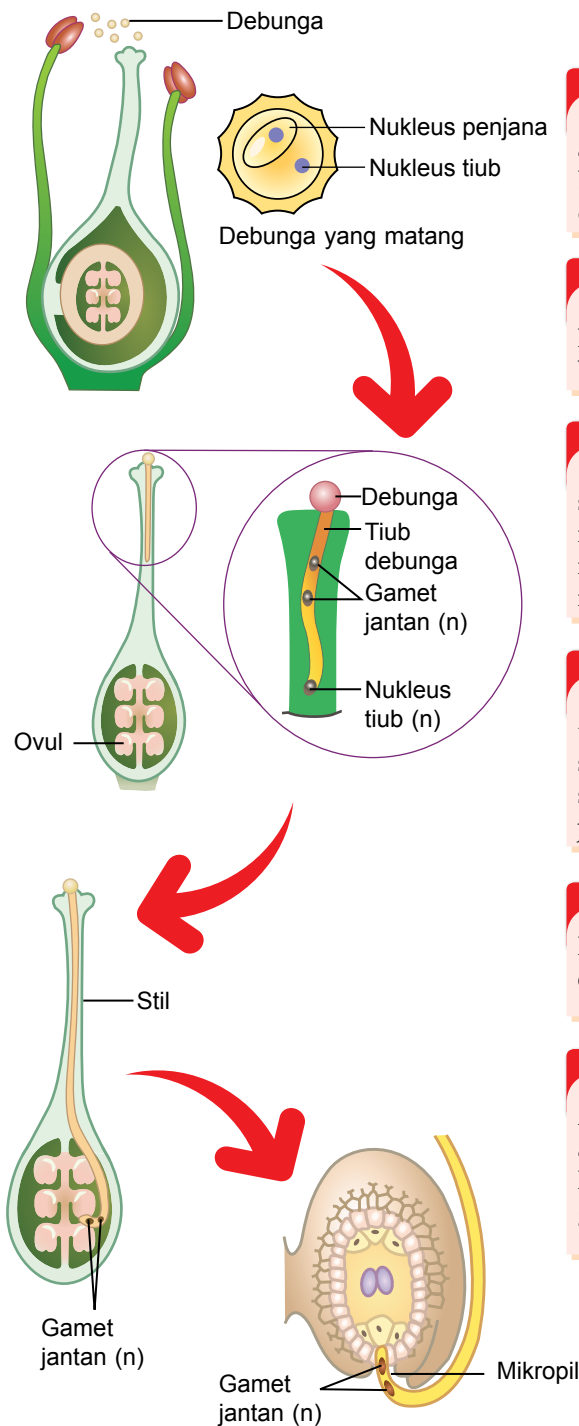
6.3 Pendebungaan dan Persenyawaan

Proses pemindahan debunga dari anter ke stigma dinamakan sebagai **pendebungaan**. Proses ini dibantu oleh agen pendebungaan seperti **serangga**, **mamalia**, **burung**, **air** dan **angin** (Gambar foto 6.6). Kehadiran debunga di stigma akan mencetuskan **proses persenyawaan**.



Gambar foto 6.6 Pendebungaan dibantu oleh lebah

Rajah 6.7 menerangkan pembentukan tiub debunga dan pembentukan gamet jantan.



Rajah 6.7 Pembentukan tiub debunga dan pembentukan gamet jantan

Aktiviti 6.4



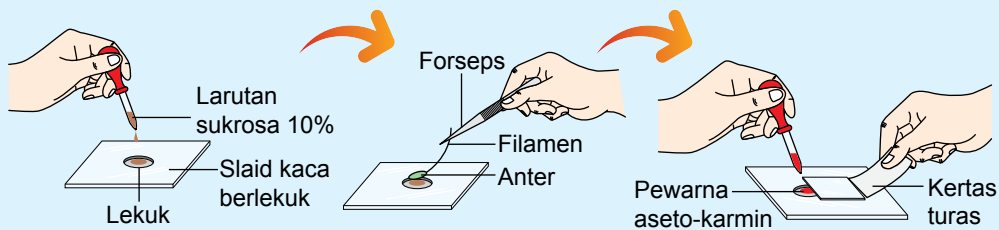
Tujuan

Menjalankan aktiviti untuk memerhati percambahan debunga dan pembentukan tiub debunga dalam larutan gula di bawah mikroskop cahaya

Bahan: Larutan sukrosa 10%, air suling, pewarna aseto-karmin, bunga segar seperti bunga keembung, bunga raya atau bunga alamanda, kertas turas

Radas: Slaid kaca berlekuk, penutup kaca, forseps, jarum tenggek, penitis, mikroskop cahaya

Prosedur



Rajah 6.8 Susunan radas penyediaan untuk memerhati percambahan debunga

1. Sediakan slaid kaca berlekuk yang bersih. Dengan menggunakan penitis, titiskan dua titik larutan sukrosa 10% ke permukaan slaid tersebut.
2. Ambil sekuntum bunga segar yang anternya mempunyai banyak debunga. (Nota: Debunga ialah bahan berserbuk pada anter)
3. Celupkan anter tersebut ke dalam larutan sukrosa 10% yang telah dititiskan ke dalam lekukan slaid.
4. Tutup spesimen dengan penutup kaca perlahan-lahan dengan menggunakan jarum tenggek untuk mengelakkan pembentukan gelembung udara.
5. Perhatikan slaid dengan menggunakan mikroskop cahaya dengan kanta objektif kuasa rendah bagi mendapatkan pemerhatian awal ke atas rupa bentuk debunga.
6. Lakarkan pemerhatian anda.
7. Simpan slaid di tempat gelap pada suhu bilik selama 20 minit.
8. Perhatikan slaid sekali lagi di bawah mikroskop cahaya dengan kanta objektif kuasa rendah untuk memerhatikan debunga yang telah bercambah dan membentuk tiub debunga.
9. Titiskan setitik pewarna aseto-karmin pada satu hujung penutup kaca di atas slaid tersebut. Dengan meletakkan kertas turas pada hujung yang bertentangan, biarkan pewarna meresap merentasi penutup kaca untuk mewarnai spesimen di bawahnya.
10. Perhatikan slaid yang telah diwarnakan sekali lagi di bawah mikroskop cahaya untuk memerhatikan nukleus tiub dan nukleus penjana yang terdapat di dalam tiub debunga.
11. Lukis dan label bagi menunjukkan debunga sebelum dan selepas pembentukan tiub debunga.

Perbincangan

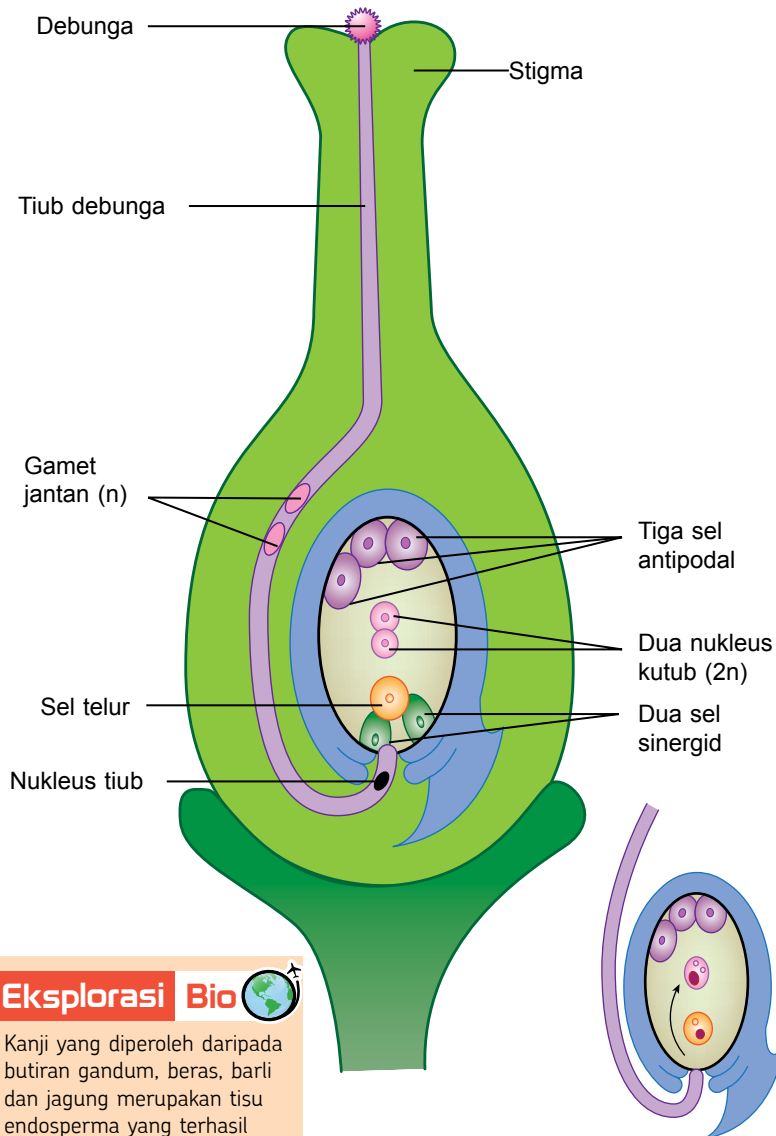
1. Mengapakah bunga segar perlu digunakan dalam eksperimen ini?
2. Huraikan bentuk dan ciri khusus debunga yang anda perhatikan di bawah mikroskop.
3. Sekumpulan murid tidak mengikut prosedur yang betul. Mereka tidak menitiskan larutan sukrosa 10%, sebaliknya menggunakan air suling sebagai ganti. Ramalkan keputusan yang akan diperoleh oleh mereka.
4. Sekumpulan murid lain pula terlupa untuk melakukan pewarnaan spesimen dengan menggunakan pewarna aseto-karmin. Nyatakan masalah yang mungkin dihadapi oleh mereka.



Persenyawaan Ganda Dua dalam Pembentukan Zigot Diploid dan Pembentukan Nukleus Triploid

Persenyawaan ganda dua melibatkan dua sel gamet jantan, iaitu gamet jantan yang pertama mensenyawakan sel telur untuk menghasilkan zigot yang diploid manakala gamet jantan kedua bercantum dengan nukleus kutub untuk menghasilkan tisu endosperma yang triploid.

Seperti yang telah dibincangkan, nukleus penjana melakukan mitosis di dalam tiub debunga bagi menghasilkan dua gamet jantan yang haploid. Oleh yang demikian, kedua-dua gamet jantan tersebut akan masuk ke dalam pundi embrio untuk persenyawaan (Rajah 6.9).



1

Apabila tiba di pundi embrio, tiub debunga akan menembusi ovul melalui mikropil. Nukleus tiub akan merosot dan kedua-dua gamet jantan masuk ke dalam pundi embrio.

2

Satu daripada gamet jantan akan mensenyawakan sel telur dan menghasilkan zigot yang **diploid**. Gamet jantan kedua akan bercantum dengan dua nukleus kutub untuk membentuk nukleus endosperma yang **triploid**.

Eksplorasi Bio



Kanji yang diperoleh daripada butiran gandum, beras, barli dan jagung merupakan tisu endosperma yang terhasil daripada persenyawaan ganda dua.

Rajah 6.9 Persenyawaan ganda dua dalam tumbuhan berbunga

Kepentingan Persenyawaan Ganda Dua dalam Kemandirian Tumbuhan Berbunga

1. Persenyawaan satu gamet jantan dengan sel telur menghasilkan **zigot**.
 - (a) Maklumat genetik diturunkan dari satu generasi ke generasi berikutnya.
 - (b) Memulihkan keadaan **haploid** dalam gamet dengan pembentukan zigot yang **diploid**.
2. Percantuman satu lagi gamet jantan dengan dua **nukleus kutub** menghasilkan **tisu endosperma**.
 - (a) Tisu ini digunakan untuk perkembangan embrio bagi kemandirian spesies tumbuhan.
 - (b) Dalam tumbuhan eudikot seperti kekacang, mangga dan sawi, endosperma digunakan sepenuhnya oleh embrio untuk berkembang sebelum biji benih menjadi matang.
 - (c) Dalam kebanyakan tumbuhan monokot seperti kelapa, gandum, barli dan jagung, hanya sebahagian endosperma digunakan untuk perkembangan embrio. Sebahagian daripadanya tersimpan di dalam kotiledon untuk digunakan semasa percambahan biji benih. **Tisu endosperma** membolehkan embrio bertahan dalam jangka masa yang panjang di dalam biji benih apabila keadaan tidak sesuai untuk percambahan berlaku.

Aktiviti 6.5



Tujuan

Menerangkan persenyawaan ganda dua menggunakan peta minda

Bahan

Kad manila, kertas sebak, pensel warna

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Bina peta minda pada kertas sebak. Peta minda tersebut hendaklah merangkumi:
 - (a) Pembentukan dua gamet jantan daripada nukleus penjana
 - (b) Pembentukan nukleus endosperma triploid
 - (c) Pembentukan zigot
3. Bentangkan peta minda anda di dalam kelas.

Praktis Formatif 6.3

1. Apakah yang dimaksudkan dengan pendebungaan?
2. Pendebungaan sangat penting untuk memastikan pembiakan dalam tumbuhan berbunga berlaku dengan jayanya. Terangkan.
3. Semasa pembentukan debunga, sel induk mikrospora membahagi secara meiosis dan menghasilkan tetrad. Nyatakan ciri tetrad dan kepentingan ciri tersebut.
4. Nukleus penjana membahagi secara mitosis dalam tiub debunga. Nyatakan kepentingan proses ini.
5. Sel megaspora mengandungi lapan nukleus. Bagaimanakah keadaan ini berlaku?
6. Nyatakan peranan persenyawaan ganda dua dalam memastikan kemandirian tumbuhan berbunga.

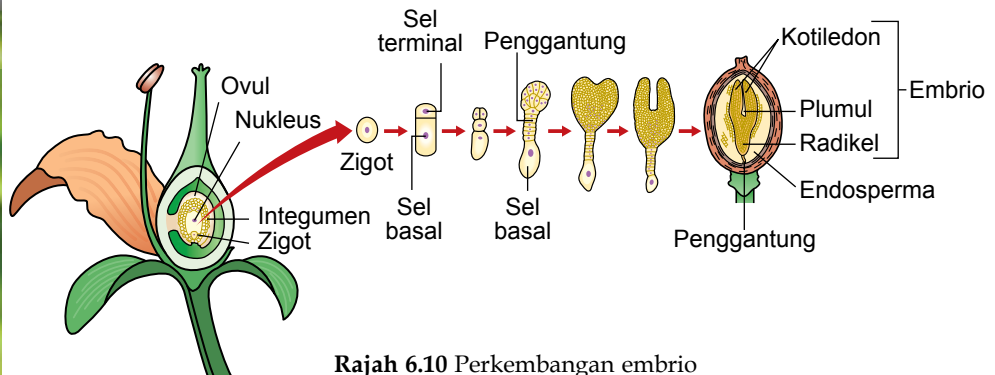
6.4

Perkembangan Biji Benih dan Buah

Persenyawaan Ganda Dua dengan Perkembangan Biji Benih dan Buah

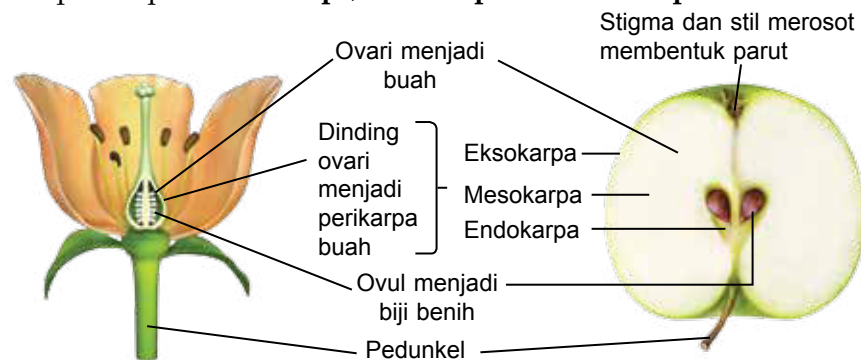
Selepas persenyawaan ganda dua berlaku, nukleus endosperma triploid akan membahagi secara mitosis dan membentuk tisu endosperma. Tisu endosperma merupakan tisu penyimpanan makanan yang melitupi dan membekalkan nutrien kepada embrio.

Zigot juga membahagi secara mitosis untuk membentuk dua sel, iaitu sel yang besar dan sel yang kecil. Sel yang besar berkembang menjadi **penggantung** yang berfungsi sebagai penambat embrio pada dinding pundi embrio. Sel yang kecil pula akan menjadi embrio yang terdiri daripada **plumul**, **radikel** dan **kotiledon** (Rajah 6.10).



Rajah 6.10 Perkembangan embrio

Ovul pula berkembang menjadi **biji benih** yang terkandung di dalam buah. Integumen akan menjadi dua lapisan kulit biji yang berfungsi untuk melindungi embrio. Semasa perkembangan ovul dan biji benih, **ovari** berkembang menjadi **buah**. Bahagian bunga yang lain seperti stigma dan stil merosot meninggalkan satu parut pada dinding ovari (Rajah 6.11 dan Gambar foto 6.6). Dinding ovari menjadi perikarpa buah yang terdiri daripada lapisan **eksokarpa**, **mesokarpa** dan **endokarpa**.



Rajah 6.11 Perkembangan ovari menjadi buah selepas persenyawaan

Selepas persenyawaan, petal gugur, stigma serta stil layu, manakala karpel mula membengkak.

Stigma dan stil merosot, manakala sepal pokok tomato masih dapat dilihat.

Dinding ovari membengkak dalam buah yang telah ranum.

Gambar foto 6.6 Perkembangan biji benih dan buah tomato selepas persenyawaan.

Aktiviti 6.6



Tujuan

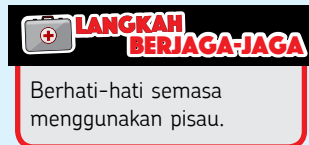
Memerhati struktur buah serta menghubungkan struktur bunga dengan buah

Bahan: Buah betik, bunga betina pokok betik

Radas: Pisau tajam, kanta pembesar, dulang pembedahan

Prosedur

1. Dengan menggunakan pisau yang tajam, buat keratan membujur pada bunga betik.
2. Letakkan bunga betik yang telah dipotong di atas dulang pembedahan.
3. Dengan menggunakan kanta pembesar, kenal pasti bahagian-bahagian pada bunga betik seperti ovari, dinding ovari, ovul dan pedunkel.
4. Ulang langkah 1 hingga 3 untuk buah betik.
5. Kenal pasti bahagian-bahagian pada buah betik yang sepadan dengan bahagian dalam bunga betik.
6. Lukis keratan membujur bunga dan buah dan labelkan bahagian-bahagian seperti ovari, dinding ovari, ovul, perikarpa buah, biji benih dan pedunkel.



Perbincangan

1. Namakan struktur yang membentuk:
 - (a) Buah
 - (b) Biji benih
2. Namakan bahagian pada buah yang boleh dimakan.

Aktiviti 6.7

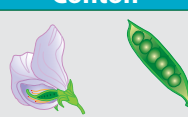
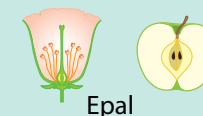


Tujuan

Mengumpul spesimen untuk mengkaji jenis buah-buahan

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kaji maklumat di bawah tentang jenis buah-buahan.

Jenis buah	Contoh
Buah ringkas Buah berkembang daripada satu atau beberapa karpel yang bercantum dalam satu kuntum bunga.	 Kacang pis
Buah agregat Buah berkembang daripada banyak karpel dalam satu kuntum bunga.	 Raspberi
Buah berganda Buah berkembang daripada karpel sekelompok bunga.	 Nanas
Buah aksesori Buah berkembang daripada tisu selain ovari tetapi daripada beberapa tisu berhampiran karpel.	 Epal

3. Berdasarkan maklumat di atas, berikan satu contoh buah yang lain bagi setiap jenis buah-buahan.

4. Kaji buah-buahan tersebut dan kenal pasti:
 - (a) Bilangan buah dalam setiap tangkai
 - (b) Saiz buah
 - (c) Bilangan bunga yang membentuknya
5. Bentangkan hasil kajian anda di dalam kelas.

Praktis Formatif

6.4

1. Selepas persenyawaan berlaku antara gamet jantan dengan sel telur, zigot yang terhasil akan melakukan mitosis membentuk dua sel. Terangkan.
2. Nyatakan struktur pada biji benih yang menjadikannya dapat disimpan dalam jangka masa lama sebelum dicambahkan.
3. Apakah fungsi penggantung dalam perkembangan biji benih?
4. Apakah perbezaan antara plumul dan radikel yang merupakan struktur yang membentuk embrio dalam biji benih?
5. Lapisan eksokarpa dikatakan melindungi buah daripada rosak. Wajarkan.

6.5 Kepentingan Biji Benih untuk Kemandirian

Kakak, mengapakah tembikai mempunyai biji benih yang banyak?

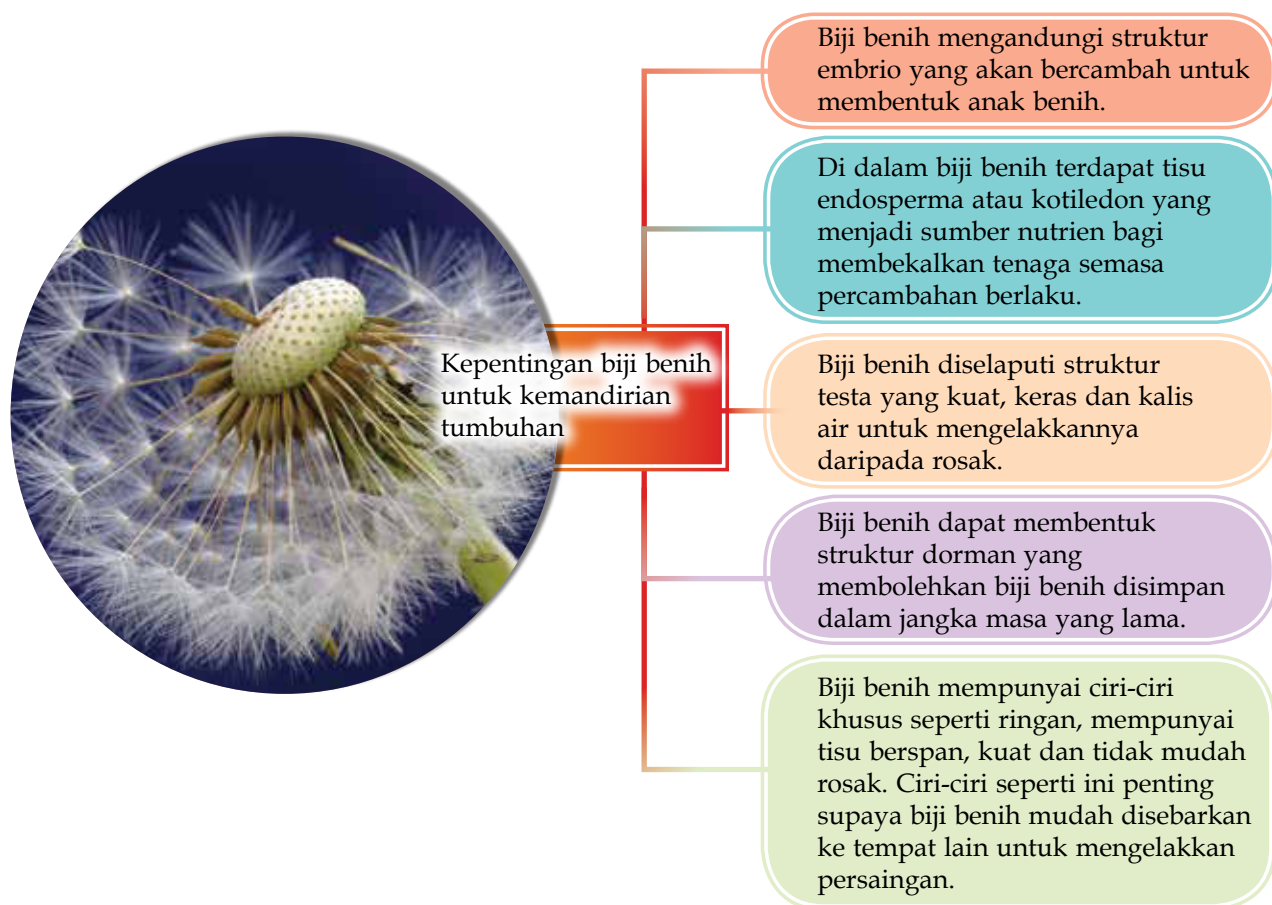
Jika biji benih banyak, peluang untuk berlaku pembiakan lebih tinggi, bukan?

Bijak Fikir

Apakah tindakan manusia untuk membantu penyebaran biji benih?



Biji benih merupakan struktur yang digunakan untuk menanam kebanyakan tanaman angiosperma semula bagi mengekalkan kemandirian spesies tumbuhan. Biji benih ini mempunyai ciri-ciri khusus untuk meningkatkan peluang pembiakan (Rajah 6.12).



Rajah 6.12 Kepentingan biji benih untuk kemandirian tumbuhan

Praktis Formatif

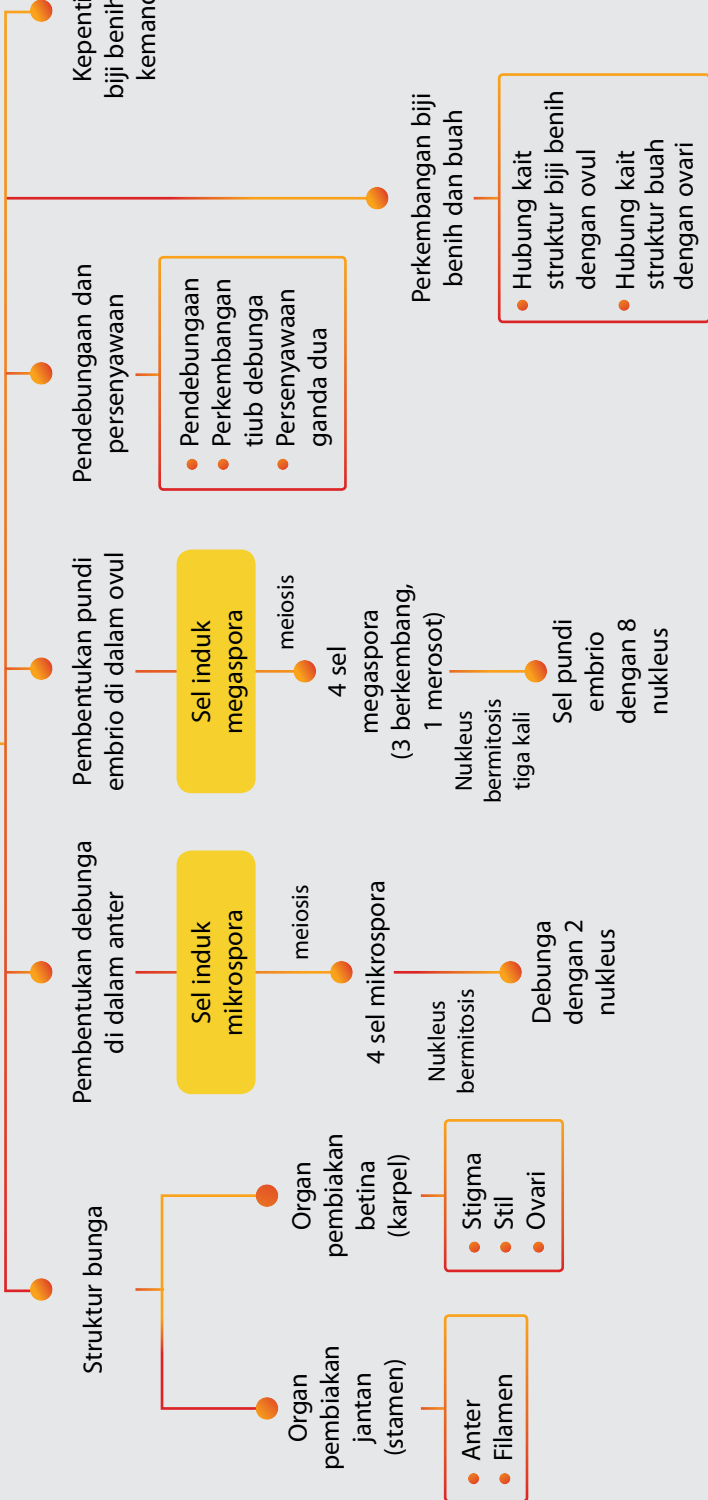
6.5

1. Mengapakah biji benih penting dalam memastikan sesuatu spesies tumbuhan tidak pupus?
2. Jelaskan pernyataan yang berikut.
 - (a) Di dalam biji benih terdapat kotiledon
 - (b) Seseengah tumbuhan mempunyai bilangan biji benih yang sangat banyak



3. Mengapakah pembiakan aseks menghasilkan tanaman yang kurang berkualiti berbanding pembiakan seks menggunakan biji benih?

**PEMBIAKAN SEKS DALAM
TUMBUHAN BERBUNGA**



REFLEKSI KENDIRI



Lengkapkan refleksi sendiri ini untuk menyemak konsep-konsep penting yang telah anda pelajari.



Konsep penting	Sangat baik	Berusaha lagi
Struktur bunga		
Perbandingan antara struktur jantan dengan struktur betina		
Pembentukan debunga di dalam anter		
Pembentukan pundi embrio di dalam ovul		
Pendebungaan		
Pembentukan tiub debunga dan pembentukan gamet jantan		
Persenyawaan ganda dua dalam pembentukan zigot diploid dan pembentukan nukleus triploid		
Kepentingan persenyawaan ganda dua dalam kemandirian tumbuhan berbunga		
Persenyawaan ganda dua dengan perkembangan biji benih dan buah		
Hubung kait struktur biji benih dengan ovul		
Hubung kait struktur buah dengan ovari		
Kepentingan biji benih untuk kemandirian tumbuhan		

Praktis Sumatif

6



1. Stigma merembes larutan bergula yang dinamakan nektar. Apakah kepentingan larutan bergula tersebut?
2. Proses pembentukan debunga melibatkan pembahagian sel secara meiosis dan mitosis. Nyatakan kepentingan kedua-dua proses tersebut.
3. Pada sesetengah spesies, petal tidak termasuk dalam struktur pembiakan bunga tetapi sangat penting bagi memastikan pembiakan berlaku. Mengapa? 
4. Bunga X didebungakan oleh serangga. Nyatakan kedudukan anter dan stigma bunga tersebut. Jelaskan jawapan anda. 

5. Pokok lalang menghasilkan bunga yang pudar tanpa nektar. Bagaimanapun, tumbuhan ini sangat mudah untuk membiak. Terangkan. 
6. Encik Suresh seorang pekebun sayur yang mengusahakan tanaman kacang panjang. Encik Suresh sering membiarkan buah daripada beberapa pokok menjadi matang dan mengeringkannya untuk dijadikan biji benih. Cadangkan **satu** cara menyimpan biji benih tersebut supaya tahan lama. 
7. Sebatang pokok telah mengeluarkan dua kuntum bunga. Walau bagaimanapun, pokok tersebut telah diserang oleh sejenis kulat yang merosakkan struktur stigmanya. Hal ini telah mengganggu pembahagian nukleus penjana di dalam stil. Pada pendapat anda, adakah pokok ini dapat menghasilkan buah dan biji benih? Jelaskan. 
8. Rajah 1 menunjukkan perbualan antara Salina dan Liza.



Rajah 1

Adakah anda menyokong pendapat Salina atau Liza? Jelaskan. 

Minda Abad ke-21

9. Encik Samad telah mengusahakan tanaman strawberi di kawasan tanah rendah. Bagi memastikan tanamannya hidup subur, beliau melakukan penanaman dalam rumah kaca supaya suhu dapat diturunkan daripada 25 °C ke 18 °C. Malangnya, pokok-pokok strawberinya mengeluarkan buah yang sedikit. Menurut seorang pegawai pertanian yang datang melawat, proses pendebungaan oleh serangga sangat kurang berlaku di dalam rumah kaca tersebut. Apakah cadangan yang boleh diberikan kepada Encik Samad untuk mengatasi masalah tersebut? 

Bab

7

Penyesuaian Tumbuhan pada Habitat

Eksplorasi

Bab

- Penyesuaian Tumbuhan



**Standard
Pembelajaran**

Tahukah

Anda?

- Mengapakah tumbuhan perlu menyesuaikan diri dengan persekitaran?
- Apakah masalah-masalah yang dihadapi oleh tumbuhan yang hidup di gurun?
- Apakah ciri-ciri penyesuaian yang perlu ada bagi tumbuhan yang hidup di darat dan air?
- Bagaimanakah tumbuhan dapat menyesuaikan diri dengan perubahan di habitatnya?

Uniknya Terarium

Terarium ialah nama bekas kaca yang lut sinar untuk memelihara tumbuh-tumbuhan kecil atau haiwan darat yang kecil. Terarium merupakan gabungan dua perkataan, iaitu 'tera' dan 'rium'. 'Tera' bermaksud tumbuhan, manakala 'rium' bermaksud bekas kaca.

Bekas kaca ini selalunya dihiasi dengan batu-batu kecil, arang, tanah, tumbuhan sukulen, kaktus dan lumut sebagai medium utamanya. Terarium mewujudkan satu ekosistem yang sehampir mungkin dengan persekitaran atau habitat semula jadi. Bekas

kaca ditutup untuk mencegah kehilangan kelembapan. Oleh yang demikian, terarium memerlukan penyelenggaraan yang minimum kerana adanya kitaran air semula jadi (Gambar foto 7.1).



Gambar foto 7.1 Terarium



Kata Kunci

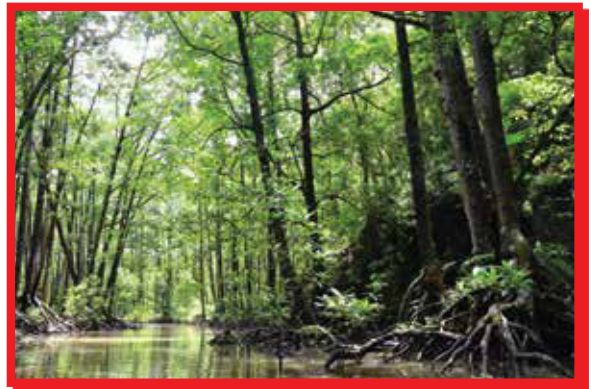


- Adaptasi
- Halofit
- Hidrofit
- Lentisel

- Mesofit
- Xerofit
- Tisu aerenkima
- Pneumatofor

7.1 Penyesuaian Tumbuhan

Adaptasi merupakan penyesuaian organisma terhadap persekitaran. Semua organisma beradaptasi. Haiwan dan tumbuhan mempunyai struktur dan bentuk yang unik untuk menyesuaikan diri dengan persekitaran bagi memastikan kemandirian spesies. Bagi tumbuhan, adaptasi ini dapat diperhatikan pada bentuk daun, akar dan batang, bagi menyesuaikan hidupnya di dalam habitatnya. Gambar foto 7.2 menunjukkan contoh-contoh tumbuhan yang hidup di habitat yang berbeza. Bolehkah anda menjelaskan penyesuaian tumbuhan tersebut di dalam habitatnya?



Gambar foto 7.2 Contoh-contoh tumbuhan yang beradaptasi di dalam habitat yang berbeza

Pengelasan Tumbuhan Berdasarkan Habitat

Cuba anda senaraikan beberapa ciri unik tumbuhan yang dapat diperhatikan di sekeliling anda. Mengapakah tumbuhan yang anda namakan memerlukan ciri-ciri tersebut? Tumbuhan dalam habitat yang berbeza mempunyai adaptasi yang berbeza. Oleh itu, tumbuhan dapat dikelaskan kepada **mesofit**, **hidrofit**, **halofit** dan **xerofit** (Rajah 7.1).

ZON AKTIVITI

Kumpulkan maklumat tentang pengelasan tumbuhan berdasarkan adaptasi di dalam habitat.

- Tumbuhan yang hidup di habitat berpaya seperti di muara sungai, tempat pertembungan air tawar dan air laut. Kawasan paya ini kaya dengan kandungan garam.
- Contoh: Pokok bakau

Halofit

Hidrofrit

- Tumbuhan yang hidup di habitat berair, sama ada hidup di permukaan air atau tenggelam di dalam air.
- Contoh: Teratai dan *Elodea* sp.

Pengelasan tumbuhan berdasarkan habitat

- Tumbuhan yang hidup di habitat yang tidak terlalu kering dan tidak terlalu berair serta di habitat dengan bekalan air yang mencukupi.
- Kebanyakan tumbuhan ialah tumbuhan mesofit.
- Contoh: Pokok mangga, pokok bunga raya dan pokok getah

Mesofit

Xerofit

- Tumbuhan yang hidup di habitat yang panas dan kering dengan kehadiran air yang sangat minimum, iaitu tempat yang mempunyai suhu yang sangat panas seperti di kawasan gurun.
- Contoh: Pokok kaktus dan pokok kurma

Rajah 7.1 Pengelasan tumbuhan berdasarkan habitat

Ciri Penyesuaian Tumbuhan Hidrofrit, Halofit dan Xerofit



Ciri Penyesuaian Tumbuhan Halofit

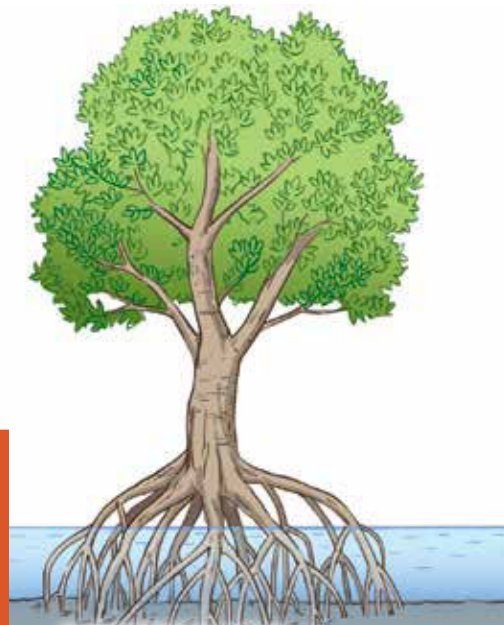
Tumbuhan **halofit** adalah tumbuhan yang dapat hidup dalam habitat yang mengandung **kepekatan garam** yang tinggi dan **kandungan oksigen** yang rendah. Pokok bakau yang hidup di kawasan paya bakau ialah contoh tumbuhan halofit. Kawasan paya bakau ini juga terdedah kepada **keamatan cahaya** yang tinggi. Pokok bakau yang hidup di sini mempunyai ciri-ciri penyesuaian tertentu untuk beradaptasi dengan keadaan persekitaran (Rajah 7.2).

Daun

- Daun berkutikel tebal serta stoma yang terbenam dapat mengurangkan kadar transpirasi.
- Daun sukulen yang dapat menyimpan air.
- Daun mempunyai struktur khas yang dikenali sebagai hidatod untuk menyingkirkan garam berlebihan.
- Daun yang tua dapat menyimpan garam dan akan gugur apabila kepekatan garam yang disimpan terlalu banyak.

Akar

- Sistem akar yang bercabang luas dan wujud dalam pelbagai bentuk dan saiz:
 - Memberi sokongan untuk terus hidup dalam tanah yang lembut dan berlumpur.
 - Mengelakkan tumbuhan daripada tumbang akibat tiupan angin kuat.
- Sistem akar pokok bakau juga menghasilkan ratusan akar pernafasan yang tumbuh tegak di atas permukaan tanah yang disebut **pneumatofor**.
- Pada akar ini terdapat banyak liang yang disebut **lentisel** untuk membenarkan pertukaran gas dengan atmosfera.
- Sap sel akar pokok bakau mempunyai kandungan garam yang lebih tinggi daripada air laut. Oleh itu, sap sel akar tidak kehilangan air melalui osmosis. Sebaliknya, pokok bakau memperoleh air dan garam mineral melalui air laut yang memasuki akar.



Rajah 7.2 Pokok bakau

Ciri Penyesuaian Tumbuhan Hidrofit

Tumbuhan hidrofit (Gambar foto 7.3) merujuk kepada tumbuhan yang dapat beradaptasi dengan habitatnya yang berair sama ada terapung di permukaan atau tenggelam di dalam air. Oleh sebab itu, kebanyakan tumbuhan hidrofit mempunyai akar serabut halus yang menyediakan luas permukaan yang besar dan memerangkap gelembung udara untuk menjadikan tumbuhan hidrofit lebih stabil dan ringan. Ciri akar tumbuhan hidrofit ini membolehkannya terapung atau tegak di dalam air di samping daya apungan yang dihasilkan oleh air di sekelilingnya.



Eichhornia sp.



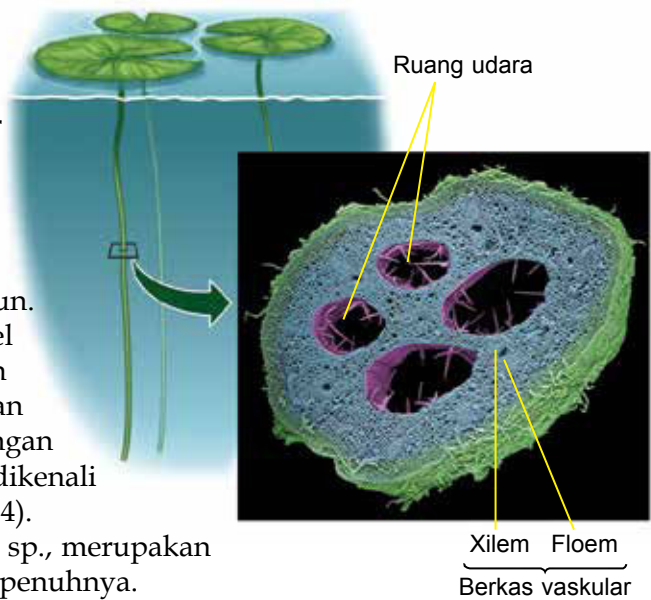
Hydrilla sp.



Elodea sp.

Gambar foto 7.3 Contoh tumbuhan hidrofit

Tumbuhan terapung seperti pokok teratai, merupakan tumbuhan yang tumbuh terapung di permukaan air dengan akar yang tidak mencecah dasar kolam. Daun yang lebar, nipis dan rata membantu tumbuhan ini menyerap cahaya matahari yang maksimum untuk fotosintesis. Stoma bertaburan kebanyakannya pada epidermis atas daun. Epidermis atas daun juga diliputi kutikel berlilin yang kalis air untuk memastikan stoma sentiasa terbuka. Batang tumbuhan ini terdiri daripada tisu yang ringan dengan banyak ruang udara di antara sel yang dikenali sebagai **tisu aerenkima** (Gambar Foto 7.4).



Gambar foto 7.4 Tisu aerenkima pada pokok teratai

Tumbuhan tenggelam seperti *Elodea* sp., merupakan tumbuhan yang tumbuh di dalam air sepenuhnya. Tumbuhan ini mempunyai daun yang nipis dan kecil untuk meningkatkan jumlah luas permukaan per isi padu dan meningkatkan kadar resapan air, garam mineral dan gas terlarut secara terus ke dalam tumbuhan melalui epidermis. Tumbuhan tenggelam ini tidak mempunyai stoma dan kutikel berlilin pada daunnya. Batangnya yang kecil membantu tumbuhan ini tegak terapung di dalam air serta dapat mengurangkan rintangan aliran air.

Ciri Penyesuaian Tumbuhan Xerofit

Berbeza dengan tumbuhan hidrofit, tumbuhan **xerofit** hidup di gurun, iaitu kawasan yang menerima taburan hujan yang sangat sedikit. Walau bagaimanapun, tumbuhan xerofit mampu mengatasi masalah kekeringan yang melampau. Kebolehan beradaptasi inilah yang akan menentukan kemandirian tumbuhan xerofit.

Akar tumbuhan xerofit (Gambar foto 7.5) tumbuh secara meluas serta dapat menembusi jauh ke dalam tanah untuk menyerap air dan garam mineral. Air yang diserap disimpan di dalam akar, batang dan daun. Selain itu, batang pokok kaktus menjalankan proses fotosintesis. Kaktus mempunyai daun yang kecil dan kutikel tebal berlilin di batang serta daun. Ada juga daun yang diubah suai menjadi duri. Ciri ini dapat mengurangkan jumlah luas permukaan



Gambar foto 7.5 Akar pokok kaktus

Eksplorasi Bio

Tumbuhan di kawasan artik juga dikelaskan sebagai tumbuhan xerofit. Hal ini kerana tumbuhan di kawasan artik tidak dapat menyerap air ketika tanah membeku.

yang terdedah kepada matahari sekali gus mengurangkan kehilangan air. Kehadiran duri juga dapat membantu kaktus mendapatkan bekalan air dengan mengumpulkan embun. Embun akan menitis ke atas tanah dan diserap oleh akar. Selain itu, duri juga dapat menghalang tumbuhan ini daripada dimakan oleh haiwan. Stoma pokok kaktus pula terbenam untuk mengurangkan penyejatan air daripada daun.

Aktiviti 7.1



Tujuan

Mengadakan lawatan ke taman botani/ taman herba/ taman pertanian untuk memerhatikan ciri penyesuaian tumbuhan pada habitat yang berbeza



Gambar foto 7.6 Rimba Herba Perlis



Gambar foto 7.7 Taman Warisan Pertanian, Putrajaya

Prosedur

1. Guru mengadakan lawatan bersama-sama murid ke taman botani/ taman herba/ taman pertanian.
2. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
3. Kumpulkan maklumat mengenai jenis tumbuhan mengikut habitat.
4. Kemudian, perhati dan catatkan ciri penyesuaian tumbuhan tersebut untuk hidup di habitatnya.
5. Dapatkan gambar foto tumbuhan dan struktur-struktur penyesuaian tumbuhan yang dikaji.
6. Sediakan satu laporan dalam bentuk folio tentang lawatan anda mengikut format yang berikut:
 - (a) Tajuk
 - (b) Tujuan
 - (c) Kandungan
 - (d) Kesimpulan

Praktis Formatif 7.1

1. Tumbuhan halofit merupakan tumbuhan yang hidup di kawasan paya. Terangkan dua ciri penyesuaian tumbuhan ini bagi meningkatkan kadar fotosintesis.
2. Sekumpulan murid mengkaji sebatang pokok. Berdasarkan pemerhatian mereka selama beberapa minggu, didapati daun pokok tersebut tumbuh di atas pokok dengan cepat dan memberi teduhan



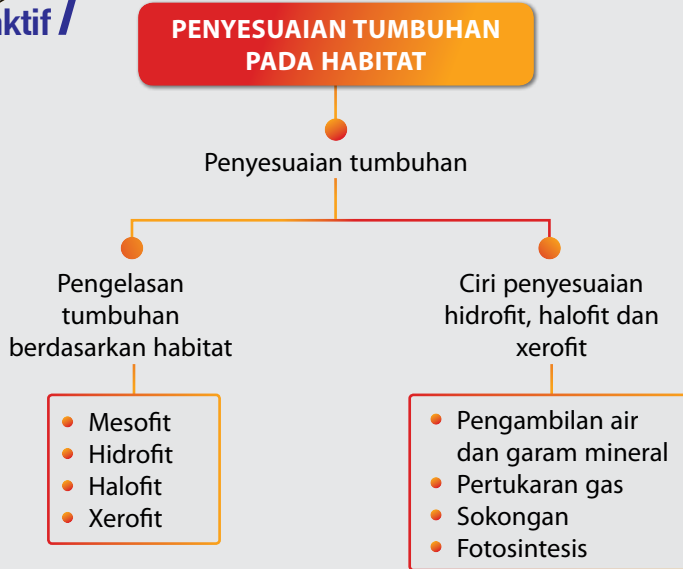
kepada batang pokok. Selain itu, terdapat duri pada daun dan batang pokok. Akarnya pula tumbuh berhampiran dengan permukaan tanah dan ada juga yang tumbuh jauh ke dalam tanah. Pada pendapat anda, apakah jenis tumbuhan ini? Sokong jawapan anda dengan fakta biologi.



Imbas Memori



Bio
Interaktif 7



REFLEKSI KENDIRI



Lengkapkan refleksi sendiri ini untuk menyemak konsep-konsep penting yang telah anda pelajari.



Konsep penting	Sangat baik	Berusaha lagi
Pengelasan tumbuhan berdasarkan habitat, iaitu mesofit, hidrofit, halofit dan xerofit		
Ciri penyesuaian hidrofit, halofit dan xerofit dalam aspek pengambilan air serta garam mineral, pertukaran gas, sokongan dan fotosintesis		

1. Rajah 1 menunjukkan ekosistem paya bakau yang mengalami kesan-kesan buruk akibat pencemaran air.

- Nyatakan kelas tumbuhan paya bakau berdasarkan habitatnya.
- Nyatakan masalah-masalah yang dihadapi oleh tumbuhan paya bakau dan terangkan ciri adaptasi untuk mengatasi masalah-masalah tersebut.
- Tumpahan minyak memberi kesan buruk terhadap pertumbuhan pokok bakau. Ramalkan kesan yang akan berlaku kepada pokok bakau. Terangkan jawapan anda.
- Pada pendapat anda, bolehkah pokok bakau hidup di habitat air tawar? Berikan alasan jawapan anda.



Rajah 1

2. Gambar foto 1 menunjukkan pokok lidah buaya yang ditanam di dalam pasu.

- Nyatakan **dua** ciri yang dapat anda perhatikan pada pokok lidah buaya.
- Daripada ciri yang anda nyatakan pada soalan 2(a), kenal pasti jenis tumbuhan ini berdasarkan habitatnya.
- Terangkan ciri-ciri penyesuaian yang membolehkan pokok lidah buaya hidup subur di habitatnya.
- Sekiranya anda tinggal di negara beriklim sejuk, apakah tindakan yang dapat anda lakukan terhadap pokok lidah buaya dalam Gambar foto 1 bagi memastikannya terus hidup?



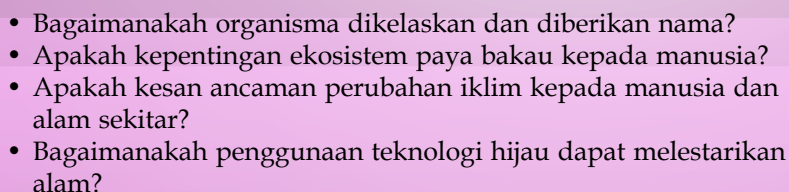
Gambar foto 1

Minda Abad ke-21

3. Sebuah hotel yang terletak berhampiran dengan pantai bercadang ingin membina landskap dengan gabungan elemen seperti tumbuhan, struktur dan batu-batan. Sebagai seorang arkitek landskap, pertimbangkan contoh tumbuh-tumbuhan yang sesuai untuk ditanam berhampiran dengan pantai dan wajarkan pemilihan tumbuhan yang tersebut.

2

Tema ini juga merangkumi kajian biodiversiti, ekologi populasi, amalan dalam pemeliharaan, pemuliharaan dan pemulihan ekosistem di samping menekankan aplikasi teknologi hijau.





Biodiversiti

Eksplorasi

Bab

- Sistem Pengelasan dan Penamaan Organisma
- Biodiversiti
- Mikroorganisma dan Virus



Standard
Pembelajaran

Tahukah

Anda?

- Bagaimanakah organisma dinamakan dan dikelaskan?
- Apakah yang dimaksudkan dengan biodiversiti?
- Mengapakah virus berbeza dengan mikroorganisma yang lain?



Panthera tigris jacksoni

Di Malaysia, kita patut berbangga kerana memiliki satu daripada enam subspesies harimau yang masih wujud di dunia, iaitu harimau Malaya atau nama saintifiknya, *Panthera tigris jacksoni* yang hanya didapati di Semenanjung Malaysia.

Harimau ialah spesies yang dilindungi sepenuhnya di bawah Akta Pemuliharaan Hidupan Liar 2010 (Akta 716) dan diletakkan di bawah Senarai Merah Spesies Terancam Kesatuan Antarabangsa untuk Pemuliharaan Alam Sekitar (IUCN).

Malangnya, populasi harimau mengalami penurunan yang ketara sejak lebih seabad lalu. Bagi mengelakkan spesies ini daripada pupus, Jabatan Perlindungan Hidupan Liar dan Taman Negara (PERHILITAN) telah memulakan kempen Selamatkan Harimau Malaya Kita. Dalam kempen ini, rondaan 24 jam telah dijalankan di kawasan habitat harimau untuk melindunginya daripada ancaman pemburu haram yang memasang jerat.



Kata Kunci



- | | |
|----------------------------|--------------------|
| • Biodiversiti | • Kekunci dikotomi |
| • Prokariot | • Pokok filogeni |
| • Eukariot | • Mikroorganisma |
| • Sistem tatanama binomial | • Patogen |

8.1

Sistem Pengelasan dan Penamaan Organisma

Keperluan Sistem Pengelasan dan Penamaan Organisma

Semasa di Tingkatan Dua, anda telah mempelajari biodiversiti secara ringkas. **Biodiversiti** ialah kepelbagaian jenis hidupan seperti mikroorganisma, haiwan atau tumbuhan yang berinteraksi antara satu sama lain. Lihat Gambar Foto 8.1. Bagaimanakah organisma-organisma tersebut dikelaskan dan dinamakan?

Taksonomi ialah satu bidang biologi yang melibatkan pengelasan, pengecaman dan penamaan organisma mengikut satu sistem yang teratur (Rajah 8.1). Taksonomi bertujuan untuk menguruskan bahan, maklumat dan data yang dikumpulkan dengan menggunakan satu pendekatan yang sistematik dan teratur untuk memudahkan rujukan dalam komuniti saintifik.

Pengelasan organisma mengikut taksonomi

Pengelasan

Organisma dikategorikan berdasarkan ciri yang boleh diperhatikan berdasarkan **sistem hierarki taksonomi**.

Pengecaman

Organisma dikenal pasti menggunakan **kekunci dikotomi**.

Penamaan

Organisma dinamakan mengikut **sistem tatanama binomial**.

Rajah 8.1 Pengelasan organisma mengikut taksonomi

Mengapakah sistem pengelasan dan penamaan organisma penting? Kesemua organisma perlulah dikelaskan secara saintifik ke dalam kumpulan secara teratur berdasarkan ciri-ciri yang serupa dalam kalangan organisma bagi memudahkan kajian dan perbincangan pada peringkat antarabangsa.



Hibiscus rosa-sinensis
(bunga raya)



Paphiopedilum sp.
(orkid selipar)



Cetonia aurata
(kumbang mawar)

Gambar foto 8.1



Gambar foto 8.2

Lintasan Sejarah

Carolus Linnaeus (Gambar foto 8.2) dikenali sebagai Bapa Taksonomi yang telah mencipta satu sistem penamaan dan pengelasan organisma yang digunakan sehingga kini.

Pengelasan Organisma

Semua organisma di dalam dunia dikelaskan kepada enam kumpulan besar yang mengikut **sistem enam alam**. Enam alam (*kingdom*) ini ialah **Archaeobacteria**, **Eubacteria**, **Protista**, **Fungi**, **Plantae** dan **Animalia**. Organisma-organisma ini dikelaskan ke dalam alam masing-masing berdasarkan kepada ciri-ciri serupa yang boleh diperhatikan, iaitu **jenis sel**, **bilangan sel** dan **jenis nutrisi** (Rajah 8.2).

Archaeobacteria • Prokariot • Organisma unisel • Autotrof atau heterotrof  <i>Sulfolobus</i> sp. (bakteria sulfur)	Eubacteria • Prokariot • Organisma unisel • Autotrof atau heterotrof  <i>Salmonella</i> sp.
Protista • Eukariot • Organisma unisel atau multisel • Autotrof atau heterotrof  <i>Amoeba</i> sp.	Fungi • Eukariot • Organisma unisel atau multisel • Heterotrof  <i>Mycena haematopus</i> (cendawan)
Plantae • Eukariot • Organisma multisel • Autotrof  <i>Coleus blumei</i> (ati-ati merah)	Animalia • Eukariot • Organisma unisel atau multisel • Heterotrof  <i>Alcedo atthis</i> (burung pekaka cit-cit)

Rajah 8.2 Sistem enam alam

ANALISIS ISTILAH

• Prokariot: Sejenis sel yang tidak mempunyai nukleus yang terbungkus dalam membran dan organel yang bermembran	• Eukariot: Mempunyai nukleus dan organel yang dikelilingi oleh membran
• Unisel: Satu sel	• Multisel: Lebih daripada satu sel
• Heterotrof: Suatu organisma yang tidak mensintesis makanan sendiri tetapi memperoleh makanan daripada organisma lain	• Autotrof: Suatu organisma yang boleh mensintesis makanan sendiri daripada bahan mentah tak organik dengan menggunakan tenaga cahaya atau tenaga kimia

Ciri Utama Organisma dalam Setiap Alam

Archaeobacteria

- Merupakan organisma **prokariot**
- Merupakan organisma **unisel**
- Merupakan **bakteria primitif**
- Mempunyai dinding sel yang tidak mempunyai **peptidoglikan**
- Habitatnya di kawasan yang sangat panas, berasid, masin atau di persekitaran anaerob
- Terbahagi kepada tiga kumpulan berdasarkan habitat:
 - **Metanogen:**
Merupakan bakteria anaerob obligat. Dijumpai di kawasan paya dan saluran pencernaan haiwan ruminan serta manusia. Menghasilkan metana sebagai hasil sampingan metabolisme.
 - **Halofil:**
Dijumpai di kawasan yang sangat masin seperti di Laut Mati.
 - **Termofil:**
Merupakan bakteria yang tahan suhu tinggi yang mana suhu optimumnya adalah antara 60 °C hingga 80 °C. Dijumpai di kawasan mata air panas dan berasid seperti di Taman Negara Yellowstone di Amerika Syarikat.
- Contoh: *Sulfolobus* sp. (bakteria sulfur) dan *Halobacterium salinarum*



Halobacterium salinarum

Gambar foto 8.3 Archaeobacteria

Eubacteria

- Merupakan organisma **prokariot**
- Merupakan organisma **unisel**, biasanya sel-sel bakteria terhimpun untuk membentuk koloni
- Merupakan **bakteria sebenar**
- Mempunyai dinding sel yang diperbuat daripada **peptidoglikan**. Peptidoglikan juga dikenali sebagai **murein**, iaitu sejenis polimer yang terdiri daripada gabungan gula dan asid amino.
- Sitoplasma eubacteria mempunyai **ribosom** dan **plasmid** tetapi tiada organel bermembran seperti mitokondria, jalinan endoplasma dan organel lain.
- Bakteria dikelaskan mengikut bentuk.
- Contoh: *Streptococcus pneumoniae* dan *Vibrio cholerae*



Streptococcus pneumoniae



Vibrio cholerae

Gambar foto 8.4 Eubacteria

Lintasan Sejarah

Robert Whittaker (1969), telah memperkenalkan sistem lima alam, iaitu Monera, Protista, Fungi, Plantae dan Animalia. Walau bagaimanapun, perkembangan dalam penyelidikan biologi molekul telah mendapati terdapat perbezaan antara RNA dalam bakteria dan archaeobacteria. Carl Woese (1990) telah mengusulkan sistem enam alam dengan memecahkan alam monera kepada bakteria dan archaeobacteria.

Eksplorasi Bio

Alga biru-hijau, Cyanobacteria (Gambar foto 8.5) mempunyai kloroplas dan dapat menjalankan fotosintesis.



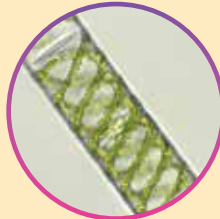
Gambar foto 8.5 Cyanobacteria

Protista

- Merupakan organisma **eukariot**
- Merupakan organisma **unisel** atau **multisel**
- **Heterotrof**, **autotrof** atau kedua-duanya
- Mempunyai organisasi sel yang ringkas tanpa kehadiran tisu khusus
- Selnya mempunyai nukleus yang diselaputi membran nukleus dan organel yang dikelilingi oleh membran.
- Protista dibahagikan kepada tiga kumpulan, iaitu protozoa, alga dan kulapuk lendir.
- Contoh protozoa: *Euglena* sp., *Amoeba* sp. dan *Paramecium* sp.
- Contoh alga: *Chlamydomonas* sp. dan *Spirogyra* sp.
- Contoh kulapuk lendir: *Physarum polycephalum*



Chlamydomonas sp.



Spirogyra sp.

Gambar foto 8.6 Protista

Fungi

- Merupakan organisma **eukariot**
- Merupakan organisma **unisel** atau **multisel**
- **Heterotrof** (saprofit atau parasit)
- Dinding sel dibina daripada **kitin**
- Badan terdiri daripada jaringan bebenang hifa yang disebut **miselium**
- Contoh: *Saccharomyces cerevisiae* (yis) dan *Agaricus* sp. (cendawan)



Saccharomyces cerevisiae



Agaricus sp.

Gambar foto 8.7 Fungi

Plantae

- Merupakan organisma **eukariot**
- Melibatkan semua jenis tumbuhan **multisel**
- Dapat mensintesis makanan sendiri melalui fotosintesis (**fotoautotrof**) kerana mempunyai klorofil
- Menjalankan pembiakan secara **aseks** atau **seks**
- Contoh: Tumbuhan tanpa biji benih (paku pakis) dan tumbuhan berbiji benih (semua tumbuhan berbunga).



Gambar foto 8.8 *Bougainvillea* sp.

Animalia

- Merupakan organisma **eukariot**
- Terdiri daripada semua haiwan **multisel**
- **Heterotrof**
- Kebanyakan haiwan boleh bergerak
- Kebanyakan haiwan membiak secara **seks**
- Contoh: Invertebrata (tapak sulaiman) dan vertebrata (gajah)



Elephas maximus



Asterias sp.

Gambar foto 8.9 Animalia

Aktiviti 8.1



THINK-PAIR-SHARE

Tujuan

Mengumpul maklumat dan membentangkan ciri utama organisma dalam setiap alam

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Kumpulkan maklumat tentang ciri utama organisma dalam sistem enam alam.
3. Salin jadual yang berikut pada kertas sebak dan lengkapkan.

Alam	Bilangan sel	Struktur dinding sel	Kehadiran klorofil	Kehadiran nukleus	Contoh organisma
Archaeobacteria					
Eubacteria					
Protista	Unisel dan multisel				
Fungi		Dinding sel kitin	Tiada klorofil	Ada	
Plantae					
Animalia					

4. Bentangkan jadual anda di dalam kelas.

Hierarki Taksonomi

Sistem hierarki yang digunakan dalam taksonomi ialah **sistem hierarki Linnaeus**. Sistem hierarki Linnaeus mengelaskan organisma mengikut hierarki, bermula dari yang paling khusus iaitu spesies hingga ke yang paling umum iaitu domain. Peringkat hierarki mengikut urutan adalah domain, alam, filum, kelas, order, famili, genus dan spesies.

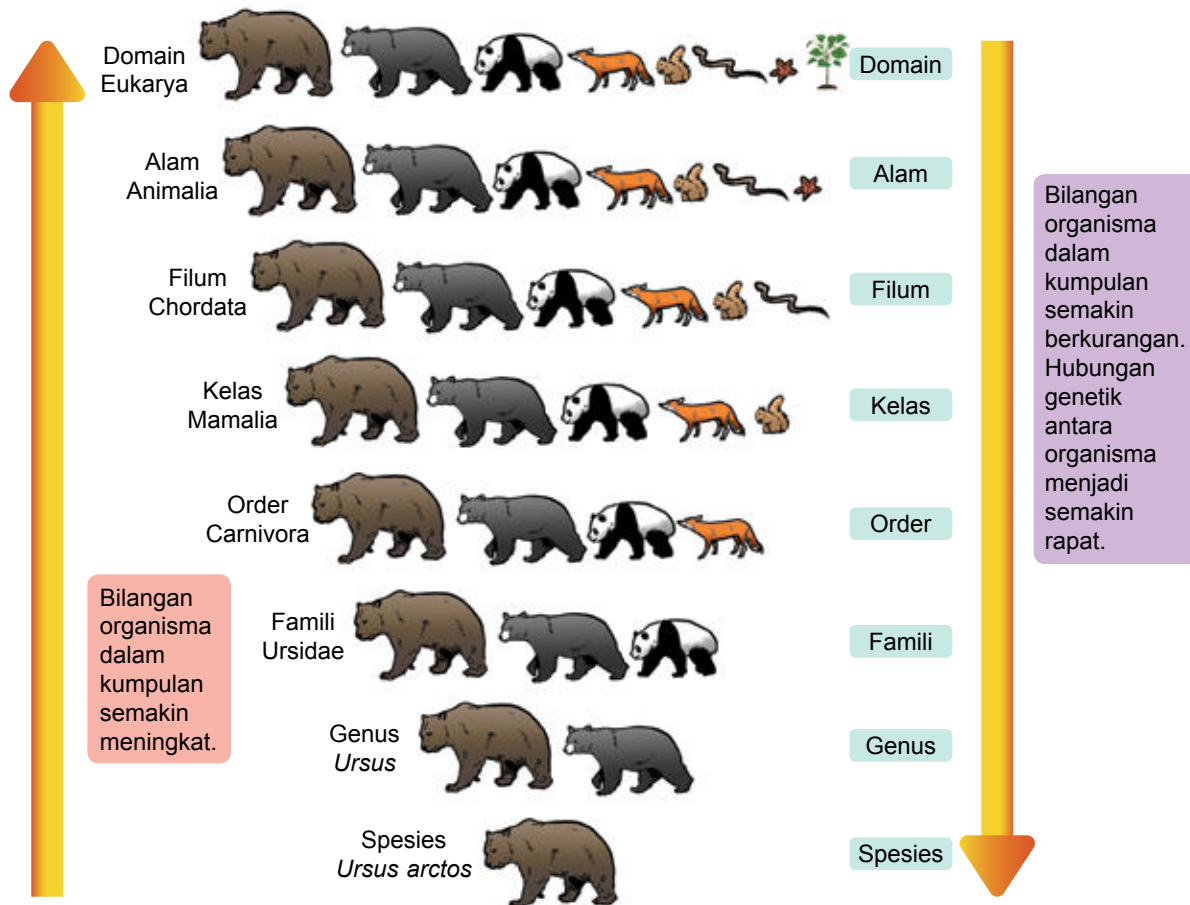
Domain merupakan peringkat taksonomi organisma yang tertinggi di dalam sistem hierarki pengelasan biologi. Setiap **alam** dibahagikan kepada beberapa kumpulan kecil yang disebut **filum**. Organisma dalam filum yang sama mempunyai ciri sepunya yang tertentu. Organisma dalam sesuatu filum adalah berbeza daripada organisma dalam filum yang lain. Filum dibahagi lagi kepada **kelas**. Kelas dibahagi lagi kepada **order**. Dengan cara yang serupa, order dibahagi kepada **famili**, famili dibahagi kepada **genus** dan genus dibahagi pula kepada **spesies**. Spesies merupakan kumpulan yang terkecil dalam pengelasan organisma. Organisma dalam spesies yang sama dapat saling membiak dan menghasilkan keturunan yang subur. Urutan dalam sistem pengelasan organisma ini disebut **hierarki taksonomi** (Rajah 8.3).



Felo Penyelidikan Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia (FRIM), Dr. Saw Leng Guan (Gambar foto 8.10) telah menerima Pingat Royal Botanic Garden Edinburgh (RBGE) pada tahun 2016. RBGE merupakan sebuah institusi penyelidikan antarabangsa terkemuka yang menyampaikan pengetahuan, pendidikan dan tindakan pemuliharaan tumbuhan di seluruh dunia. Dr. Saw Leng Guan ialah ahli taksonomi yang telah memberikan sumbangan dalam penyelidikan biodiversiti di Malaysia selama lebih 30 tahun.



Gambar foto 8.10



Rajah 8.3 Hierarki taksonomi

Sistem Tatanama Binomial

Sistem pemberian nama saintifik kepada organisma yang diamalkan kini ialah **sistem binomial Linnaeus**. Bagaimanakah caranya untuk menulis nama saintifik sesuatu organisma?

- 1 Setiap nama saintifik terdiri daripada dua perkataan. Perkataan pertama ialah nama **genus** dan perkataan yang kedua ialah nama **spesies**.
- 2 Nama genus bermula dengan huruf besar manakala nama spesies bermula dengan huruf kecil.
- 3 Nama saintifik dicetak dalam bentuk huruf italik. Jika ditulis, kedua-dua nama mesti digaris secara berasingan (Jadual 8.1 dan Jadual 8.2).

Jadual 8.1 Cara menulis nama saintifik

Nama biasa	Nama genus	Nama spesies	Nama saintifik (Tulisan)	Nama saintifik (Cetakan)
Burung pekaka cit-cit	<i>Alcedo</i>	<i>atthis</i>	<u><i>Alcedo atthis</i></u>	<i>Alcedo atthis</i>

Gambar foto 8.11
Alcedo atthis

Jadual 8.2 Penulisan nama saintifik beberapa organisma

Nama biasa	Nama saintifik	
	Tulisan	Cetakan
Katak sawah hijau	<u>Rana erythraea</u>	<i>Rana erythraea</i>
Padi	<u>Oryza sativa</u>	<i>Oryza sativa</i>
Pokok bunga teratai	<u>Nelumbo nucifera</u>	<i>Nelumbo nucifera</i>
Pokok bunga matahari	<u>Helianthus annuus</u>	<i>Helianthus annuus</i>

Nama saintifik yang diberikan kepada semua organisma ini ialah nama yang diterima dan diguna pakai di seluruh dunia. Setiap nama yang diberikan biasanya memberikan gambaran tentang ciri-ciri organisma tersebut, keadaan habitat, negara asalnya atau untuk mengenang dan menghargai orang yang mengkajinya. Sebagai contohnya, nama saintifik kacang pis, iaitu *Pisum sativum* L., di mana huruf L adalah merujuk kepada nama orang pertama yang menamakannya, iaitu Linnaeus.

Inovasi Malaysia

Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI) telah menghasilkan pelbagai hibrid baharu pokok orkid yang merangkumi pelbagai genus orkid. Antaranya ialah *Dendrobium maharia* yang kemudiannya dinamakan semula sebagai *Dendrobium Datin Seri Jeanne*, sempena nama isteri mantan Perdana Menteri Malaysia, Tun Abdullah bin Haji Ahmad Badawi (Gambar foto 8.12).



Gambar foto 8.12

ZON AKTIVITI

Perhatikan tumbuh-tumbuhan di persekitaran sekolah anda. Kenal pasti nama biasa tumbuhan tersebut dan tentukan nama saintifiknya berdasarkan sistem tatanama binomial. Anda boleh mengimbas kod QR di sebelah untuk mendapatkan pelbagai nama saintifik tumbuh-tumbuhan di Malaysia.

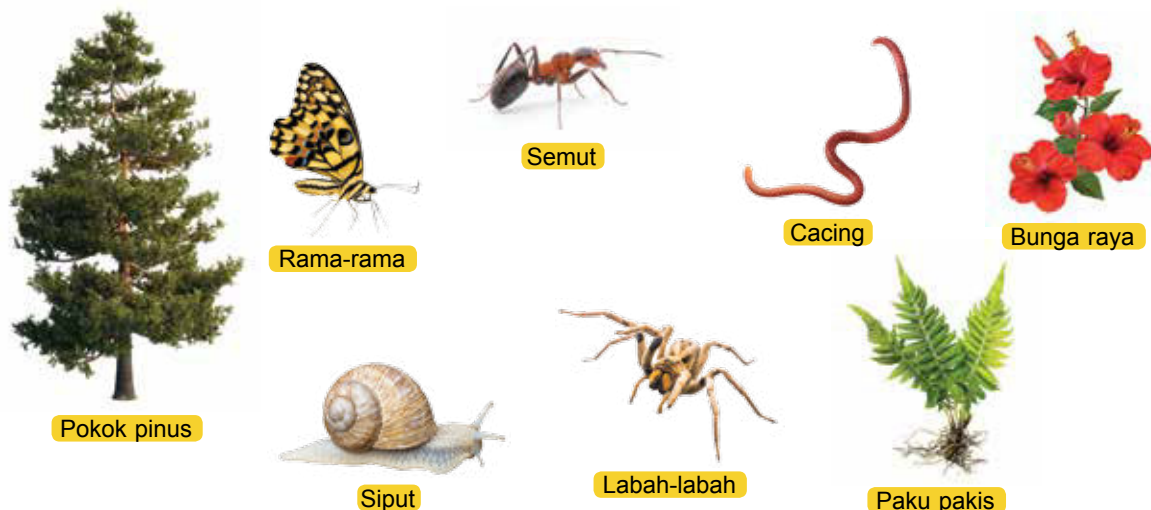


Info

**Biodiversiti
di Malaysia**
bukutekskssm.
my/Biologi/T5/
Ms150

Kekunci Dikotomi

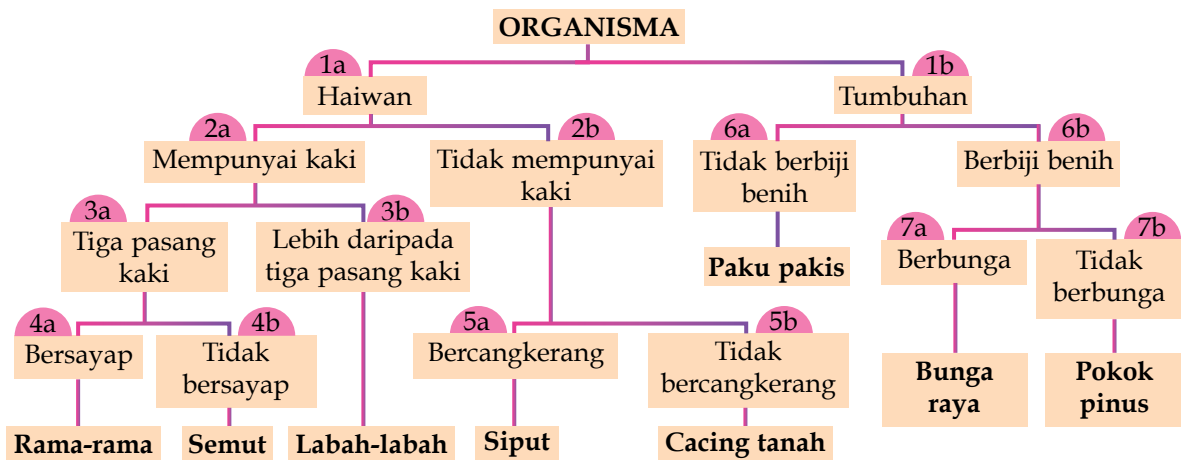
Kekunci dikotomi merupakan satu alat yang digunakan oleh ahli taksonomi untuk pengecaman organisma berdasarkan persamaan dan perbezaan. Salah satu cara untuk membina kekunci dikotomi yang telah dipelajari semasa di Tingkatan 2 adalah dengan membina beberapa **siri kuplet**. Setiap kuplet terdiri daripada dua pernyataan tentang ciri-ciri organisma atau kumpulan organisma yang tertentu (Rajah 8.4).



	<u>Kekunci dikotomi</u>
1a Haiwan.....	Rujuk 2
1b Tumbuhan.....	Rujuk 6
2a Mempunyai kaki.....	Rujuk 3
2b Tidak mempunyai kaki.....	Rujuk 5
3a Tiga pasang kaki.....	Rujuk 4
3b Lebih daripada tiga pasang kaki	Labah-labah
4a Bersayap.....	Rama- rama
4b Tidak bersayap.....	Semut
5a Bercangkerang.....	Siput
5b Tidak bercangkerang.....	Cacing tanah
6a Berbiji benih.....	Rujuk 7
6b Tidak berbiji benih.....	Paku pakis
7a Tumbuhan berbunga.....	Bunga raya
7b Tumbuhan tidak berbunga	Pokok pinus

Rajah 8.4 Contoh kekunci dikotomi

Kekunci dikotomi adalah spesifik untuk satu jenis pengecaman. Kekunci dikotomi yang berlainan digunakan untuk pengecaman jenis organisma yang berlainan. Ciri-ciri yang dipilih ialah ciri yang mudah diperiksa dan dilihat. Ciri-ciri yang bertindih di dalam organisma yang berlainan perlu dielakkan. Tahukah anda terdapat satu lagi cara untuk menulis kekunci dikotomi bagi pengecaman organisma-organisma ini? Lihat Rajah 8.5.



Rajah 8.5 Contoh kekunci dikotomi dalam bentuk kekunci labah-labah

Praktis Formatif 8.1

1. Berikan **dua** ciri organisma yang tergolong dalam alam Fungi.
2. Bagaimanakah organisma dikelaskan menggunakan hierarki taksonomi?
3. Siapakah yang telah memperkenalkan sistem tatanama binomial?
4. Bagaimanakah organisma dinamakan mengikut sistem tatanama binomial?

8.2 Biodiversiti

Konsep Biodiversiti

Biodiversiti boleh dibahagikan kepada tiga jenis, iaitu **diversiti genetik**, **diversiti spesies** dan **diversiti ekosistem** (Jadual 8.3).

Jadual 8.3 Jenis biodiversiti

Diversiti genetik	Diversiti spesies	Diversiti ekosistem
• Diversiti genetik merujuk kepada variasi gen individu di dalam suatu populasi dan variasi gen di antara populasi yang berbeza bagi sesuatu spesies yang sama. Perbezaan dalam gen adalah disebabkan pemencilan dan penyesuaian individu terhadap persekitaran yang berbeza. • Tiada dua individu yang serupa dalam spesies yang sama. • Contoh: Kombinasi gen-gen yang berlainan ini memberikan variasi genetik dalam tanaman seperti pokok padi. Terdapat banyak variasi beras di seluruh dunia pada masa ini.	• Diversiti spesies merujuk kepada variasi dan kepelbagaian organisma di muka bumi. • Diversiti spesies merangkumi jumlah bilangan spesies dalam komuniti (kekayaan spesies) dan taburan spesies dalam komuniti (kesamarataan spesies) • Contoh: Hutan hujan tropika mempunyai diversiti spesies yang tinggi, iaitu 5-10 juta spesies serangga dan lebih daripada 2 juta spesies tumbuhan berbunga.	• Diversiti ekosistem merujuk kepada pelbagai habitat komuniti biosis dan proses ekologi dalam ekosistem di persekitaran daratan, lautan dan di persekitaran akuatik yang lain. • Contoh ekosistem yang kaya dengan biodiversiti ialah ekosistem laut, padang pasir dan paya bakau.

Aktiviti 8.2



Tujuan

Menjalankan kajian lapangan di taman botani atau taman pertanian dan membuat pembentangan tentang diversiti spesies *in situ*

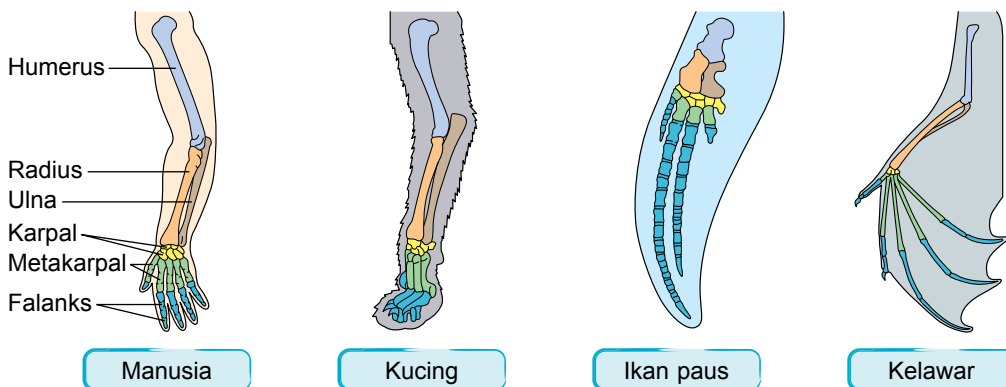
Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Guru mengadakan lawatan bersama-sama murid ke taman botani atau ke taman pertanian.
3. Secara berkumpulan, kenal pasti diversiti spesies yang ada di kawasan tersebut.
4. Ambil gambar foto spesies yang dikenal pasti untuk dijadikan rujukan bagi penamaan spesies.
5. Sediakan satu folio tentang diversiti spesies dalam masa seminggu.
6. Bentangkan folio anda di dalam kelas.

Pokok Filogeni

Filogeni bermaksud sejarah evolusi suatu spesies atau sekumpulan spesies organisma. Pokok filogeni merupakan satu rajah bercabang yang mewakili hipotesis tentang hubungan evolusi sekumpulan organisma. Pengelasan filogeni merupakan satu sistem pengelasan yang menunjukkan hubungan evolusi dan mencerminkan sejarah evolusi bagi organisma yang dikaji. Pengelasan filogeni kini diguna pakai dalam kebanyakan sistem pengelasan moden.

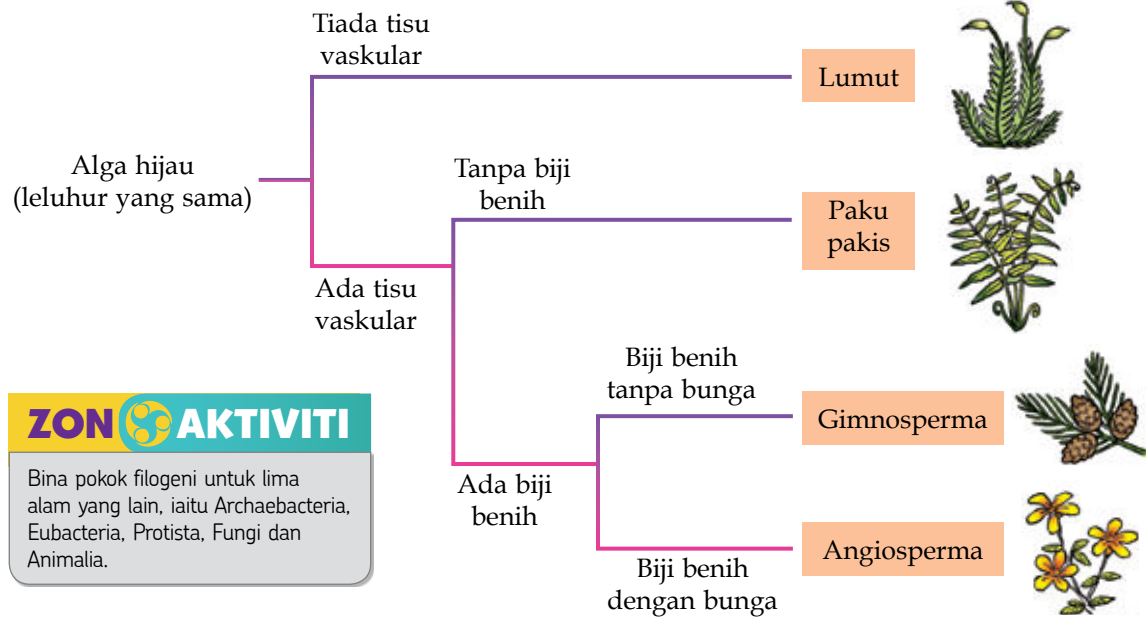
Dalam pengelasan filogeni, pengelasan dibuat berdasarkan **struktur homolog**. Struktur homolog merupakan struktur anggota badan atau anatomi yang serupa dalam pelbagai organisma yang mempunyai leluhur yang sama, namun struktur yang dibandingkan pada organisma menjalankan fungsi yang berlainan. Rajah 8.6 menunjukkan anggota hadapan bagi empat haiwan yang berbeza, iaitu manusia, kucing, ikan paus dan kelawar yang terdiri daripada jenis tulang yang sama, walaupun saiz dan panjang tulang berbeza.



Rajah 8.6 Struktur homolog dalam organisma berlainan

Fungsi bagi semua anggota hadapan itu adalah berbeza, namun jelas menunjukkan bahawa keempat-empat haiwan berasal daripada satu leluhur yang sama dan mempunyai satu hubungan yang rapat. Hubungan evolusi dan sejarah evolusi antara pelbagai spesies biologi dapat ditunjukkan dengan pokok filogeni. Corak cabang dalam pokok filogeni mencerminkan cara spesies atau kumpulan lain berkembang daripada satu siri leluhur yang sama.

Tumbuhan darat dikatakan berevolusi daripada alga hijau. Tumbuhan darat pertama bermula daripada tumbuhan yang tidak mempunyai tisu vaskular seperti lumut. Kemudian, diikuti oleh tumbuhan vaskular tanpa biji benih seperti pokok paku pakis. Tumbuhan vaskular seterusnya berkembang kepada tumbuhan vaskular dengan biji benih, iaitu gimnosperma seperti pokok konifer dan angiosperma yang merupakan tumbuhan berbunga. Angiosperma ialah tumbuhan yang paling berjaya kerana mempunyai biji benih yang dilindungi di dalam buah untuk mengekalkan kemandiriannya (Rajah 8.7).



Rajah 8.7 Pokok filogeni tumbuhan darat

Kepentingan Biodiversiti terhadap Alam Sekitar dan Manusia

Semasa di Tingkatan Dua, anda telah mempelajari kepentingan biodiversiti sebagai sumber makanan, ubat-ubatan dan pendidikan. Biodiversiti juga dapat memelihara keseimbangan alam, dijadikan sebagai tempat rekreasi dan digunakan dalam penyelidikan saintifik. Oleh itu, setiap individu, organisasi dan kerajaan haruslah memainkan peranan masing-masing untuk memelihara serta memulihara biodiversiti. Dapatkan anda menyatakan langkah **pemuliharaan *in situ*** dan **pemuliharaan *ex situ*** yang telah dijalankan di Malaysia? Pemuliharaan *in situ* mengekalkan spesies di habitat asal seperti di Taman Negara dan di hutan simpan kekal (Gambar foto 8.13). Pemuliharaan *ex situ* memelihara spesies di luar habitat asal seperti di zoo dan di taman botani.



Gambar foto 8.13 Pusat Pemulihan Orang Utan di Sepilok merupakan contoh langkah pemuliharaan *in situ*, iaitu mengekalkan spesies di habitat asal

Aktiviti 8.3

THREE STRAY
ONE STAY

Tujuan

Membincangkan kesan biodiversiti terancam terhadap alam sekitar dan manusia

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Cari maklumat daripada pelbagai sumber tentang isu-isu yang berikut:
 - (a) Penebangan hutan
 - (b) Pemburuan haram
 - (c) Pencemaran laut
 - (d) Eksploitasi biodiversiti dalam pelancongan
3. Bincangkan kesan isu-isu tersebut terhadap alam sekitar dan manusia.
4. Jalankan aktiviti pembentangan secara *three stray one stay* di dalam kelas.

Praktis Formatif

8.2

1. Terangkan diversiti ekosistem, diversiti spesies dan diversiti genetik.
2. Apakah tujuan ahli biologi menggunakan pokok filogeni?
3. Apakah peranan anda dalam memelihara dan memulihara biodiversiti di Malaysia?
4. Nyatakan **dua** kepentingan biodiversiti terhadap manusia.

8.3 Mikroorganisma dan Virus

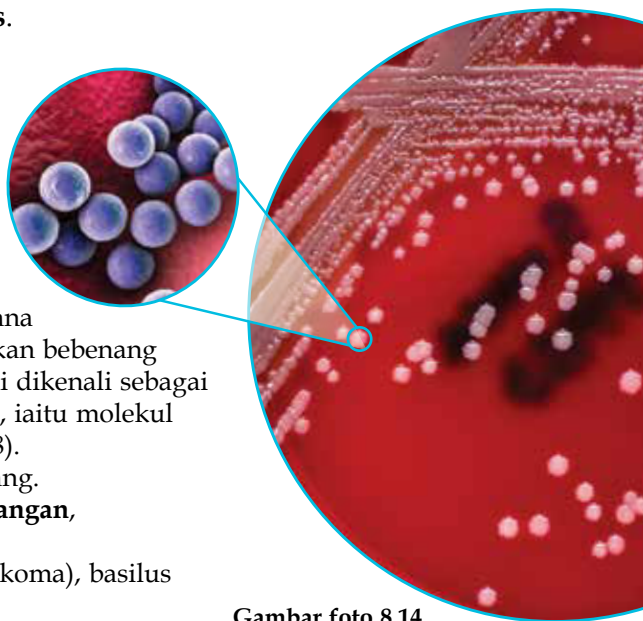
Mikroorganisma ialah organisma seni yang tidak dapat dilihat dengan mata kasar. Organisma ini hanya dapat dilihat melalui mikroskop. Kebanyakan mikroorganisma ialah unisel. Mikroorganisma terbahagi kepada beberapa jenis, iaitu **bakteria**, **protozoa**, **alga**, **kulat** dan **virus**.

Ciri Utama Mikroorganisma dan Virus

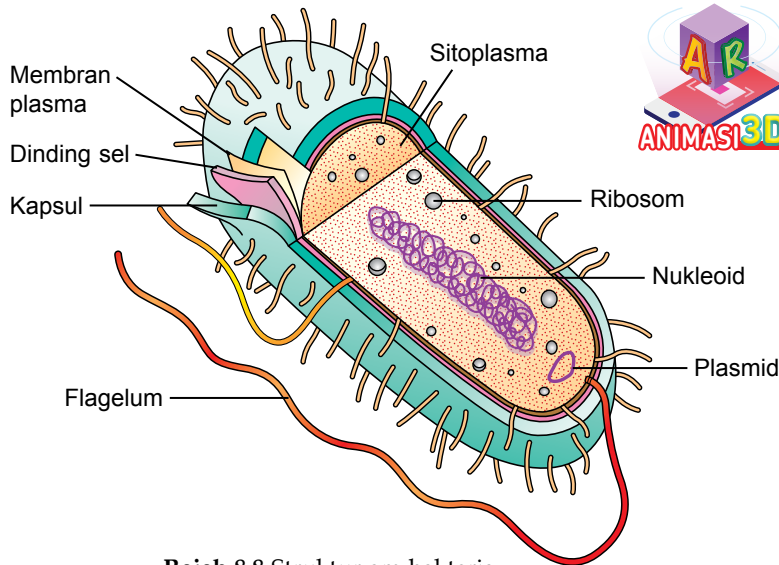
Bakteria

Ciri-ciri utama bakteria:

- **Bakteria** tidak mempunyai nukleus yang nyata kerana tiada membran nukleus. Bahan genetikanya merupakan bebenang kromosom (DNA) di dalam sitoplasma. Kawasan ini dikenali sebagai **nukleoid**. Sesetengah bakteria mempunyai **plasmid**, iaitu molekul DNA kecil yang membawa gen tambahan (Rajah 8.8).
- Saiz bakteria adalah di antara **1 hingga 10 μm** panjang.
- Bakteria biasanya wujud secara **sel tunggal**, **berpasangan**, **berfilamen**, **berantai** atau **berkelompok**.
- Bakteria wujud dalam bentuk kokus (sfera), vibrio (koma), basilus (rod/silinder) dan spirillum (pilin) (Rajah 8.9).
- Contoh-contoh bakteria ialah *Lactobacillus* sp., *Streptococcus* sp. dan *Staphylococcus aureus* (Gambar foto 8.14).



Gambar foto 8.14
Staphylococcus aureus



Rajah 8.8 Struktur am bakteria



Rajah 8.9 Bentuk-bentuk bakteria

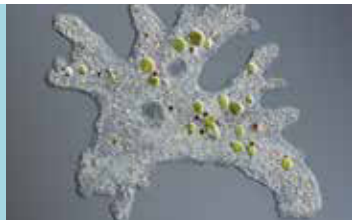
Protozoa

Ciri-ciri utama protozoa:

- **Protozoa** merupakan mikroorganisma **unisel** yang mempunyai ciri seperti haiwan.
- Protozoa bergerak menggunakan **pseudopodium** (kaki palsu), **silia** atau **flagelum** (Rajah 8.10).
- Protozoa biasanya dijumpai di habitat yang berair (Gambar foto 8.15).
- Pemakanan protozoa adalah secara **heterotrof** atau **autotrof**. *Euglena* sp. ialah contoh protozoa autotrof yang mempunyai kloroplas dan boleh berfotosintesis.
- Protozoa hidup secara bebas atau sebagai parasit.



Acanthamoeba sp. dapat ditemui di dalam air paip. Organisma ini dapat merosakkan kornea mata. Oleh itu, kita dinasihatkan untuk tidak menggunakan air paip untuk membersihkan kanta lekap. Sebaliknya, kita perlu menggunakan larutan steril.



Amoeba sp. bergerak menggunakan pseudopodium



Paramecium sp. bergerak menggunakan silia



Euglena sp. bergerak menggunakan flagelum

Rajah 8.10 Contoh-contoh protozoa

Gambar foto 8.15 Protozoa biasanya dijumpai di habitat yang berair

Alga

Ciri-ciri utama alga:

- Alga terdiri daripada mikroorganisma unisel seperti *Chlamydomonas* sp. dan organisma multisel seperti alga perang, *Fucus* sp. (Gambar foto 8.16).
- Sesetengah alga mempunyai **flagelum** untuk bergerak di dalam air.
- Alga mempunyai ciri-ciri seperti tumbuhan, iaitu mempunyai kloroplas. Maka, alga merupakan organisma **autotrof**. Walau bagaimanapun, alga tiada daun, batang dan akar sebenar seperti tumbuhan lain.
- Habitat alga ialah kolam, tasik dan laut.



Chlamydomonas sp.



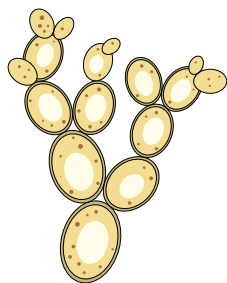
Fucus sp.

Gambar foto 8.16 Contoh-contoh alga

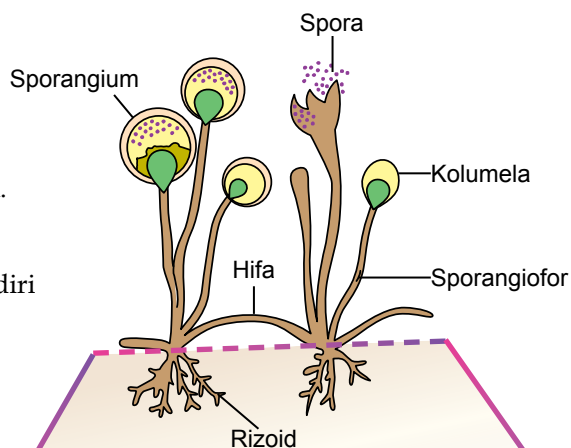
Kulat

Ciri-ciri utama kulat:

- Kulat tidak mempunyai klorofil. Maka, kulat ialah organisma **heterotrof** yang merupakan **parasit** atau **saprofit**.
- Kulat tidak mempunyai akar, batang dan daun.
- Kulat mempunyai dinding sel yang terdiri daripada kitin.
- Badan kulat wujud sebagai **miselium** yang terdiri daripada bebenang halus yang disebut **hifa**.
- Kulat terdiri daripada mikroorganisma unisel, (*Saccharomyces cerevisiae* (yis)) atau mikroorganisma multisel (*Mucor* sp.) (Rajah 8.11 dan Rajah 8.12).
- Kulat dijumpai di kawasan gelap atau lembap serta di atas organisma yang reput atau mati.



Rajah 8.11 Struktur *Saccharomyces cerevisiae*



Rajah 8.12 Struktur *Mucor* sp.

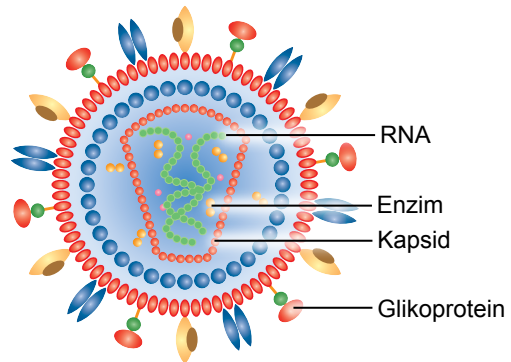
Virus

Ciri-ciri utama virus:

- Virus tidak dimasukkan ke dalam mana-mana alam kerana virus bukan organisma bersel.
- Virus tidak menjalankan sebarang proses hidup jika berada di luar sel perumah. Virus hanya membiak di dalam sel hidup dengan menyuntik bahan genetik ke dalam sel perumah.
- Virus terdiri daripada asid nukleik (DNA atau RNA) dan kapsid yang terdiri daripada protein.
- Saiznya terlalu kecil (20 nm hingga 400 nm), maka virus tidak boleh dilihat dengan menggunakan mikroskop cahaya tetapi hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron.
- Contoh virus adalah virus mozek tembakau, bakteriofaj T₄ dan HIV (Rajah 8.13).



Bakteriofaj T₄



Human Immunodeficiency Virus (HIV)

Rajah 8.13 Contoh-contoh virus

Aktiviti 8.4



PERBAHASAN

Tujuan

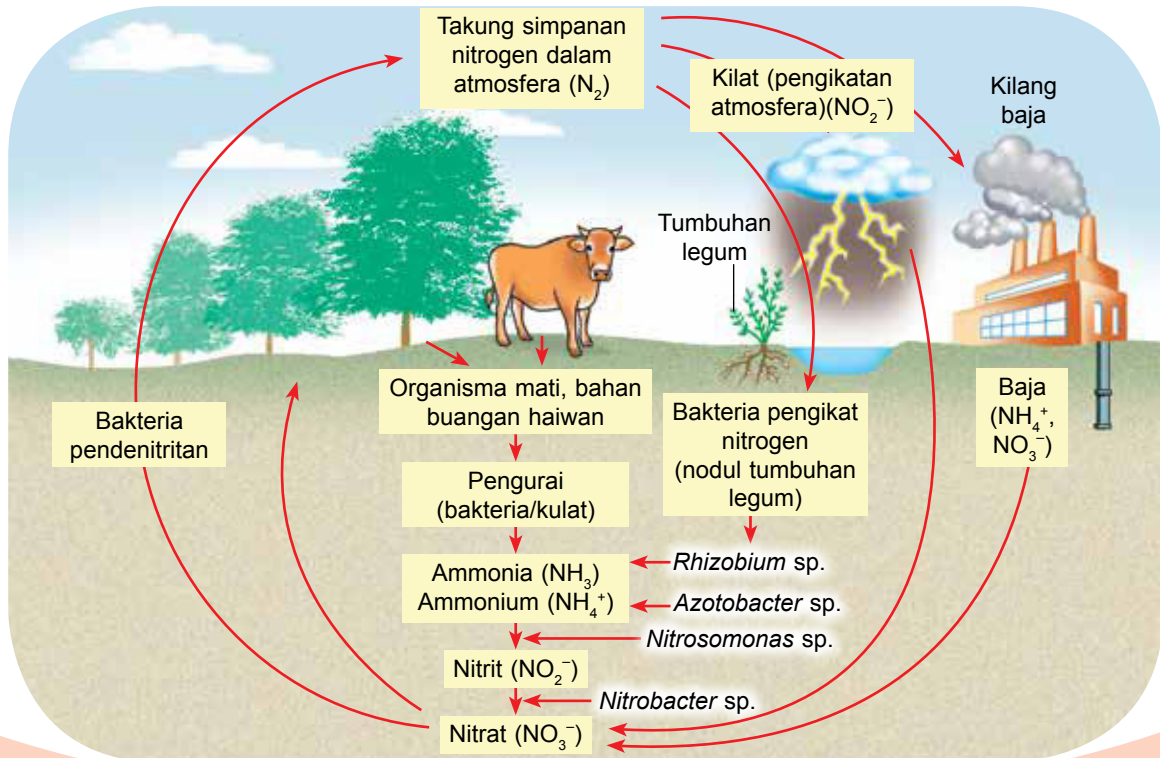
Membahaskan status virus sebagai benda bukan hidup

Prosedur

1. Lantik seorang murid sebagai pengerusi dan tiga orang murid sebagai panel.
2. Laksanakan forum untuk membahaskan status virus sebagai benda bukan hidup.
3. Murid lain akan menjadi penonton dan mencatat isi-isi penting yang diperoleh.
4. Sediakan satu laporan mengikut format yang berikut:
(a) Tajuk (b) Tujuan (c) Kandungan (d) Kesimpulan

Peranan Mikroorganisma dalam Kitar Nitrogen

Tumbuhan memerlukan unsur nitrogen dalam bentuk **ion ammonium** (NH_4^+) atau **ion nitrat** (NO_3^-) yang larut di dalam tanah untuk mensintesis protein di dalam tisu tumbuhan. Bagaimanakah gas nitrogen di atmosfera dapat ditukarkan kepada bentuk yang dapat digunakan oleh tumbuhan? Mari kita kaji kitar nitrogen dalam Rajah 8.14.



Rajah 8.14 Kitar nitrogen

- Bakteria pengikat nitrogen yang hidup di dalam nodul akar tumbuhan legum seperti *Rhizobium* sp. serta bakteria pengikat nitrogen yang hidup bebas di dalam tanah seperti *Azotobacter* sp. mengikat nitrogen daripada atmosfera dan menukarkannya kepada **ion ammonium** (NH_4^+) melalui proses pengikatan nitrogen.
- Kilat semasa ribut petir mengoksidakan nitrogen kepada nitrogen dioksida (NO_2) yang kemudiannya larut ke dalam air hujan membentuk asid nitrus dan asid nitrik. Kedua-duanya akan membentuk garam nitrat di dalam tanah.
- Industri pembuatan baja bernitrogen akan membekalkan baja ammonium dan nitrat ke dalam tanah.
- Apabila tumbuhan dan haiwan mati, pereputan dijalankan oleh mikroorganisma pengurai seperti bakteria dan kulat saprofit. Sebatian protein di dalam tisu badan akan diuraikan menjadi ion ammonium (NH_4^+) melalui proses ammonifikasi.
- Ion ammonium ditukarkan kepada **ion nitrit** (NO_2^-) melalui proses nitrifikasi oleh bakteria nitrifikasi, iaitu *Nitrosomonas* sp.
- Ion nitrit ditukarkan kepada **ion nitrat** (NO_3^-) oleh bakteria nitrifikasi, iaitu *Nitrobacter* sp.
- Nitrat diserap oleh akar tumbuhan dan digunakan untuk sintesis protein. Tumbuhan tersebut kemudiannya dimakan oleh haiwan dan sebatian nitrogen dipindahkan ke dalam tisu haiwan.
- Bakteria pendenitratan menukar nitrat di dalam tanah menjadi gas nitrogen melalui **proses pendenitratan**.

Peranan Mikroorganisma

Mikroorganisma sebagai pengeluar

Mikroorganisma seperti **fitoplankton** biasanya dijumpai terapung di permukaan air laut, kolam atau tasik. Sebagai contohnya, alga hijau, alga biru-hijau (sianobakteria), dinoflagelat dan diatom. Fitoplankton dapat menjalankan fotosintesis kerana mempunyai klorofil. Fitoplankton adalah penting sebagai **pengeluar** dalam rantai makanan di ekosistem akuatik (Gambar foto 8.17).



Gambar foto 8.17
Fitoplankton

Mikroorganisma sebagai pengurai

Kulat saprofit dan **bakteria saprofit** merupakan mikroorganisma utama yang menjalankan penguraian bahan organik daripada pereputan organisma yang mati dalam ekosistem. Kulat dan bakteria saprofit ini dikenali sebagai **pengurai**. Pengurai akan menguraikan bahan organik kompleks seperti najis haiwan, bangkai haiwan dan pokok reput (Gambar foto 8.18) kepada sebatian ringkas seperti ammonium. Pengurai merembeskan enzim pencernaan ke dalam substratum bahan organik mereput dan kemudiannya menyerap hasil pencernaan tersebut. Hasil proses pereputan ini, unsur-unsur yang diperlukan oleh tumbuhan seperti **karbon**, **nitrogen** dan **sulfur** dikembalikan kepada tanah. Bahan-bahan ini kemudiannya akan diserap oleh tumbuhan.



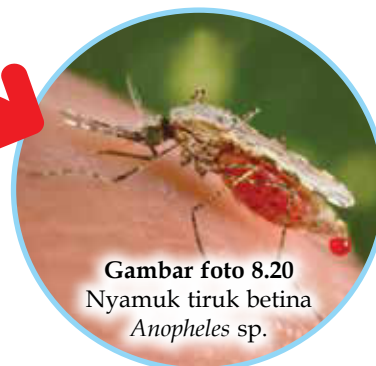
Gambar foto 8.18
Kulat pada batang pokok
yang mereput

Mikroorganisma sebagai parasit

Parasit merupakan organisma yang mendapat faedah daripada perumahnya, manakala perumah mengalami kerugian atau kadangkala mati akibat kesan-kesan yang disebabkan oleh parasit. Parasit mendapat faedah selagi interaksi ini berterusan. Oleh itu, kebanyakan parasit tidak membunuh perumah. Antara contoh mikroorganisma parasit ialah *Plasmodium* sp. (Gambar foto 8.19). *Plasmodium* sp. merupakan sejenis protozoa yang hidup dalam perut nyamuk tiruk betina *Anopheles* sp. (Gambar foto 8.20) dan menyebabkan penyakit malaria kepada seseorang yang digigit nyamuk apabila parasit dipindahkan ke dalam sistem peredaran darah seseorang itu.



Gambar foto 8.19 *Plasmodium* sp.



Gambar foto 8.20
Nyamuk tiruk betina
Anopheles sp.

Mikroorganisma sebagai simbion

Simbion ialah organisma yang mempunyai hubungan yang sangat rapat dengan organisma yang lain yang disebut **perumah**. Terdapat dua jenis simbion, iaitu **ektosimbion** (Gambar foto 8.21) dan **endosimbion** (Gambar foto 8.22).

Simbion

Ektosimbion

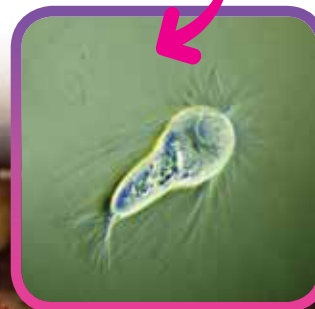
- Hidup di luar sel perumah.
- Contoh: Kulat yang hidup di sekeliling akar tumbuhan, iaitu ektomikoriza.



Gambar foto 8.21 Ektomikoriza

Endosimbion

- Hidup di dalam sel perumah.
- Contoh: Protozoa *Trichonympha* sp. yang hidup di salur alimentari anai-anai.



Gambar foto 8.22 *Trichonympha* sp.
dalam anai-anai

Definisi Patogen dan Vektor

Patogen



Gambar foto 8.23
Vibrio cholerae



Gambar foto 8.24
Staphylococcus aureus

Patogen ialah organisma yang menyebabkan penyakit, contohnya virus, bakteria, protozoa dan kulat.

Semasa di Tingkatan Dua, anda telah mempelajari patogen yang menyebabkan **penyakit berjangkit**. Jangkitan oleh patogen berlaku apabila patogen seperti virus, bakteria atau mikroorganisma lain masuk ke dalam badan serta mula membahagi dan membiak. Penyakit yang disebabkan oleh patogen akan berlaku apabila sel-sel di dalam badan rosak. Hal ini terjadi kerana jangkitan dan simptom-simptom penyakit mula ditunjukkan oleh seseorang yang dijangkiti.

Inovasi Malaysia

Nyamuk yang disuntik dengan bakteria *Wolbachia* merupakan inovasi dalam menangani peningkatan kes denggi di Malaysia. Bacteria *Wolbachia* disuntik ke dalam telur nyamuk *Aedes aegypti* untuk merencatkan pertumbuhan virus denggi di dalam nyamuk, dan seterusnya menghalang penyebaran virus denggi.

Aktiviti 8.5



JELAJAH PEMBELAJARAN

Tujuan

Mengumpul maklumat dan membuat pembentangan tentang penyakit yang disebarkan oleh patogen

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat tentang penyakit yang disebabkan oleh patogen:
 - (a) Virus (contoh: *Human papillomavirus*)
 - (b) Bakteria (contoh: *Salmonella* sp.)
 - (c) Protozoa (contoh: *Plasmodium* sp.)
 - (d) Kulat (contoh: *Tinea* sp.)
3. Bina satu poster tentang penyakit-penyakit tersebut mengikut kreativiti anda.
4. Pamerkan poster anda di dalam kelas.
5. Kemudian, jalankan aktiviti Jelajah Pembelajaran.

Vektor

Sesetengah patogen disebarkan oleh organisma lain seperti nyamuk dan lalat. Nyamuk dan lalat ini dikenali sebagai **vektor**.

Vektor merupakan organisma yang membawa patogen dan menyebabkan penyakit tertentu.



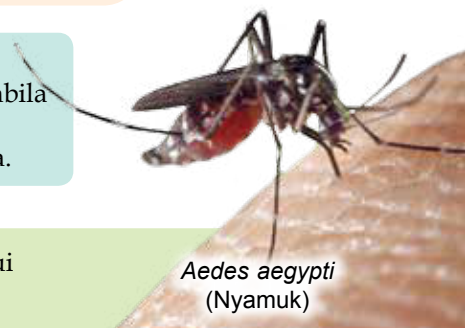
Musca domestica
(Lalat)

Bakteria *Vibrio cholerae* dipindahkan kepada manusia melalui badan lalat yang hinggap pada makanan. Apabila seseorang makan makanan yang telah dicemari oleh *Vibrio cholerae*, mereka akan mendapat penyakit kolera.



Periplaneta americana
(Lipas)

Virus **denggi** dipindahkan kepada manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*.



Aedes aegypti
(Nyamuk)

Bakteria *Salmonella typhi* dipindahkan kepada manusia melalui makanan dan air yang dicemari oleh lipas.

Rajah 8.15 Contoh vektor pembawa penyakit

Aktiviti 8.6



Tujuan

Mereka bentuk alat perangkap atau penghalau vektor yang mesra alam

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan untuk mengkaji pernyataan yang berikut:

Bangunan lama yang terbiar telah menjadi tempat pembiakan tikus. Haiwan ini telah menyebarkan penyakit berjangkit dan merosakkan harta benda penduduk sekitar. Bagi menyelesaikan masalah tersebut, suatu sistem perangkap yang berkesan serta mesra alam diperlukan untuk menangkap tikus-tikus tersebut dan memindahkannya.

2. Reka bentuk satu alat perangkap atau penghalau tikus yang mesra alam.
3. Uji prototaip atau model yang dibina. Lakukan penambahbaikan jika terdapat kekurangan.
4. Bentangkan prototaip atau model tersebut di dalam kelas.
5. Sediakan satu laporan lengkap.

Kesan Patogen terhadap Kesihatan Manusia

Patogen bertindak balas terhadap sistem keimunan badan dalam pelbagai cara. Virus atau bakteria akan menyebabkan kita sakit dengan cara membunuh sel badan atau merencatkan fungsi sel badan. Ada patogen yang merembeskan toksin yang dapat menyebabkan kelumpuhan atau merosakkan aktiviti metabolisme badan.

Jadual 8.4 Simptom-simptom penyakit yang disebabkan oleh patogen

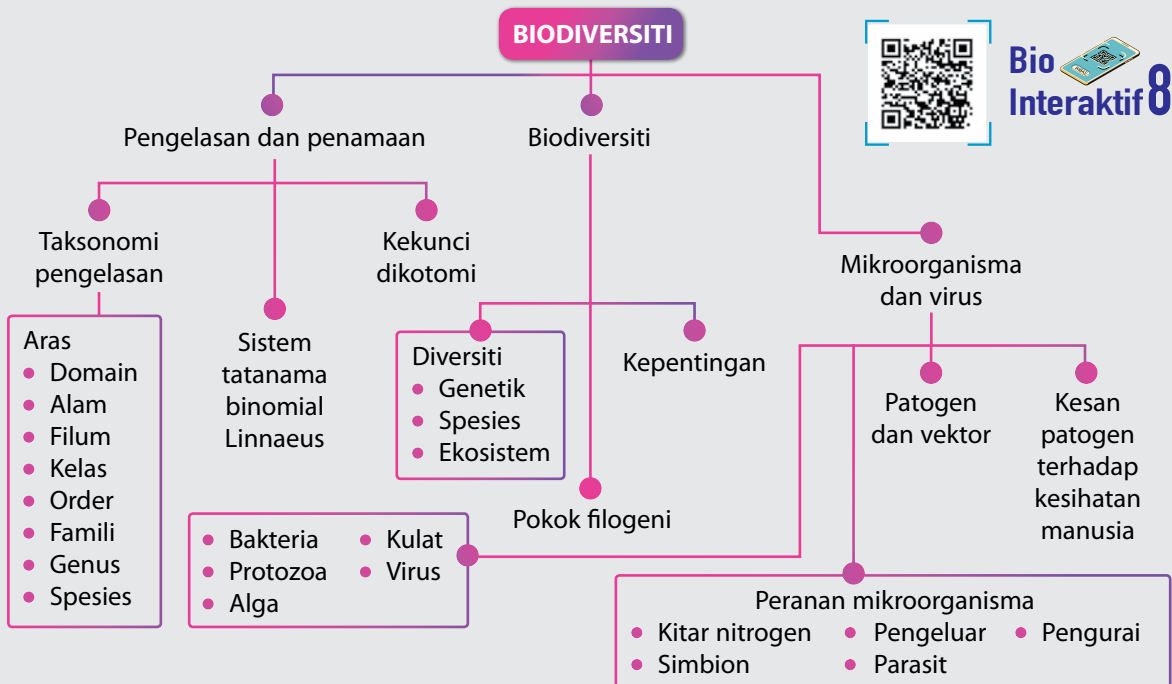
Patogen	Contoh penyakit	Simptom-simptom penyakit
Virus	Hepatitis B	• Radang (sirosis hati) • Abdomen membengkak • Kulit dan warna lapisan sklera mata menjadi kuning • Boleh menyebabkan kematian
Bakteria	Tuberkulosis (tibi)	• Hilang berat badan • Batuk berdarah • Sesak nafas
Protozoa	Disentri	• Sakit perut • Cirit-birit • Muntah
Kulat	Panau	• Tompok-tompok putih atau merah jambu pada kulit

Praktis Formatif 8.3

1. Mengapakah virus tidak dikelaskan dalam sistem enam alam?
2. Mengapakah parasit kebiasaannya tidak membunuh perumahannya?
3. Apakah maksud simbiosis? Jelaskan jenis-jenis simbiosis.
4. Nyatakan maksud patogen. Berikan **tiga** contoh patogen dan vektornya.



Imbas Memori



REFLEKSI KENDIRI



Lengkapkan refleksi sendiri ini untuk menyemak konsep-konsep penting yang telah anda pelajari.



Konsep penting	Sangat baik	Berusaha lagi
Keperluan sistem pengelasan dan penamaan organisma		
Pengelasan organisma secara hierarki dalam enam alam, iaitu: (a) Archaeobacteria (b) Eubacteria (c) Protista (d) Fungi (e) Plantae (f) Animalia		
Ciri utama organisma dalam setiap alam		
Penamaan organisma mengikut sistem tatanama binomial		
Kekunci dikotomi untuk mengelaskan organisma		
Konsep biodiversiti berdasarkan diversiti: (a) Genetik (b) Spesies (c) Ekosistem		
Maksud pokok filogeni		
Kepentingan biodiversiti terhadap alam sekitar dan manusia		
Ciri utama mikroorganisma dan virus: (a) Bakteria (b) Protozoa (c) Alga (d) Kulat (e) Virus		
Peranan mikroorganisma dalam/sebagai: (a) Kitar nitrogen (b) Pengeluar (c) Pengurai (d) Simbion (e) Parasit		
Definisi istilah patogen dan vektor		
Kesan patogen terhadap kesihatan manusia		

Praktis Sumatif

8

○ ○ ○ ○

1. Hierarki taksonomi bagi kucing domestik (Gambar foto 1) ditunjukkan dalam Jadual 1.

Jadual 1

Peringkat	Takson
Alam	Animalia
Filum	Chordata
Kelas	Mamalia
Order	Carnivora
Famili	Felidae
Genus	<i>Felis</i>
Spesies	<i>catus</i>



Gambar foto 1

- (a) Berdasarkan Jadual 1, apakah nama saintifik yang diberikan kepada kucing domestik?
(b) Dengan menggunakan jawapan anda pada soalan 1(a), terangkan sistem tatanama binomial yang diperkenalkan oleh Carolus Linnaeus.



2. Nadine telah menemukan dua spesies amfibia di sebuah hutan seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 2. Kedua-dua amfibia ini mempunyai morfologi yang hampir serupa. Bagaimanakah Nadine dapat menentukan kedua-dua amfibia ini adalah daripada spesies yang sama atau spesies yang berlainan?



Gambar foto 2

3. Gambar foto 3 menunjukkan sejenis kulat pada batang pokok.

- (a) Kulat dahulunya dikelaskan sebagai tumbuhan. Namun kini kulat dikatakan lebih mirip kepada haiwan berbanding tumbuhan. Mengapakah kulat dikelaskan ke dalam alam yang tersendiri dan tidak dikategorikan ke dalam alam Plantae atau Animalia?



- (b) Ramalkan keadaan yang akan berlaku dalam persekitaran kita jika kulat tiada.



Gambar foto 3

4. Tulis satu karangan bertajuk "Siapakah Saya?", iaitu tentang satu organisma yang anda tahu secara kreatif. Anda boleh menyenaraikan ciri-ciri yang ada pada organisma tersebut.



5. Bagaimanakah nitrogen di atmosfera dapat menjadi sebahagian daripada tisu haiwan dan tumbuhan dan kemudiannya kembali semula menjadi nitrogen di atmosfera? Huraikan. 
6. Anda ditugaskan untuk membuat pengelasan organisma di kawasan taman herba di sekolah anda. Huraikan kaedah yang boleh digunakan. 
7. Cadangkan **satu** cara untuk menghasilkan racun kimia yang dapat menghapuskan anai-anai tanpa membunuh serangga berfaedah yang lain. 
8. Baca pernyataan di bawah.

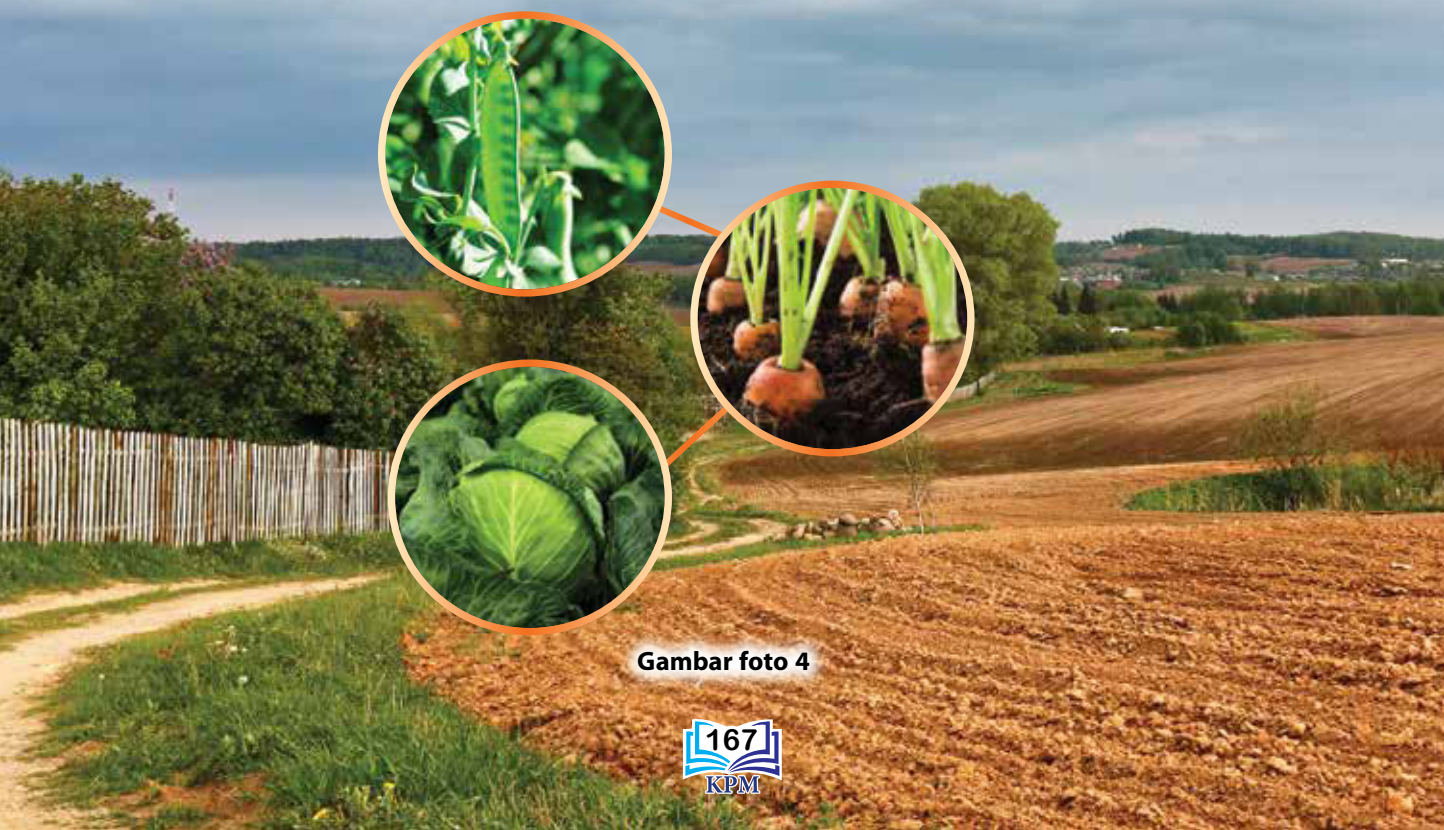
Semua organisma bergantung antara satu sama lain untuk kelangsungan spesies. Apabila sesuatu spesies pupus, banyak spesies lain yang akan mendapat kesannya. Kepupusan spesies mendatangkan kesan buruk kepada kehidupan manusia.

Berdasarkan pernyataan di atas, bincangkan langkah-langkah yang boleh diambil untuk memelihara dan memulihara biodiversiti di Malaysia. 



Minda Abad ke-21

9. Anda telah diberikan satu plot tanah dan disarankan untuk menanam tumbuh-tumbuhan seperti dalam Gambar foto 4. Bagaimanakah anda akan menggunakan tumbuh-tumbuhan tersebut untuk mengekalkan kesuburan plot tanah anda? Jelaskan. 



Gambar foto 4



Ekosistem

Eksplorasi

Bab

- Komuniti dan Ekosistem
- Ekologi Populasi



Standard
Pembelajaran

Tahukah

Anda?

- Bagaimanakah komuniti dan ekosistem terbentuk?
- Apakah ada seekor rama-rama dalam persekitarannya?
- Bagaimanakah keamatan cahaya mempengaruhi taburan tumbuh-tumbuhan di dalam sebuah hutan?
- Apakah yang dimaksudkan dengan ekologi populasi?
- Apakah perbezaan antara saiz populasi dengan kepadatan populasi?

Rizab Biosfera Tasik Chini

Tasik Chini merupakan suatu khazanah alam negara yang wajar dihargai, dilindungi dan dikagumi. Tasik Chini telah dianugerahkan status Rizab Biosfera oleh UNESCO pada tahun 2009. Hingga kini, terdapat 651 tapak rizab biosfera dari 120 buah negara di dunia.

Status Rizab Biosfera ini penting untuk dikekalkan kerana dapat membantu melonjakkan imej Tasik Chini sebagai satu destinasi ekopelancongan utama di Malaysia. Selain itu, status ini dapat meningkatkan kesedaran masyarakat terhadap usaha pemeliharaan dan pemuliharaan di Tasik Chini.

Tasik Chini diwartakan sebagai tapak rizab biosfera kerana kaya dengan kepelbagaian flora dan faunanya. Tasik ini mempunyai 138 spesies flora, 300 spesies hidupan bukan akuatik, 144 spesies ikan air tawar dan 304 spesies fauna.



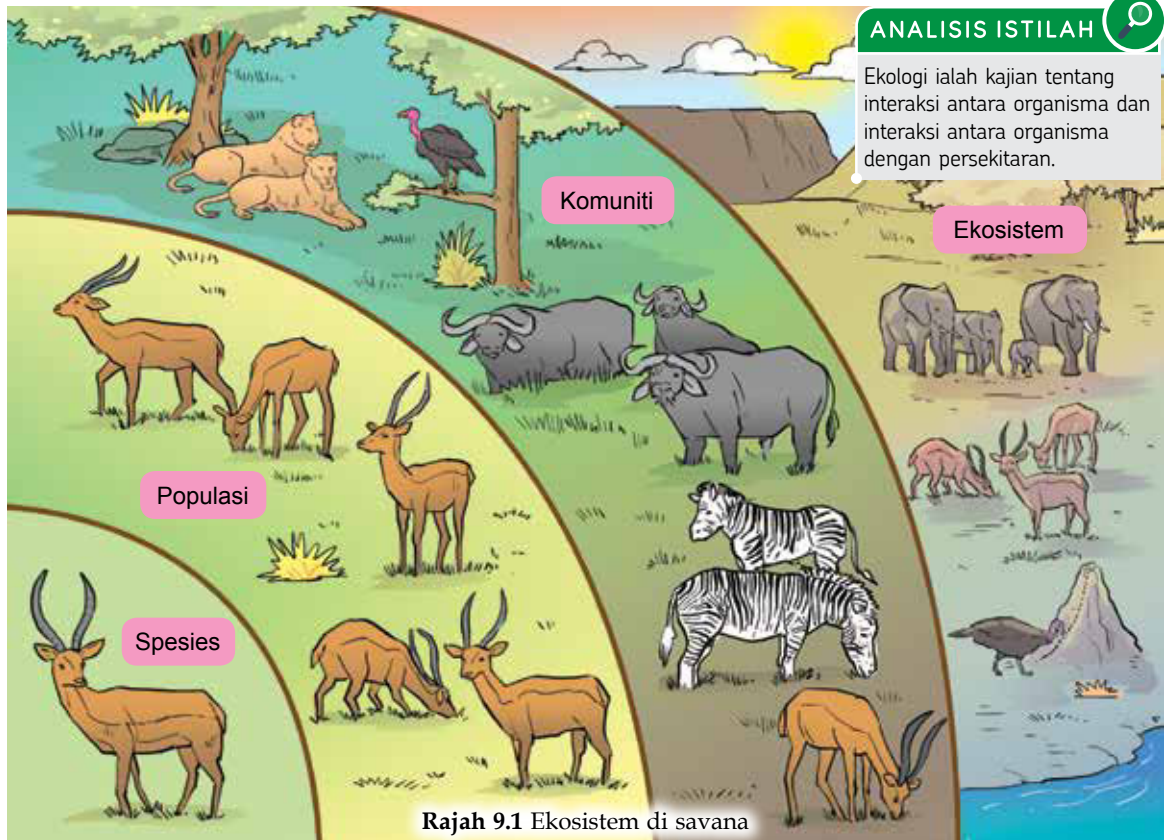
Kata Kunci



- | | |
|---------------|--------------------|
| • Nic | • Heterotrof |
| • Biosis | • Fotoautotrof |
| • Abiosis | • Kemoautotrof |
| • Altitud | • Piramid ekologi |
| • Aspek | • Pengkolonian |
| • Topografi | • Sesaran |
| • Iklim mikro | • Spesies perintis |
| • Autotrof | |

9.1 Komuniti dan Ekosistem

Organisma bukan sahaja saling berinteraksi antara satu sama lain, malah turut berinteraksi dengan benda bukan hidup untuk membentuk satu sistem seimbang yang dikenali sebagai ekosistem (Rajah 9.1). Mari kita memahami beberapa istilah penting dalam bab ini.



- Habitat** ialah persekitaran atau tempat tinggal semula jadi sesuatu organisma (Gambar foto 9.1 dan Gambar foto 9.2).



Gambar foto 9.1 Habitat burung di dalam hutan



Gambar foto 9.2 Habitat katak di dalam kolam

2

Spesies ialah sekumpulan organisma yang serupa, boleh saling membiak dan menghasilkan anak (Gambar foto 9.3).



Gambar foto 9.3
Amphiprion sp. (ikan badut)

3

Populasi ialah sekumpulan organisma yang sama spesies dan hidup di habitat yang sama (Gambar foto 9.4).



Gambar foto 9.4
Sekumpulan ikan badut

4

Komuniti ialah semua populasi organisma daripada spesies yang berlainan yang hidup dalam satu habitat serta saling berinteraksi antara satu sama lain (Gambar foto 9.5).



Gambar foto 9.5
Komuniti ikan di laut

5

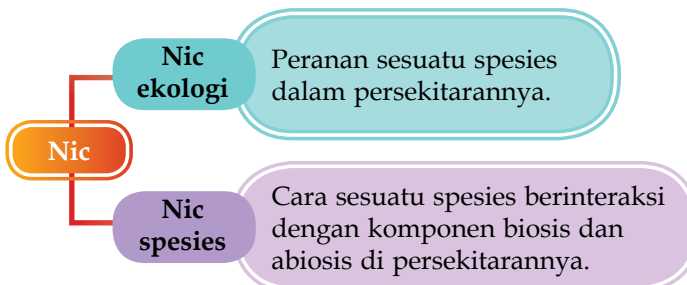
Ekosistem ialah beberapa komuniti yang tinggal bersama dalam satu habitat, saling berinteraksi antara satu sama lain termasuk dengan komponen bukan hidup (abiosis) seperti air, udara dan tanah (Gambar foto 9.6).



Gambar foto 9.6
Ekosistem marin

6

Nic ialah peranan sesuatu organisma dalam ekosistem yang merangkumi tingkah laku serta interaksinya dengan **komponen biosis** dan **abiosis** di persekitaran habitatnya (Rajah 9.2).



Rajah 9.2 Nic ekologi dan nic spesies

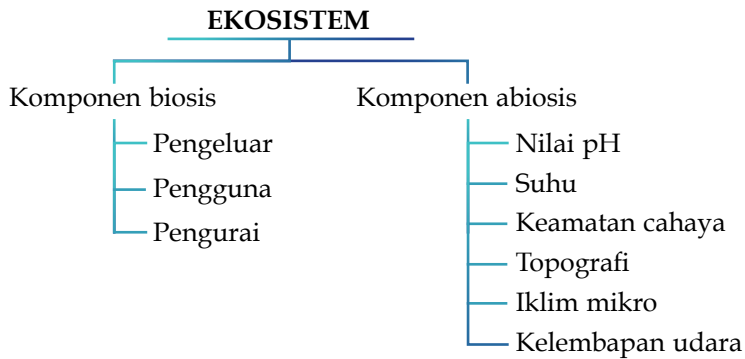
Eksplorasi Bio



Nic sesuatu organisma boleh berubah-ubah mengikut perubahan morfologi organisma tersebut. Contohnya, rama-rama yang melakukan metamorfosis dalam kitar hayatnya mempunyai nic yang berbeza bagi setiap peringkat hidup.

Komponen Biosis dan Abiosis dalam Ekosistem

Ekosistem terdiri daripada dua komponen utama, iaitu **komponen biosis** dan **komponen abiosis** (Rajah 9.3). Komponen biosis merujuk kepada organisma di dalam suatu ekosistem yang berinteraksi dengan organisma lain. Komponen abiosis ialah elemen bukan hidup yang merangkumi ciri fizikal dan kimia yang mempengaruhi organisma yang terdapat di dalam ekosistem.



ZON AKTIVITI

Kenal pasti komponen biosis dan komponen abiosis di sekitar padang atau di kolam sekolah anda.

Rajah 9.3 Komponen utama ekosistem

Komponen Abiosis

Nilai pH

- **Nilai pH** tanah sangat mempengaruhi taburan organisma di dalam sesuatu habitat. Kebanyakan organisma sesuai hidup dalam keadaan pH **neutral** atau hampir neutral.
- Tanah merupakan habitat bagi beratus-ratus juta cacing serta mikroorganisma seperti bakteria, kulat dan protozoa (Gambar foto 9.7).



Perubahan kecil nilai pH akan menjejaskan aktiviti organisma yang mendiaminya dan dapat mengurangkan kesuburan tanah.

Gambar foto 9.7 Tanah didiami oleh pelbagai cacing tanah dan mikroorganisma yang dapat mengekalkan kesuburan tanah

Suhu

- **Suhu** persekitaran mempengaruhi aktiviti fisiologi tumbuhan dan haiwan.
- Perubahan suhu yang kecil akan menurunkan kadar metabolisme kerana semua enzim yang memangkin tindak balas fisiologi sangat sensitif terhadap perubahan suhu.
- Walaupun kebanyakan organisma dapat hidup dalam julat suhu antara **20 °C hingga 40 °C**, namun terdapat juga organisma yang dapat hidup dalam suhu yang ekstrim.
- Beruang kutub dapat hidup di habitat tundra dengan suhu **-14 °C** manakala rubah boleh hidup di gurun dengan suhu mencecah **45 °C** pada siang hari (Gambar foto 9.8).



Gambar foto 9.8 Contoh haiwan yang hidup di kawasan suhu ekstrim

Keamatan Cahaya

- **Keamatan cahaya** dan tempoh masa cahaya matahari memancar di sesebuah kawasan sangat mempengaruhi taburan organisma terutamanya tumbuh-tumbuhan yang menjalankan fotosintesis.
- Pokok tinggi yang terdedah kepada keamatan cahaya yang tinggi di kawasan hutan hujan tropika membentuk kanopi yang rendah keamatan cahaya di bawahnya.
- Hanya tumbuhan bersaiz kecil seperti paku pakis boleh hidup di bawah kanopi ini (Gambar foto 9.9).
- Hutan konifer yang beriklim sederhana dengan keamatan cahaya yang rendah mempunyai kepadatan tumbuhan yang kurang.
- Pokok-pokok di hutan konifer bersaiz kecil dan rendah (Gambar foto 9.10).



Gambar foto 9.9 Hutan hujan tropika



Gambar foto 9.10 Hutan konifer

Topografi

- **Topografi** ialah ciri fizikal muka bumi yang merangkumi **altitud**, **kecerunan** dan **aspek** (Rajah 9.4).
- Topografi menentukan **kelembapan**, **suhu**, dan **keamatan cahaya** di dalam ekosistem.



Altitud

- Semakin tinggi **altitud**, semakin rendah kelembapan relatif, tekanan atmosfera dan kandungan oksigen.
- Tumbuhan yang hidup pada altitud yang berbeza mempunyai jenis, saiz dan kepadatan yang berbeza.
- Sebagai contohnya, pokok pain yang hidup di altitud yang lebih tinggi bersaiz lebih kecil daripada pokok meranti yang hidup di hutan hujan tropika.



Kecerunan

- Lereng bukit yang **curam** lebih mudah terhakis akibat pergerakan air deras.
- Lapisan tanah menjadi lebih nipis dan kering.
- Kawasan ini kurang ditumbuhi pokok kecuali tumbuhan gunung yang renek, berduri serta berdaun kecil dan runcing.



Aspek

- **Aspek** merujuk kepada arah tiupan angin dan sinaran cahaya matahari.
- Lereng bukit yang menghadap ke laut lebih padat dengan tumbuhan berbanding lereng bukit yang menghadap ke daratan.
- Lereng ini mendapat taburan hujan yang lebih.
- Lereng yang menerima lebih cahaya matahari mempunyai tumbuhan yang lebih padat.

Rajah 9.4 Faktor topografi

Iklim Mikro

- **Iklim mikro** merujuk kepada keadaan iklim bagi satu kawasan kecil yang berbeza daripada kawasan di sekitarnya.
- Iklim mikro mungkin berlaku di bawah batu (Gambar foto 9.11), atau di bawah rimbunan pohon besar dalam kanopi hutan.
- Iklim mikro bergantung kepada **suhu**, **kelembapan**, **keamatan cahaya**, **keseimbangan haba**, **tekanan atmosfera**, **sejatan air** serta **keupayaan tanah** menakung air di kawasan tersebut bagi mengekalkan kelembapan.



Gambar foto 9.11 Iklim mikro di bawah batu yang menjadi habitat ulat gonggok

Kelembapan Udara

- **Kelembapan udara**, iaitu kuantiti wap air dalam udara mempengaruhi taburan organisma di dalam sesuatu habitat.
- Lebih banyak organisma mendiami kawasan yang berkelembapan tinggi.
- Kelembapan udara yang rendah meningkatkan kehilangan air dari stoma melalui transpirasi.
- Keadaan ini meningkatkan penyerapan air dan garam mineral dari dalam tanah.
- Transpirasi juga memberi kesan penyejukan kepada tumbuhan bagi mengekalkan suhu optimum tindakan enzim.



Gambar foto 9.12 Badak yang suka akan kelembapan berendam di dalam air

Eksplorasi Bio



Badak mempunyai saiz badan yang besar menyebabkan badak mempunyai nisbah jumlah luas permukaan per isi padu yang rendah. Oleh yang demikian, kadar haba yang dibebaskan daripada kulit adalah rendah. Pada hari-hari panas, badak sering berendam di dalam air berlumpur (Gambar foto 9.12). Ketika lumpur mengering di tubuhnya, badak menjadikan lumpur itu sebagai lapisan yang melindungi kulit daripada sinar matahari untuk menyejukkan badan.

Nutrisi Autotrof dan Nutrisi Heterotrof

Nutrisi ialah cara organisma memperoleh nutrien dan tenaga daripada makanan yang dimakan untuk proses hidup (Gambar foto 9.13). Terdapat dua jenis nutrisi, iaitu **autotrof** dan **heterotrof**. Masihkah anda ingat tentang nutrisi dalam tumbuhan yang telah dipelajari dalam Bab 3? Jadual 9.1 menunjukkan pengelasan organisma berdasarkan tabiat nutrisinya.



Gambar foto 9.13 Anak burung memperoleh nutrien dan tenaga daripada cacing yang dimakannya.

Jadual 9.1 Pengelasan organisma berdasarkan tabiat nutrisinya

Autotrof		Heterotrof		
Fotoautotrof	Kemoautotrof	Saprotrof	Holozoik	Parasit
- Fotoautotrof ialah organisma yang mensintesis sebatian organik daripada karbon dioksida dan tenaga cahaya. - Fotoautotrof dapat mensintesis makanan sendiri melalui proses fotosintesis. - Contoh:  Gambar foto 9.14 Tumbuhan hijau	- Kemoautotrof merangkumi beberapa jenis bakteria yang mensintesis sebatian organik tanpa menggunakan cahaya. - Kemoautotrof memperoleh tenaga melalui pengoksidaan bahan tak organik seperti hidrogen sulfida dan ammonia melalui kemotiksintesis. - Contoh:  Gambar foto 9.15 <i>Nitrobacter</i> sp.	- Saprotrof ialah organisma saprofit yang memperoleh nutrien daripada bahan organik yang mati dan mereput. - Pencernaan dilakukan di luar badan organisma sebelum nutrien diserap ke dalam badan. - Contoh:  Gambar foto 9.16 Kulat	- Organisma yang memakan bahan organik pepejal yang kemudian mencernakannya dan diserap ke dalam badan. - Manusia dan hampir semua jenis haiwan ialah holozoik. - Contoh:  Gambar foto 9.17 Tupai	- Parasit ialah organisma yang menyerap nutrien daripada perumah. Sebagai contohnya, kutu dan cacing pita yang menyerap nutrien daripada perumah iaitu manusia. - Contoh:  Gambar foto 9.18 Kutu

ANALISIS ISTILAH

- Autotrof
Autos = sendiri
Trophos = makan
- Heterotrof
Heteros = yang lain
Trophos = makan

Bijak Fikir

Berikan satu contoh tumbuhan yang dikategorikan sebagai heterotrof holozoik.

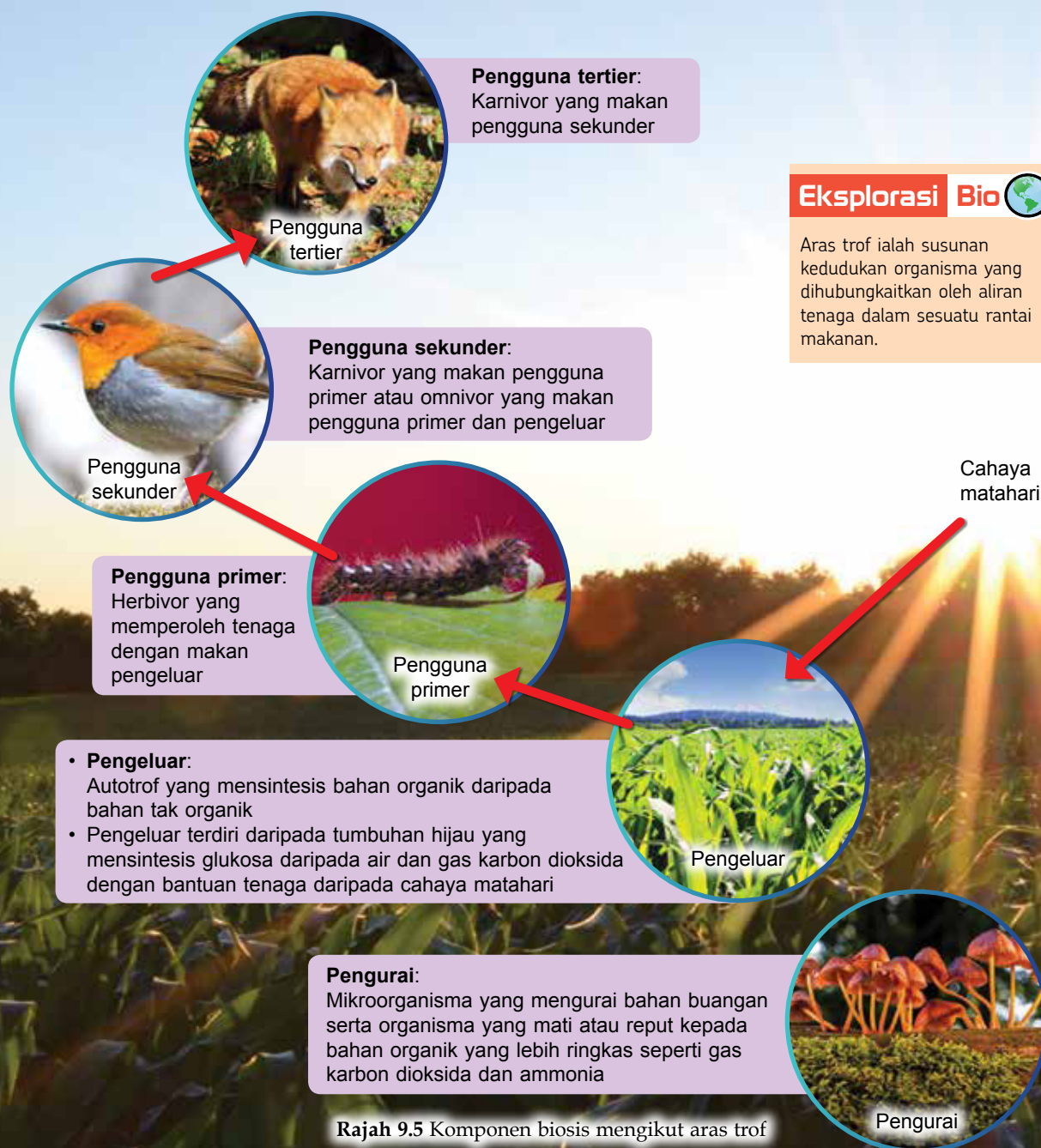
Komponen Biosis Mengikut Aras Trof

Komponen biosis terdiri daripada organisma yang memerlukan tenaga untuk menjalankan proses hidup. Pernahkah anda terfikir dari manakah anda memperoleh tenaga? Manusia dan haiwan memperoleh tenaga dengan makan organisma lain termasuk tumbuhan yang berfotosintesis. Oleh yang demikian, sumber tenaga yang paling utama untuk semua organisma berasal dari **matahari**. Komponen biosis terdiri daripada tiga kumpulan, iaitu **pengeluar**, **pengguna** dan **pengurai** (Rajah 9.5).

Eksplorasi Bio



Aras trof ialah susunan kedudukan organisma yang dihubungkan oleh aliran tenaga dalam sesuatu rantai makanan.



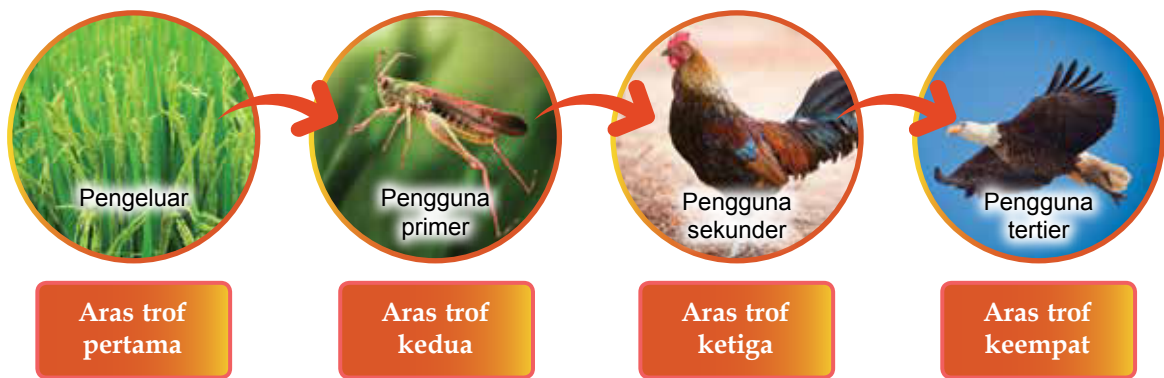
Rajah 9.5 Komponen biosis mengikut aras trof

Pengaliran Tenaga dalam Rantai Makanan

Organisma di dalam sesebuah ekosistem saling berinteraksi antara satu sama lain dalam bentuk hubungan pemakanan. Hubungan tersebut ditunjukkan dalam **rantai makanan**. Rantai makanan ialah satu urutan pemindahan tenaga dari satu aras trof ke aras trof yang berikutnya, bermula daripada pengeluar.

Dalam rantai makanan:

- Dimulai dengan **pengeluar** dan diakhiri dengan **pengguna sekunder** atau **pengguna tertier** (Rajah 9.6).
- Organisma akan makan organisma daripada aras trof sebelumnya.
- Tenaga dipindahkan dari organisma yang dimakan kepada organisma yang memakannya.
- Organisma yang makan organisma lain mendapat tenaga daripada tisu badan organisma yang dimakan. Tenaga ini dipindahkan kepada organisma apabila makanan dicerna dan diasimilasikan untuk membentuk tisu baharu.



Rajah 9.6 Aras trof dalam rantai makanan

Walau bagaimanapun, dalam keadaan semula jadi, kebanyakan haiwan makan lebih daripada satu jenis organisma. Sebagai contohnya, selain ulat beluncas, burung juga boleh makan belalang dan padi. Oleh itu, burung dapat membentuk beberapa rantai makanan dan menduduki aras trof yang berbeza. Seekor burung boleh menduduki aras trof kedua sebagai pengguna primer dengan makan padi. Burung yang sama juga boleh menduduki aras trof ketiga sebagai pengguna sekunder apabila makan belalang. Keadaan ini boleh menyebabkan beberapa rantai makanan saling berhubungan untuk membentuk **siratan makanan**.

Satu siratan makanan:

- Menggambarkan hubungan pemakanan dalam sesebuah komuniti.
- Terbentuk daripada beberapa rantai makanan (Rajah 9.7).
- Organisma dalam semua rantai makanan saling bersandaran antara satu sama lain dalam aspek pemakanan.
- Dimulakan oleh pengeluar yang berfotosintesis dan menukarkan tenaga cahaya daripada matahari kepada tenaga kimia dalam bentuk makanan yang disimpan di dalam organ akar, buah, batang atau daun.



Rajah 9.7 Siratan makanan

Aktiviti 9.1



THINK-PAIR-SHARE

Tujuan

Membina rantai makanan dan siratan makanan untuk komponen biosis di padang atau di kolam sekolah

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Kenal pasti satu ekosistem di kawasan sekolah anda.
3. Senaraikan komponen biosis yang terdapat di dalam ekosistem tersebut.
4. Bina beberapa rantai makanan untuk menunjukkan interaksi antara organisma.
5. Gabungkan semua rantai makanan yang dibina untuk menghasilkan satu siratan makanan bagi menunjukkan semua interaksi yang berlaku di dalam ekosistem tersebut.
6. Bentang hasil kajian anda di dalam kelas.

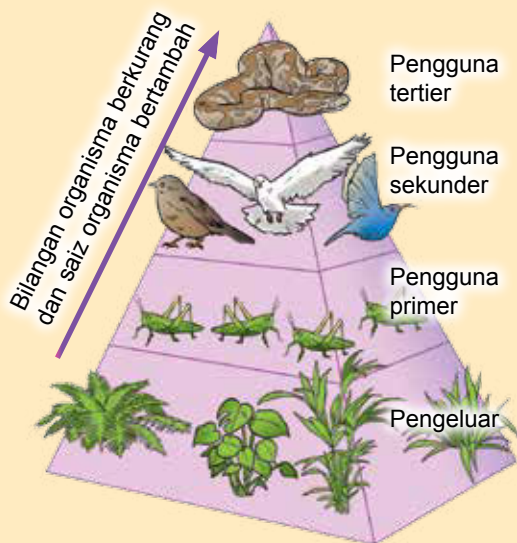
Piramid Ekologi

Rantai makanan dan siratan makanan menggambarkan hubungan pemakanan antara organisma. Apabila satu organisma makan organisma lain, berlaku pemindahan tenaga. Dalam suatu interaksi pemakanan, apabila aras trof meningkat, **bilangan individu**, **biojisim** dan **jumlah tenaga** yang terkandung dalam setiap individu bagi setiap aras trof akan berubah. Kesemua faktor tersebut boleh digambarkan dalam bentuk **piramid ekologi** yang terdiri daripada **piramid bilangan**, **piramid biojisim** dan **piramid tenaga**.

Piramid Bilangan

Piramid bilangan ialah rajah yang menunjukkan bilangan organisma pada setiap aras trof dalam satu rantai makanan (Rajah 9.8).

- Bahagian paling bawah mempunyai bilangan yang paling besar dan merupakan **aras trof pertama** yang mewakili bilangan pengeluar.
- Bahagian piramid seterusnya merupakan **aras trof kedua, ketiga dan keempat** yang mewakili bilangan pengguna primer, pengguna sekunder dan pengguna tertier.
- Semakin tinggi ke bahagian atas piramid, semakin kurang bilangan organisma dalam setiap aras dan semakin besar saiz organisma.

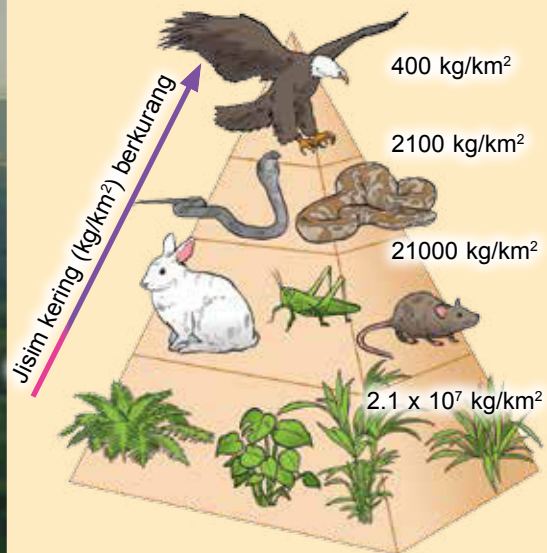


Rajah 9.8 Piramid bilangan

Piramid Biojisim

Piramid biojisim ialah rajah yang menunjukkan jumlah biojisim per unit kawasan semua organisma dalam setiap aras trof (Rajah 9.9). Biojisim diukur dengan menggunakan jisim kering.

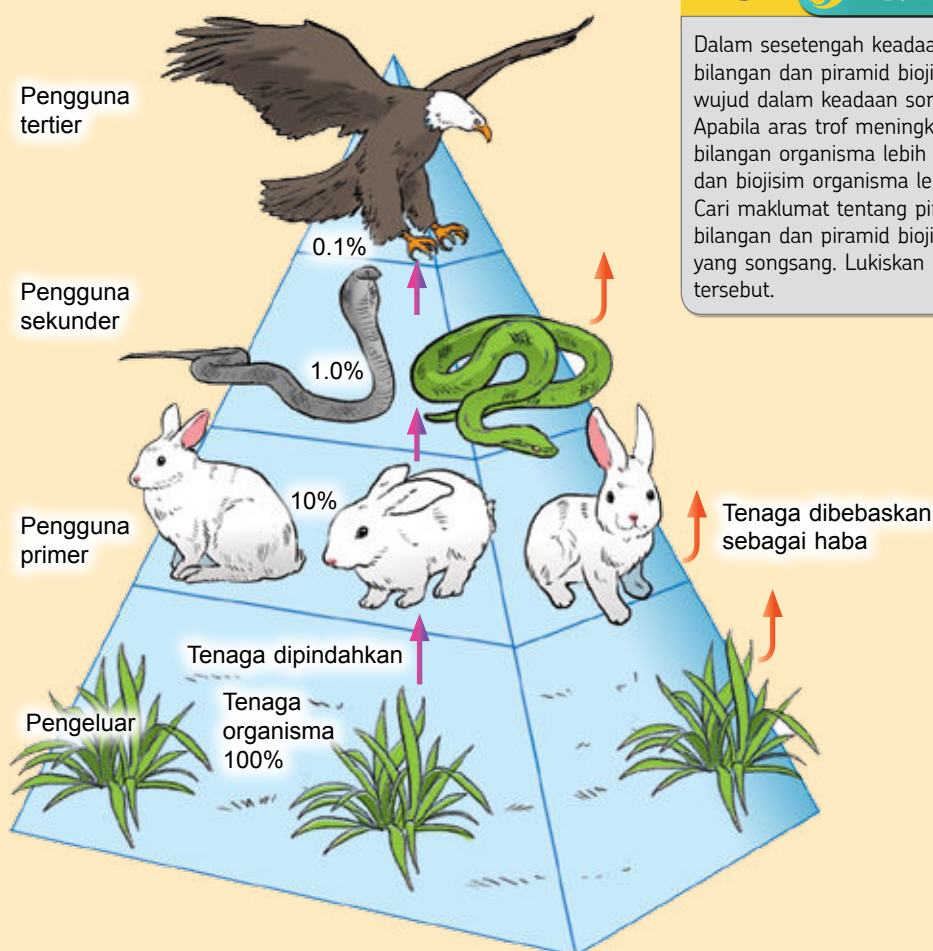
- Piramid ini juga menggambarkan biojisim yang boleh dibekalkan kepada organisma dalam aras trof berikutnya.
- Contohnya, jumlah biojisim pengeluar yang boleh dimakan oleh pengguna primer adalah lebih tinggi daripada biojisim pengguna primer dalam ekosistem.
- Begitu juga dengan jumlah biojisim pengguna sekunder adalah lebih rendah daripada pengguna primer.
- Semakin tinggi ke bahagian atas piramid, semakin kurang jumlah biojisim per unit kawasan.



Rajah 9.9 Piramid biojisim

Piramid Tenaga

ZON AKTIVITI



Dalam sesetengah keadaan, piramid bilangan dan piramid biojisim, boleh wujud dalam keadaan songsang. Apabila aras trof meningkat, bilangan organisma lebih banyak dan biojisim organisma lebih tinggi. Cari maklumat tentang piramid bilangan dan piramid biojisim yang songsang. Lukiskan piramid tersebut.

Rajah 9.10 Piramid tenaga

Piramid tenaga menunjukkan jumlah tenaga yang ada dalam sesuatu ekosistem (Rajah 9.10).

- Sumber tenaga dalam ekosistem ialah **tenaga cahaya** dari matahari yang diserap oleh tumbuhan hijau untuk menjalankan fotosintesis dan menukarkannya kepada tenaga kimia.
- Tenaga akan dipindahkan ke aras trof berikutnya apabila pengguna primer makan tumbuhan pengeluar.
- Tenaga yang ada dalam molekul makanan mungkin disimpan dalam tisu badan, atau dipindahkan ke persekitaran dalam bentuk kumuhan seperti air kencing, atau disingkirkan melalui tinja.
- Apabila molekul makanan diuraikan untuk proses respirasi dan tindak balas lain, sesetengah tenaga dibebaskan ke persekitaran melalui haba. Hanya sebahagian kecil sahaja tenaga dalam makanan ditukarkan kepada tenaga yang disimpan dalam tisu badan sebagai penambahan biojisim organisma tersebut.
- Hanya 10% tenaga dipindahkan ke aras trof berikutnya.
- 90% tenaga hilang ke persekitaran melalui haba, proses hidup, perkumuhan dan penyahtinjaan.
- Oleh itu organisma yang berada pada aras trof yang lebih rendah mempunyai kandungan tenaga tersedia yang lebih banyak berbanding organisma pada aras trof yang lebih tinggi.

Jenis Interaksi antara Komponen Biosis

Sebagai manusia, kita hidup dalam sebuah komuniti. Setiap ahli dalam komuniti tersebut hidup saling memerlukan antara satu sama lain. Begitu juga dengan haiwan dan tumbuhan yang saling berinteraksi dalam sebuah ekosistem dengan pelbagai cara. Terdapat beberapa jenis interaksi yang utama, iaitu **sapropitisme**, **simbiosis**, **pemangsaan** dan **persaingan** (Rajah 9.11). Terdapat dua jenis persaingan, iaitu **persaingan intraspesies** dan **persaingan interspesies**. Persaingan intraspesies berlaku antara organisma yang sama spesies. Persaingan interspesies pula berlaku antara organisma yang berlainan spesies.

Sapropitisme

Sapropitisme merupakan interaksi organisma yang mendapat makanan daripada bahan organik mati.

- Sebagai contohnya, cendawan yang tumbuh di atas batang pokok mati.



Gambar foto 9.19
Cendawan di atas
batang pokok mati

Simbiosis

Simbiosis berlaku apabila spesies berlainan hidup bersama dan berinteraksi antara satu sama lain.

Mutualisme

- Mutualisme ialah interaksi yang memberikan keuntungan kepada kedua-dua organisma.
- Sebagai contohnya, burung tiung mendapat makanan, iaitu kutu di badan kerbau, manakala kerbau bebas daripada kutu.



Burung tiung —
— Kerbau

Gambar foto 9.20
Burung tiung dan kerbau

Komensalisme

- Komensalisme ialah interaksi yang memberikan manfaat kepada salah satu organisma tetapi tidak memudaratkan organisma yang satu lagi.
- Sebagai contohnya, ikan jerung tidak mendapat apa-apa keuntungan daripada ikan remora, sedangkan ikan remora mendapat makanan daripada serpihan makanan ikan jerung.



Gambar foto 9.21
Ikan jerung dan ikan remora

Rajah 9.11 Interaksi antara komponen biosis

Interaksi antara Komponen Biosis

Pemangsaan

Interaksi yang melibatkan satu organisma (pemangsa) yang makan organisma lain (mangsa).

- Sebagai contohnya, pemangsa burung hantu menangkap dan makan mangsanya, iaitu tikus.



Gambar foto 9.23
Burung hantu dan tikus

Persaingan

Persaingan berlaku apabila organisma dalam satu habitat bersaing untuk mendapatkan keperluan asas seperti makanan, air, cahaya dan pasangan.

Persaingan interspesies

- Sebagai contohnya, persaingan antara tumbuhan yang berlainan spesies untuk mendapatkan cahaya matahari.



Gambar foto 9.24
Persaingan interspesies

Persaingan intraspesies

- Sebagai contohnya, persaingan antara haiwan yang sama spesies untuk mendapatkan pasangan untuk mengawan.



Gambar foto 9.25
Persaingan intraspesies

Parasitisme

- Parasitisme ialah interaksi yang menguntungkan satu organisma sahaja dan memudaratkan organisma yang satu lagi.
- Sebagai contohnya, cacing pita, iaitu parasit di dalam usus manusia menyerap nutrien dan menyebabkan manusia (perumah) kekurangan nutrien.



Gambar foto 9.22
Cacing pita



Video

Interaksi antara
Organisma

[http://bukutekskssm.my/
Biologi/T5/Interaksi
AntaraOrganisma.mp4](http://bukutekskssm.my/Biologi/T5/InteraksiAntaraOrganisma.mp4)

Bijak Fikir

Senaraikan contoh lain mutualisme, komensalisme dan parasitisme yang anda pelajari semasa di Tingkatan Dua.

Pernyataan Masalah

Apakah kesan persaingan intraspesies dan persaingan interspesies terhadap organisma?

Tujuan

Mengkaji kesan persaingan intraspesies dan persaingan interspesies terhadap organisma

Hipotesis

Jika berlaku persaingan yang tinggi antara organisma, pertumbuhan organisma menjadi perlahan.

Pemboleh ubah

Pemboleh ubah dimanipulasikan: Jenis biji benih

Pemboleh ubah bergerak balas: Ketinggian anak benih

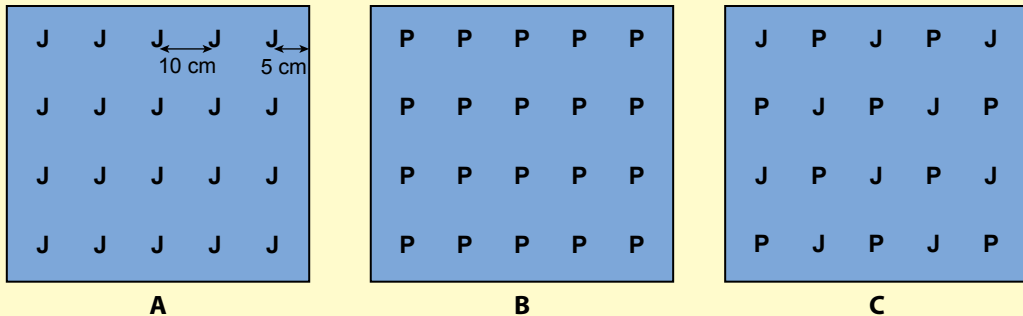
Pemboleh ubah dimalarkan: Kuantiti dan jenis tanah, jumlah siraman air, baja, keamatan cahaya

Bahan

Tanah berbaja, 120 biji benih jagung, 120 biji benih padi

Radas

Dulang plastik dengan ukuran 50 cm × 40 cm × 10 cm, pembaris, penyodok mini

Prosedur

Rajah 9.12

1. Labelkan ketiga-tiga dulang plastik sebagai A, B dan C (Rajah 9.12).
2. Pilih secara rawak 30 biji benih jagung (J) dan 30 biji benih padi (P).
3. Semaikan:
 - (a) 20 biji benih jagung di dalam dulang A
 - (b) 20 biji benih padi di dalam dulang B
 - (c) 10 biji benih jagung dan 10 biji benih padi di dalam dulang C
4. Pastikan jarak di antara dua biji benih ialah 10 cm, manakala jarak di antara biji benih dengan tepi dulang ialah 5 cm.
5. Letakkan ketiga-tiga buah dulang di tempat yang redup.
6. Siram setiap dulang dengan jumlah air yang sama.
7. Selepas sebulan, pilih secara rawak:
 - (a) 10 anak pokok jagung dari dulang A
 - (b) 10 anak pokok padi dari dulang B
 - (c) 5 anak pokok jagung dan 5 anak pokok padi dari dulang C
8. Ukur dan rekodkan ketinggian setiap anak pokok serta puratanya dalam jadual.
9. Berdasarkan jadual tersebut, lukiskan graf bar ketinggian anak pokok dalam sentimeter.

Keputusan

Jenis anak benih / Dulang	Ketinggian anak pokok (cm)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Purata
Jagung / Dulang A											
Padi / Dulang B											
Jagung / Dulang C											
Padi / Dulang C											

Perbincangan

1. Namakan jenis persaingan yang berlaku di dalam dulang A, B dan C.
2. Apakah sumber yang menyebabkan persaingan di dalam dulang A, B dan C?
3. Spesies manakah yang lebih adaptif dalam persaingan di dalam dulang C? Jelaskan.
4. Bandingkan ketinggian:
 - (a) Pokok jagung di dalam dulang A dengan dulang C.
 - (b) Pokok padi di dalam dulang B dengan dulang C. Terangkan jawapan anda.

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Ekosistem Paya Bakau**Komponen Abiosis**

Pokok bakau merupakan tumbuhan tropika yang biasa ditemui di kawasan muara sungai, iaitu di tempat pertemuan antara lautan dan sungai. Tumbuhan ini berjaya menyesuaikan diri dengan komponen abiosis yang ekstrim (Rajah 9.13).



Rajah 9.13 Komponen abiosis ekosistem paya bakau

Komponen Biosis

Selain ditumbuhi oleh pokok-pokok bakau sebagai pengeluar yang mendominasi ekosistem, terdapat pelbagai spesies flora dan fauna yang dapat menyesuaikan diri serta menjadikan hutan paya bakau sebagai habitat (Gambar foto 9.26). Di samping itu, terdapat juga organisma pengurai contohnya bakteria dan kulat yang mengurai organisma mati menjadi nutrien kepada tumbuhan. Semua organisma tersebut membentuk jaringan makanan yang membantu mengekalkan hutan paya bakau dalam keseimbangan dinamik.



Gambar foto 9.26 Komponen biosis ekosistem paya bakau

Ciri Penyesuaian Pokok Bakau

Pokok bakau mempunyai ciri-ciri khas untuk kemandirian spesiesnya di dalam persekitaran yang kurang sesuai untuk kemandirian. Jadual 9.2 menunjukkan ciri penyesuaian pokok bakau untuk mengatasi keadaan persekitarannya.

Jadual 9.2 Ciri penyesuaian pokok bakau beradaptasi dengan keadaan persekitarannya

Bahagian pokok bakau	Ciri penyesuaian
Daun	- Pokok bakau mempunyai daun berkutikel tebal serta stoma terbenam yang dapat mengurangkan kadar transpirasi. - Pokok bakau juga mempunyai daun sukulen yang dapat menyimpan air serta mempunyai struktur khas yang dikenali sebagai hidatod untuk menyingkirkan garam berlebihan. - Daun yang tua dapat menyimpan garam dan akan gugur apabila kepekatan garam yang disimpan terlalu banyak. Gambar foto 9.27 Daun pokok bakau 
Akar pneumatofor	Akar pneumatofor merupakan unjuran akar pendek dari permukaan tanah untuk pengudaraan di kawasan yang sering ditenggelami air. - Akar ini membantu pertukaran gas antara akar yang tenggelam dengan atmosfera melalui lentisel. - Contoh: <i>Avicennia</i> sp. Gambar foto 9.28 Akar pneumatofor 
Akar jangkang	Akar jangkang tumbuh bercabang daripada bahagian bawah batang pokok bakau. - Akar ini mencengkam di dalam tanah dengan kuat untuk memberi sokongan bagi melawan tiupan angin dan ombak yang kuat. - Contoh: <i>Rhizophora</i> sp. Gambar foto 9.29 Akar jangkang 
Akar banir	Akar banir merupakan sejenis akar dengan struktur kepingan yang menebal untuk menambah luas permukaannya. - Akar ini menyokong pokok yang tumbuh di atas tanah lembut yang bersempadan dengan daratan. - Contoh: <i>Bruguiera</i> sp. Gambar foto 9.30 Akar banir 
Biji benih	- Biji benih vivipariti bercambah dan tumbuh semasa masih melekat pada pokok induk. - Hal ini membolehkan biji benih yang jatuh tercacak di atas tanah berlumpur dan tidak dihanyutkan oleh ombak. Gambar foto 9.31 Biji benih vivipariti 

Pengkolonian dan Sesaran

Sesuatu ekosistem boleh berubah akibat fenomena alam semula jadi seperti letusan gunung berapi, gempa bumi dan kemarau serta aktiviti manusia seperti perlombongan sehingga mengakibatkan semua organisma mati atau bermigrasi. Walau bagaimanapun, dalam satu jangka masa yang panjang, kawasan yang kosong ini akan dihuni oleh hidupan lain yang dipanggil **spesies perintis**, iaitu spesies yang mula-mula menduduki suatu kawasan yang belum pernah ditumbuhi oleh spesies lain (Rajah 9.14).

PENGKOLONIAN

Tumbuhan mula menakluki tempat yang belum diduduki, membiak dan membentuk koloni di kawasan tersebut.

SESARAN

Sesetengah spesies tumbuhan yang dominan di suatu habitat perlahan-lahan digantikan oleh spesies lain yang dipanggil penyesar.

Zon garis pantai

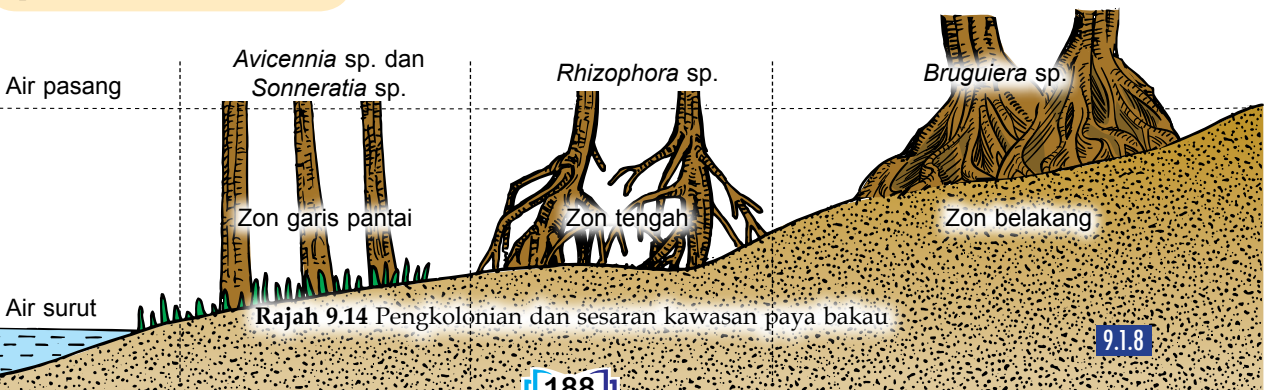
- **Zon garis pantai** paling terdedah kepada ombak besar.
- Zon ini ditumbuhi oleh **spesies perintis**, iaitu pokok *Avicennia* sp. (pokok api-api) dan *Sonneratia* sp. (pokok perepat).
- Sistem akar yang meluas dan pneumatofor membantu pokok memerangkap lumpur dan bahan organik yang dibawa oleh air pasang.
- Hal ini menyebabkan berlaku pengumpulan lumpur secara beransur-ansur. Oleh itu, tanah menjadi lebih tinggi dan padat.
- *Rhizophora* sp. menyasarkan dan menggantikan spesies perintis.

Zon tengah

- **Zon tengah** terletak di sepanjang sungai berdekatan dengan muara.
- Ditumbuhi oleh pokok *Rhizophora* sp. (pokok bakau minyak) yang mempunyai akar jangkang berselirat yang dapat memerangkap ranting kayu dan lumpur yang hanyut serta menyekat aliran arus air.
- Pemerangkapan lumpur menyebabkan pemendapan berlaku dengan lebih pantas.
- Tebing menjadi lebih tinggi dan kering kerana kurang dilimpahi air laut semasa air pasang.
- Tanah menjadi kurang sesuai untuk pertumbuhan *Rhizophora* sp., sebaliknya lebih sesuai untuk *Bruguiera* sp.
- *Bruguiera* sp. menyasarkan dan menggantikan *Rhizophora* sp.

Zon belakang

- **Zon belakang** terletak jauh ke daratan.
- Tanah menjadi lebih tinggi, keras dan hanya dilimpahi air laut semasa air pasang.
- Ditumbuhi oleh pokok *Bruguiera* sp. (tumu merah) yang mempunyai akar banir untuk memerangkap lebih banyak lumpur dan kelodak.
- Proses pemendapan membentuk paya baharu yang mengunjur ke laut.
- Pantai yang lama semakin menjauhi laut. Tanah di pantai berubah menjadi daratan serta sesuai untuk pokok daratan seperti *Nypa fruticans* dan *Pandanus* sp.
- Pokok daratan menyasarkan dan menggantikan *Bruguiera* sp.



Kepentingan Ekosistem Paya Bakau

ZON PERLINDUNGAN

- Hutan paya bakau menjadi **penampan semula jadi** bagi mengurangkan kelajuan ombak dan angin yang sampai ke kawasan pinggir pantai.
- Hutan paya bakau menjadi **tempat perlindungan** kepada ikan kecil, udang dan ketam daripada pemangsa dan pergerakan arus air serta ombak yang kuat.
- Hutan paya bakau menjadi kawasan perlindungan dan tempat mencari makanan bagi pelbagai spesies burung yang bermigrasi.

SUMBER PERIKANAN

- Hasil laut seperti ikan, udang, ketam dan siput menjadi **sumber pendapatan** para nelayan di kawasan paya bakau.
- Perairan di kawasan paya bakau menyokong **industri sangkar terapung** untuk menternak spesies komersial.

SUMBER PERHUTANAN

- Kayu bakau boleh digunakan untuk membuat **sampan, perangkap ikan dan kerangka bangunan**.
- Kayu bakau juga boleh digunakan untuk membuat barangan **kraf tangan**.
- Kayu bakau dibakar di dalam relau untuk menghasilkan sumber bahan api, iaitu **kayu arang**.

SUMBER MAKANAN DAN UBAT-UBATAN

- Buah *Avicennia* sp. boleh dimakan sebagai sayur.
- Kekacang pokok *Avicennia* sp. boleh direbus dan dimakan, manakala bunganya menghasilkan madu.
- Buah *Sonneratia* sp. digunakan dalam pembuatan bahan minuman.
- Buah *Nypa* sp. boleh dimakan dan air daripada buahnya boleh digunakan dalam pembuatan cuka dan nira.
- Kulit pokok *Bruguiera* sp. digunakan untuk merawat cirit-birit.

Rajah 9.15 Kepentingan ekosistem paya bakau

Aktiviti 9.2



Tujuan

Menjalankan kajian dan membuat pembentangan tentang kepentingan ekosistem paya bakau

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Jalankan kajian lapangan di kawasan paya bakau. Kaji tentang:
 - (a) Industri kayu arang
 - (b) Industri desa penghasilan atap nipah atau gula enau
 - (c) Aktiviti penangkapan hasil laut paya bakau seperti kerang, udang dan ketam
3. Bentang hasil kajian anda di dalam kelas dalam bentuk persembahan multimedia.

Praktis Formatif

9.1

1. Berikan definisi:
 - (a) Spesies
 - (b) Populasi
 - (c) Komuniti
2. Dalam sebuah ekosistem, komponen biosis saling berinteraksi antara satu sama lain dan juga dengan faktor persekitaran. Berikan **satu** contoh interaksi yang berlaku di padang rumput.
3. Bagaimanakah faktor aspek mempengaruhi taburan organisma di dalam sesebuah ekosistem. Terangkan.
4. Piramid bilangan menunjukkan hubungan antara aras trof dengan bilangan dan saiz organisma serta nilai tenaga yang dipindahkan. Jelaskan hubungan antara:
 - (a) Aras trof dengan bilangan organisma
 - (b) Aras trof dengan jumlah biojisim per unit kawasan
 - (c) Aras trof dengan nilai tenaga
5. Nyatakan kepentingan paya bakau dalam aspek:
 - (a) Keselamatan
 - (b) Sumber pendapatan
 - (c) Pelancongan
 - (d) Pendidikan

9.2 Ekologi Populasi

Ekologi populasi merupakan cabang ekologi yang mengkaji interaksi suatu populasi dengan persekitarannya. Seperti yang dipelajari dalam Subtopik 9.1, populasi ialah sekumpulan organisma yang sama spesies dan hidup di habitat yang sama. Taburan populasi menunjukkan cara organisma yang sama spesies tersebar di dalam sesebuah habitat. Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi taburan populasi?

Faktor yang Mempengaruhi Taburan Populasi

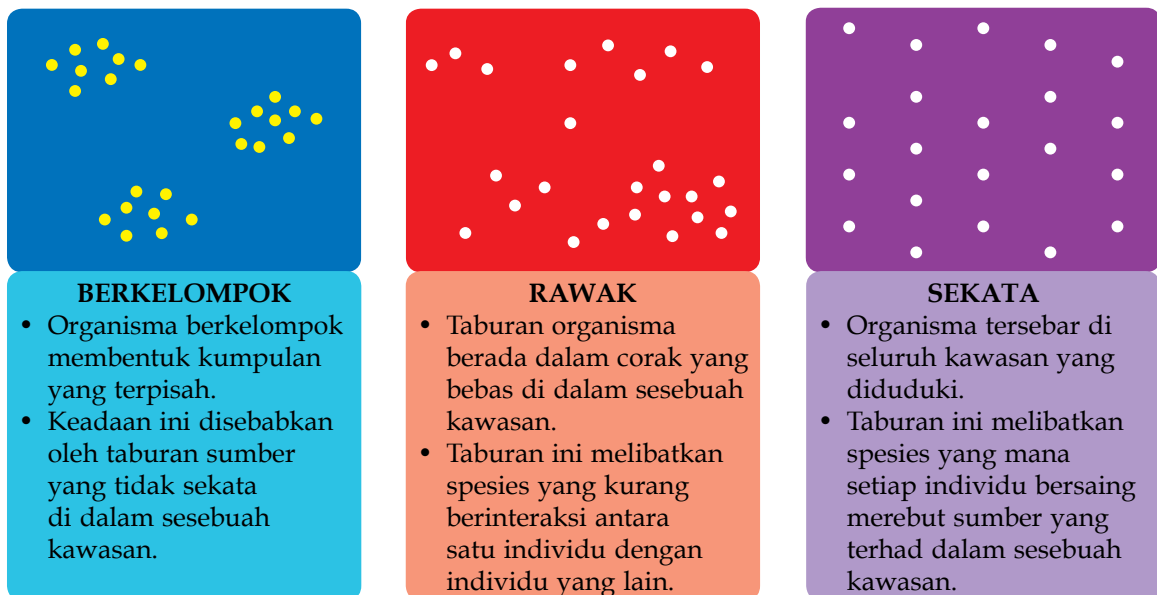
Taburan populasi dipengaruhi oleh faktor yang terdiri daripada faktor abiosis seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 9.3.

Jadual 9.3 Faktor yang mempengaruhi taburan populasi tumbuhan dan haiwan

Faktor	Kesan kepada tumbuhan
Suhu	• Suhu optimum bagi pertumbuhan tumbuhan adalah antara 25 °C hingga 30 °C. • Suhu yang tinggi dapat menyebabkan enzim ternyahasli. Proses biokimia dalam tumbuhan akan terganggu, dan; ➢ merencat pertumbuhan tumbuhan. ➢ meningkatkan kadar sejatan air secara transpirasi. ➢ menurunkan kadar fotosintesis. • Suhu yang rendah akan mengurangkan aktiviti enzim. Hal ini akan memperlahankan tindak balas biokimia.
Air	• Air diperlukan untuk aktiviti enzim, fotosintesis serta pengangkutan dan sokongan dalam tumbuhan herba. • Kawasan yang kering seperti gurun dan kawasan tundra seperti di kutub mempunyai taburan populasi serta kepadatan tumbuhan yang rendah.

Cahaya	• Cahaya sangat penting untuk proses fotosintesis. • Kawasan yang kurang menerima cahaya mempunyai bilangan tumbuhan yang sedikit.
pH tanah	• pH tanah penting untuk penyerapan nutrien oleh akar. • pH tanah yang terlalu berasid atau beralkali akan menyebabkan penyerapan nutrien oleh tumbuhan menjadi rendah. • Pertumbuhan pokok akan terjejas kerana kekurangan nutrien.
Kandungan garam mineral	• Kandungan garam memberikan kesan terhadap penyerapan air secara osmosis oleh akar. • Kandungan garam yang tinggi di dalam tanah menyebabkan tumbuhan kehilangan air melalui osmosis. • Mineral diperlukan untuk menghasilkan protein, enzim, nukleotida, vitamin dan sebatian lain. • Contohnya, fosforus digunakan untuk membentuk fosfolipid (dalam pembentukan membran sel).
Faktor	Kesan kepada haiwan
Suhu	• Kawasan yang terdedah pada suhu yang tinggi dalam sesuatu habitat kurang diduduki oleh haiwan seperti cacing dan siput.
Air	• Haiwan tertumpu ke kawasan yang mempunyai sumber air yang mencukupi untuk minum dan menyejukkan badan.
Tempat membiak	• Tempat membiak yang sesuai dan selamat diperlukan oleh haiwan bagi melahirkan dan membesarkan anak.
Bekalan makanan	• Makanan penting untuk kemandirian kerana haiwan ialah heterotrof yang bergantung kepada tumbuhan dan haiwan lain sebagai makanan.

Terdapat tiga corak taburan populasi, iaitu **berkelompok**, **rawak** dan **sekata** (Rajah 9.16).



Rajah 9.16 Corak taburan populasi

Anggaran Saiz Populasi Organisma

Dua faktor yang penting untuk kajian dalam ekologi populasi ialah **saiz populasi** dan **kepadatan populasi**.

Saiz populasi: Bilangan organisma yang terdapat di dalam sesebuah populasi.

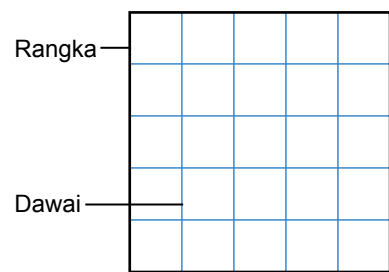
Kepadatan populasi: Bilangan individu sesuatu spesies per unit keluasan habitat.

Saiz populasi di sesebuah kawasan boleh dianggar melalui teknik persampelan rawak apabila suatu kawasan yang diselidiki adalah besar dan data sukar untuk diperoleh bagi seluruh kawasan yang dikaji. Sampel yang mewakili kawasan tersebut diambil untuk memberikan anggaran yang lebih kurang tepat tentang kelimpahan dan corak taburan organisma tertentu yang menduduki kawasan tersebut.

Teknik Persampelan Kuadrat

Teknik persampelan kuadrat menganggarkan saiz populasi tumbuhan daratan atau haiwan yang **tidak aktif** atau bergerak dengan amat perlahan (Gambar foto 9.32). Bilangan organisma di dalam kawasan kuadrat merupakan sampel yang mewakili keseluruhan kawasan yang dikaji. Data yang diperoleh daripada semua kuadrat boleh digunakan untuk menganggarkan populasi kawasan kajian.

Kuadrat ialah struktur rangka berbentuk segi empat sama yang diperbuat daripada kayu, besi atau plastik (Rajah 9.17). Kuadrat biasanya dipecahkan kepada beberapa bahagian yang sama besar untuk menganggarkan peratus litupan sesuatu spesies. Saiz kuadrat bergantung kepada jenis dan saiz organisma, keluasan kawasan, taburan serta kepadatan tumbuhan yang hendak dikaji. Sebagai contohnya, kuadrat 1 meter persegi sesuai untuk menganggarkan populasi tumbuhan di padang sekolah.



Rajah 9.17 Kuadrat

Bijak Fikir

Apakah kaedah yang lebih jitu daripada teknik persampelan kuadrat untuk menentukan taburan tumbuhan di sebuah padang? Jelaskan.



Gambar foto 9.32 Teknik persampelan kuadrat

Eksplorasi Bio

Semasa persampelan kuadrat, anda seharusnya meletakkan kuadrat secara rawak dan bukannya memilih kawasan yang mempunyai banyak tumbuhan yang ingin dikaji.

Teknik persampelan kuadrat dapat menganggarkan **frekuensi**, **kepadatan** dan **litupan** sesuatu spesies tumbuhan yang dikaji di dalam kawasan kajian.

- **Frekuensi** ialah kebarangkalian untuk memperoleh individu sesuatu spesies tumbuhan dalam setiap kuadrat.

$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{Bilangan kuadrat yang mengandungi spesies yang dikaji}}{\text{Jumlah bilangan kuadrat yang digunakan}} \times 100\%$$

- **Kepadatan** ialah bilangan individu purata sesuatu spesies per unit luas kawasan kajian.

$$\text{Kepadatan} = \frac{\text{Jumlah bilangan individu spesies yang dikaji dalam semua kuadrat}}{\text{Jumlah bilangan kuadrat yang digunakan} \times \text{luas satu kuadrat}}$$

- Litupan merupakan luas permukaan tanah yang dilitupi oleh pucuk tumbuhan spesies tersebut. **Peratus litupan** ialah peratus permukaan tanah yang dilitupi oleh tumbuhan

$$\text{Peratus litupan} = \frac{\text{Luas kawasan yang diliputi oleh spesies yang dikaji dalam semua kuadrat}}{\text{Jumlah bilangan kuadrat yang digunakan} \times \text{luas satu kuadrat}} \times 100\%$$

Aktiviti 9.3



Tujuan

Menjalankan kajian lapangan untuk menganggarkan saiz populasi tumbuhan di padang sekolah

Radas

Kuadrat berukuran 1 m × 1 m, pen, buku nota

Prosedur

1. Kenal pasti satu spesies tumbuhan X yang terdapat di padang sekolah.
2. Satu kuadrat berukuran 1 m × 1 m diletakkan secara rawak di satu bahagian padang.
3. Kira bilangan spesies X di dalam kuadrat tersebut.
4. Ulangi langkah 2 dan langkah 3 di sembilan tapak lain yang dipilih secara rawak di padang tersebut untuk spesies tumbuhan yang sama.
5. Rekodkan keputusan dalam jadual.
6. Kira frekuensi, kepadatan dan peratus litupan sampel spesies X.

Pemerhatian

Spesies tumbuhan	Kuadrat										Jumlah bilangan spesies	Kepadatan spesies (m ²)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
X												

$$\text{Kepadatan} = \frac{\text{Jumlah bilangan individu spesies yang dikaji dalam semua kuadrat}}{\text{Jumlah bilangan kuadrat yang digunakan} \times \text{luas satu kuadrat}}$$

Spesies tumbuhan	Kuadrat										Kawasan yang diliputi spesies	Peratus litupan %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
X												

$$\text{Peratus litupan} = \frac{\text{Luas kawasan yang diliputi oleh spesies yang dikaji dalam semua kuadrat}}{\text{Jumlah bilangan kuadrat yang digunakan} \times \text{luas satu kuadrat}} \times 100\%$$

Perbincangan

1. Nyatakan corak taburan spesies yang anda kaji. Wajarkan jawapan anda.
2. Nyatakan faktor persekitaran yang mempengaruhi corak taburan populasi spesies yang anda kaji.
3. Berapakah frekuensi, kepadatan dan peratus litupan spesies tersebut di padang sekolah?

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Kaedah Tangkap-Tanda-Lepas-Tangkap Semula

Kaedah tangkap-tanda-lepas-tangkap semula dapat mengganggu saiz populasi organisma yang bebas bergerak di dalam kawasan yang dikaji seperti musang, ikan yu, siput, ulat gonggok, serangga dan rama-rama. Kaedah ini melibatkan beberapa langkah seperti dalam Rajah 9.18.



Gambar foto 9.33 Siput-siput yang telah ditanda



Rajah 9.18 Langkah-langkah kaedah tangkap-tanda-lepas-tangkap semula

Aktiviti 9.4



Tujuan

Menjalankan kajian lapangan untuk menganggarkan saiz populasi haiwan

Radas

Berus cat, dakwat India atau pewarna kuku, pen, kertas

Prosedur

1. Pilih satu kawasan di persekitaran sekolah anda yang sesuai untuk menjalankan kajian.
2. Kenal pasti jenis haiwan yang banyak terdapat di kawasan tersebut untuk dijadikan sampel.
3. Tangkap lima sampel organisma (P) yang dipilih di kawasan kajian.
4. Tanda semua organisma yang ditangkap.
5. Lepaskan semua organisma yang telah ditanda (P) di kawasan yang sama, iaitu di kawasan organisma itu ditangkap sebelumnya.
6. Selepas beberapa hari, tangkap semula lima lagi sampel organisma (Q) di kawasan yang sama.
7. Rekodkan jumlah sampel yang bertanda dalam tangkapan kedua (R).
8. Anggarkan saiz populasi organisma dengan menggunakan formula:

$$\text{Saiz populasi} = \frac{P \times Q}{R}$$

Petunjuk:

P: Bilangan haiwan dalam tangkapan pertama

Q: Bilangan haiwan dalam tangkapan kedua

R: Bilangan haiwan yang bertanda dalam tangkapan kedua

Perbincangan

1. Apakah bahan yang anda gunakan untuk menandakan organisma yang ditangkap? Wajarkan bahan yang anda pilih.
2. Nyatakan interaksi yang berlaku antara organisma yang dikaji dengan komponen biosis dan abiosis di dalam kawasan tersebut.
3. Nyatakan keperluan asas yang membolehkan organisma yang dikaji menghuni kawasan tersebut.

Aktiviti 9.5



Pleurococcus sp. ialah sejenis alga hijau yang dapat tumbuh untuk membentuk lapisan berlendir pada batang pokok, batu dan tanah yang lembap serta terlindung daripada cahaya matahari yang terik. Alga ini membiak dengan pantas melalui pembahagian sel vegetatif secara belahan dedua. *Pleurococcus* sp. ialah organisma unisel yang berbentuk sfera, wujud dalam keadaan tunggal atau berkelompok dan mempunyai dinding sel yang tebal untuk mengelakkan kehilangan air secara berlebihan. Setiap sel padat dengan kloroplas untuk berfotosintesis.

Tujuan

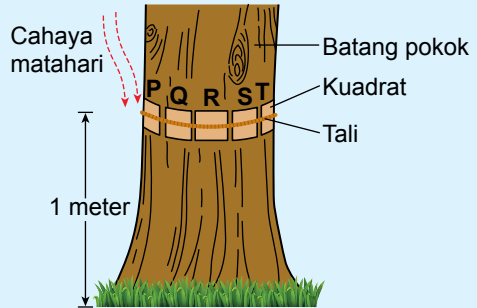
Menjalankan kajian lapangan untuk mengkaji kesan komponen abiosis terhadap populasi suatu organisma

Radas

Lima kuadrat (10 cm × 10 cm) yang diperbuat daripada plastik lut sinar, pen penanda, tali dan pembaris meter

Prosedur

1. Pilih sebatang pokok yang ditumbuhi *Pleurococcus* sp. yang tidak sekata pada bahagian bawah batang.
2. Kenal pasti sisi yang menerima limpahan cahaya matahari yang paling banyak.
3. Ikat tali pada batang pokok dengan jarak anggaran satu meter dari aras tanah.
4. Lukiskan grid berukuran 1 cm × 1 cm pada kuadrat lut sinar.
5. Letakkan kuadrat di bahagian bawah tali pada aspek berbeza, P, Q, R, S dan T seperti dalam Rajah 9.19.
6. Dengan menggunakan pen penanda, lorekkan semua bahagian yang terdapat pertumbuhan *Pleurococcus* sp. pada kuadrat lut sinar.
7. Kirakan bilangan segi empat yang terdapat *Pleurococcus* sp. pada kuadrat.
(Nota: Hanya segi empat yang dilitupi separuh atau lebih daripada separuh boleh dikira)
8. Peratus litupan untuk semua kuadrat dianggarkan dengan menggunakan formula:



Rajah 9.19 Susunan kuadrat pada batang pokok

$$\text{Peratus litupan (\%)} = \frac{\text{Jumlah luas litupan } \textit{Pleurococcus} \text{ sp. dalam lima kuadrat (cm}^2\text{)}}{\text{Jumlah kuadrat yang digunakan (5) } \times \text{Luas satu kuadrat (100 cm}^2\text{)}} \times 100\%$$

Perbincangan

1. Kuadrat manakah yang menerima cahaya matahari
(a) paling tinggi?
(b) paling rendah?
2. Kuadrat yang manakah mempunyai peratus litupan *Pleurococcus* sp. yang
(a) paling tinggi?
(b) paling rendah?
3. Terangkan pengaruh cahaya matahari terhadap pertumbuhan *Pleurococcus* sp.

Praktis Formatif

9.2

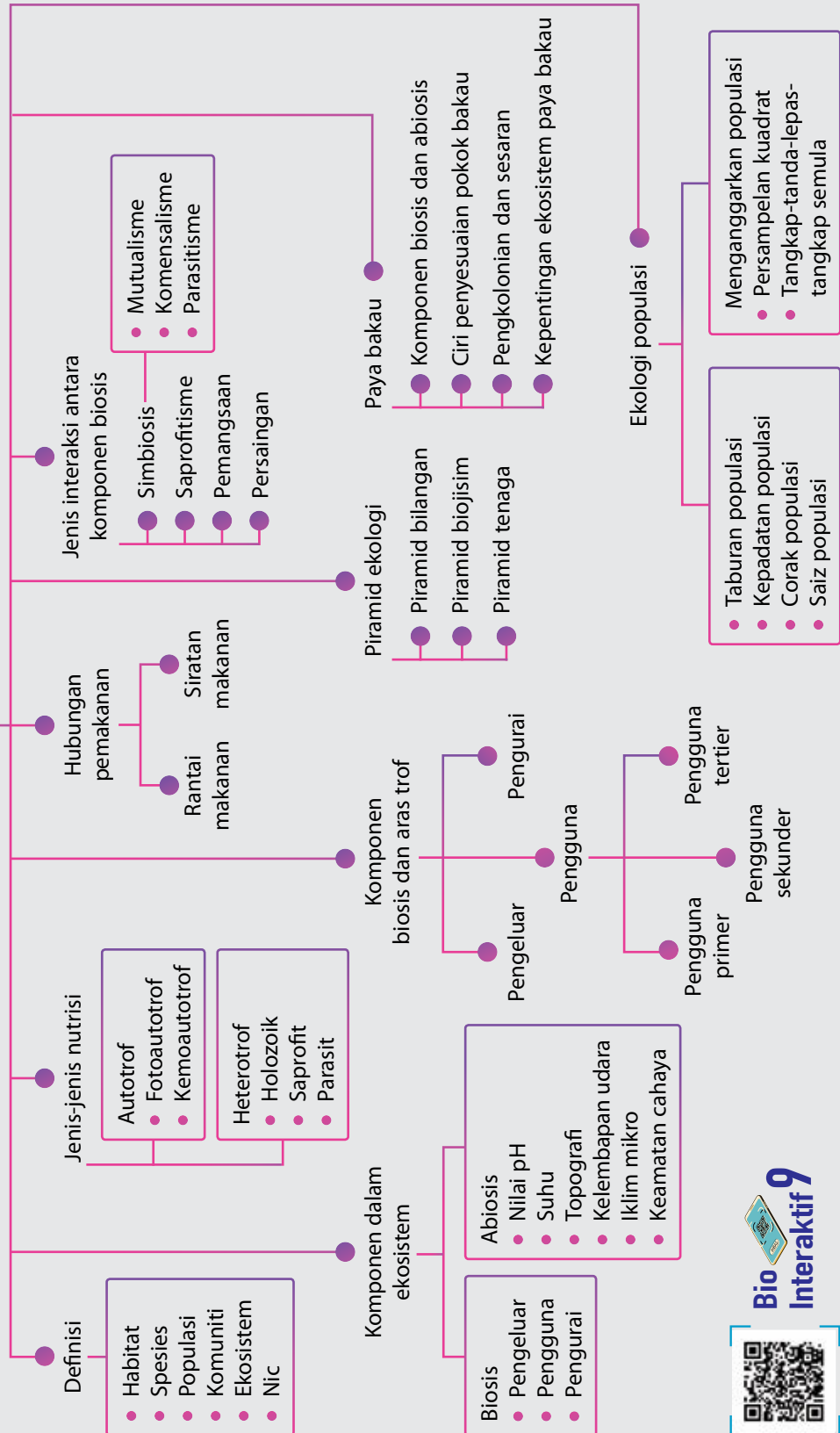
1. Sebuah ekosistem mempunyai saiz, kepadatan dan taburan populasi.
(a) Apakah perbezaan antara saiz dan taburan populasi?
(b) Nyatakan faktor-faktor yang mempengaruhi taburan populasi.
(c) Nyatakan corak taburan populasi dan jelaskan.
2. Persampelan kuadrat dapat digunakan untuk mencari peratus litupan spesies tumbuhan di padang sekolah. Anda telah dibekalkan satu kuadrat yang terdiri daripada rangka kayu berbentuk segi empat. Menurut guru biologi anda, kuadrat tersebut perlu diubah suai supaya mendapat anggaran yang lebih tepat. Jelaskan.



Imbas Memori



EKOSISTEM



REFLEKSI KENDIRI



Lengkapkan refleksi sendiri ini untuk menyemak konsep-konsep penting yang telah anda pelajari.



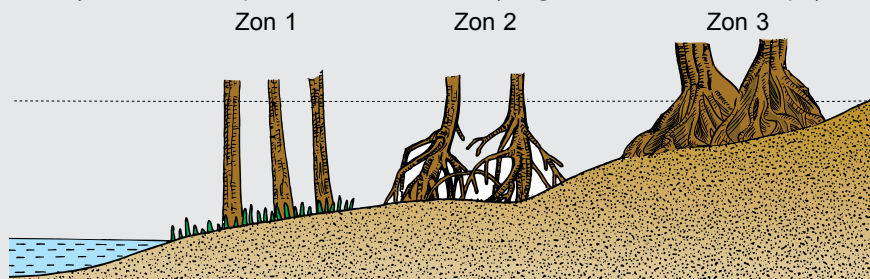
Konsep penting	Sangat baik	Berusaha lagi
Definisi spesies, populasi, komuniti, habitat, nic dan ekosistem		
Komponen biosis dan komponen abiosis di dalam ekosistem		
Nutrisi autotrof dan nutrisi heterotrof		
Komponen biosis mengikut aras trof		
Piramid bilangan, piramid biojisim dan piramid tenaga		
Jenis interaksi antara komponen biosis, iaitu parasitisme, komensalisme, mutualisme, saprofitisme, persaingan dan pemangsaan		
Ekosistem paya bakau dalam aspek komponen biosis, komponen abiosis, penyesuaian pokok bakau, pengkolonian dan sesaran, kepentingan ekosistem paya bakau		
Faktor yang mempengaruhi taburan populasi		
Teknik persampelan kuadrat dan teknik tangkap-tanda-lepas-tangkap semula		

Praktis Sumatif

9

○ ○ ○ ○

1. Rajah 1 menunjukkan urutan perubahan tumbuhan yang tumbuh di kawasan paya bakau.

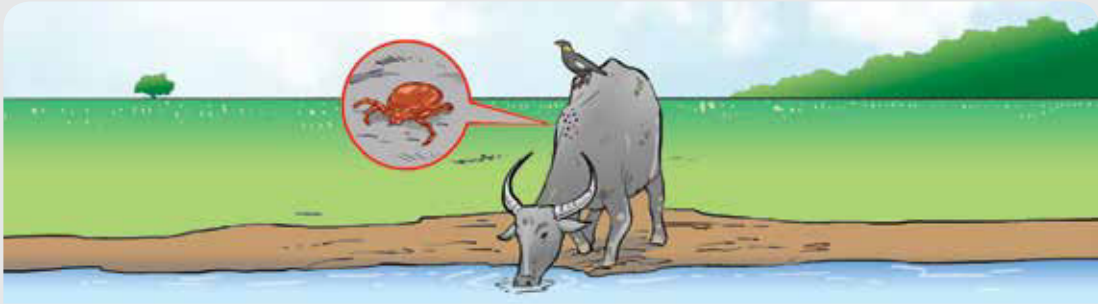


Rajah 1

- Namakan tumbuhan dalam Zon 1, 2 dan 3.
- Namakan proses yang menyebabkan tumbuhan dalam Zon 1 tersebar ke habitat baharu.
 - Namakan proses yang menyebabkan tumbuhan dalam Zon 1 digantikan oleh tumbuhan dalam Zon 2.
- Tumbuhan di dalam Zon 2 ditebang untuk membina kolam ternakan ikan. Bagaimanakah aktiviti ini mempengaruhi ekosistem paya bakau? Jelaskan.



2. Rajah 2 menunjukkan situasi di sebuah padang rumput.



Rajah 2

Terdapat lebih daripada satu jenis interaksi yang berlaku dalam situasi yang tersebut. Apakah interaksi-interaksi tersebut? Jelaskan.



3. Satu kajian dijalankan untuk menganggarkan saiz populasi ikan di dalam sebuah kolam. Kajian tersebut dijalankan mengikut langkah-langkah seperti di bawah.

- Ikan-ikan ditangkap, dikira, ditanda dan dilepaskan semula ke dalam kolam.
- Selepas seminggu, ikan-ikan ditangkap dan dikira.
- Bilangan ikan yang bertanda dicatatkan.

- (a) Apakah bahan yang sesuai digunakan sebagai penanda?
 (b) Nyatakan formula untuk menganggarkan saiz populasi ikan.
 (c) Ketepatan kaedah ini bergantung kepada andaian. Berikan **dua** andaian tentang populasi ikan.



4. Andaikan anda seorang pegawai operasi di sebuah syarikat pembuatan arang kayu daripada batang pokok bakau. Syarikat tempat anda bekerja ingin membuka sebuah lagi kilang pembuatan arang kayu. Anda diminta mencadangkan kawasan untuk dijadikan lokasi kilang tersebut. Lukis **satu** pelan kawasan dan senaraikan kelebihan lokasi yang dipilih.



Minda Abad ke-21

5. Puan Haniza ialah seorang pensyarah ekologi. Beliau bercadang untuk membawa pelajarannya mengadakan kajian lapangan di sebuah hutan paya bakau. Tujuan kajian lapangan tersebut adalah untuk mengkaji sistem pengudaraan dan sokongan pokok-pokok bakau yang tumbuh di kawasan pantai yang dipenuhi lumpur dan selut. Beliau menganggarkan kajian lapangan tersebut mengambil masa selama dua hari. Walau bagaimanapun, Puan Roziana yang juga seorang pensyarah ekologi menganggarkan kajian lapangan tersebut boleh disiapkan dalam masa sehari.

- (a) Pada pendapat anda, anggaran siapakah yang lebih sesuai?



- (b) Cadangkan aktiviti yang sesuai dilakukan sepanjang kajian tersebut.



Bab

10

Kelestarian Alam Sekitar

Eksplorasi

Bab

- Ancaman Alam Sekitar
- Pemeliharaan, Pemuliharaan dan Pemulihan Ekosistem
- Amalan dalam Melestarikan Alam Sekitar
- Teknologi Hijau



Standard Pembelajaran



Tahukah

Anda?

- Apakah maksud kelestarian alam?
- Bagaimanakah pencemaran alam mempengaruhi ekosistem?
- Apakah yang anda faham tentang pembangunan lestari?
- Mengapakah sekuriti makanan sangat penting?
- Bagaimanakah aplikasi teknologi hijau dapat melestarikan alam?

Agen Kawalan Biologi Melestarikan Alam Sekitar

Agen kawalan biologi merupakan teknologi berkonsepkan ekologi yang mengawal serangan serangga perosak sayuran tanah tinggi seperti kubis, salad dan tomato. *Diadegma semiclausum* (penyengat parasit), *Cotesia vestalis* (penyengat parasit) dan *Coenosia exigua* (langau) merupakan contoh agen kawalan biologi yang terbukti berkesan mengawal serangan serangga perosak.

Teknologi ini merupakan strategi Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI) dan Jabatan Pertanian dalam menjamin kualiti serta sekuriti makanan negara selain dapat mengurangkan pencemaran alam sekitar. Agen kawalan biologi ini bukan sahaja selamat kepada pengguna tetapi juga bermanfaat untuk memulihara kestabilan ekosistem.



Kata Kunci



- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| • Biodiversiti | • Pemuliharaan <i>in situ</i> |
| • Eutrofikasi | • Pencemaran bunyi |
| • Hujan asid | • Pencemaran terma |
| • Kelestarian alam | • Penipisan lapisan ozon |
| • Kesan rumah hijau | • Pencemaran udara |
| • Keperluan oksigen biokimia | • Penyahhutan |
| • Pemanasan global | • Sekuriti makanan |
| • Pemuliharaan <i>ex situ</i> | • Teknologi hijau |

10.1 Ancaman Alam Sekitar

Definisi Kelestarian Alam Sekitar

Kelestarian alam sekitar bermaksud keadaan alam sekitar yang kekal sama tanpa mengalami masalah kekurangan atau penurunan sumber semula jadi dan kualiti alam sekitar yang terjamin untuk satu tempoh masa yang panjang.



Setiap warna tong (Rajah 10.1) mewakili bahan berlainan yang boleh dikitar semula.



Rajah 10.1
Tong kitar semula

Warna tong	Kegunaan
Biru	Kertas
Coklat	Kaca
Jingga	Logam dan plastik

Kelestarian alam sekitar memastikan keperluan masa ini dipenuhi tanpa menjejaskan keperluan generasi akan datang. Kesejahteraan alam sekitar akan terganggu jika kelestarian diabaikan. Pertambahan populasi manusia telah menimbulkan konflik antara keperluan untuk memenuhi kehendak manusia dengan keperluan untuk memelihara alam sekitar. Penggunaan tong kitar semula merupakan salah satu strategi melestarikan alam sekitar. Strategi ini dapat mengurangkan penggunaan sumber tidak boleh diperbaharui.

Aktiviti 10.1



PERBAHASAN

Tujuan

Menjalankan perbahasan tentang keperluan pembangunan dan kepentingan usaha melestarikan alam sekitar

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat tentang usaha melestarikan alam sekitar.
3. Lantik seorang wakil daripada setiap kumpulan. Kedua-dua wakil memainkan peranan sebagai pihak pencadang dan pihak pembangkang.
4. **Pihak pencadang:** Aktiviti pembangunan harus dijalankan bagi kepentingan masyarakat.
Pihak pembangkang: Aktiviti melestarikan alam sekitar lebih penting berbanding aktiviti pembangunan.
5. Sediakan hujah anda selengkapnya tentang perbahasan tersebut.
6. Bahaskan dapatan anda.

Ancaman Alam Sekitar

Ancaman alam sekitar berpunca daripada aktiviti manusia terhadap ekosistem. Ancaman dan kemusnahan alam sekitar berlaku secara berterusan dan memberi kesan negatif kepada kehidupan. Dapatkah anda jelaskan ancaman-ancaman alam sekitar yang ditunjukkan dalam Gambar foto 10.1?

ZON AKTIVITI

Secara berkumpulan, bincangkan tentang ancaman perubahan iklim terhadap manusia dan alam sekitar.



Gambar foto 10.1 Contoh-contoh ancaman alam sekitar

Perubahan Iklim dan Pemanasan Global

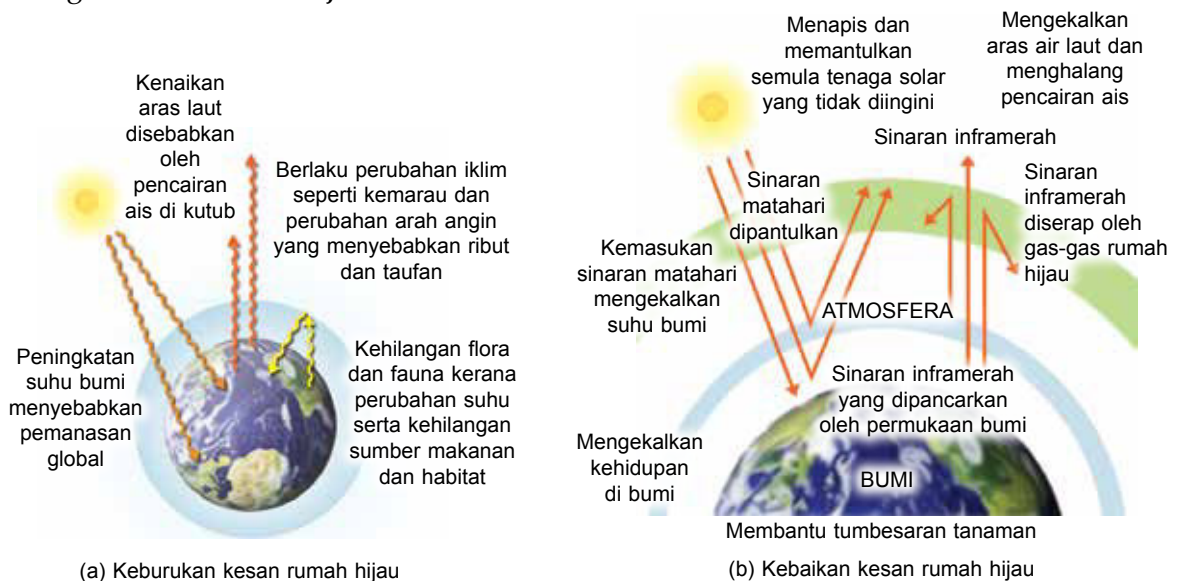
Perubahan iklim merujuk kepada perubahan suhu bumi, taburan hujan dan perubahan angin secara drastik (Gambar foto 10.2). Perubahan ini dapat dilihat daripada fenomena kesan rumah hijau (Rajah 10.2(a)).

Apabila pancaran cahaya matahari memasuki atmosfera bumi, sebahagian daripada pancaran itu dipantulkan semula ke atmosfera bumi dalam bentuk sinar inframerah. Semasa pembebasan tenaga haba, kebanyakan daripadanya akan diserap oleh gas rumah hijau seperti **gas karbon dioksida**, **gas metana**, **gas nitrogen oksida** dan **gas klorofluorokarbon (CFC)** yang terdapat dalam atmosfera bumi dan mengelakkannya dipantulkan kembali ke ruang angkasa.

Tenaga haba yang tidak dipantulkan ini memastikan suhu bumi tidak terlalu sejuk untuk kemandirian organisma (Rajah 10.2(b)). Kebanyakan gas contohnya gas karbon dioksida terbentuk secara semula jadi. Walau bagaimanapun, aktiviti manusia telah menyebabkan kepekatan gas-gas ini meningkat dan lebih banyak tenaga haba terperangkap, seterusnya meningkatkan suhu bumi (Jadual 10.1). Keadaan ini dikenali sebagai **kesan rumah hijau**.

Eksplorasi Bio

Teknologi rumah hijau dijalankan di negara beriklim sederhana untuk melindungi tanaman pada musim sejuk. Panel kaca rumah hijau membenarkan cahaya menembusnya tetapi menghalang tenaga haba terlepas ke persekitaran. Dengan ini, kepanasan di dalam rumah hijau dapat dikekalkan sepanjang tahun.



Rajah 10.2 Kesan rumah hijau

Jadual 10.1 Faktor yang menyebabkan kesan rumah hijau dan gas rumah hijau yang terlibat

Faktor yang menyebabkan kesan rumah hijau	Gas rumah hijau yang terlibat
Pembakaran bahan api fosil	Karbon dioksida dan nitrogen oksida
Aktiviti penyahhutan	Karbon dioksida
Aktiviti penternakan	Metana
Aktiviti pertanian (baja nitrogen)	Nitrogen oksida
Penggunaan bahan penyejuk	Klorofluorokarbon (CFC)



Fenomena El Nino menyebabkan cuaca panas dan kering melampau sehingga menyebabkan kemarau.



Fenomena La Nina menyebabkan hujan lebat yang luar biasa sehingga mengakibatkan banjir yang serius.

Gambar foto 10.2 Kesan perubahan iklim

Penyahhutan dan Kehilangan Biodiversiti

Dapatkah anda bayangkan apa yang akan berlaku kepada hutan sekiranya pokok-pokok ditebang tanpa perancangan? **Penyahhutan** ialah penebangan pokok secara besar-besaran. Penyahhutan merupakan penyebab utama kepada kehilangan biodiversiti. Kehilangan habitat akibat penyahhutan bagi aktiviti pembangunan dan pertanian telah menyebabkan kepupusan banyak spesies flora dan fauna (Jadual 10.2).

Jadual 10.2 Tujuan dan kesan negatif aktiviti penyahhutan

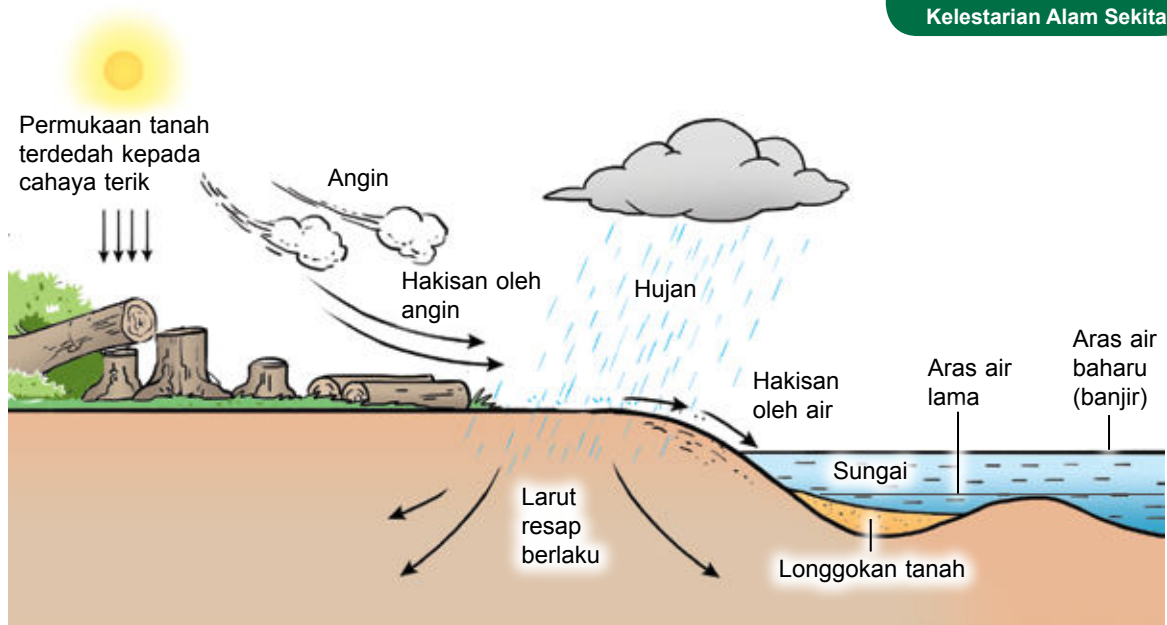
Tujuan aktiviti penyahhutan	Kesan negatif aktiviti penyahhutan
- Memperoleh balak untuk tujuan pembinaan, pembuatan perabot dan kertas - Melombong mineral - Membuka kawasan untuk menjalankan aktiviti pertanian - Membina kawasan perumahan dan jalan raya	- Hakisan tanah (Rajah 10.3) - Banjir kilat - Perubahan iklim - Kehilangan biodiversiti - Mengganggu kitar nitrogen, kitar air dan kitar karbon - Kehilangan kawasan tadahan air

Lintasan Sejarah

Malaysia kehilangan badak sumbu Sumatera betina terakhir selepas 'Iman' disahkan mati pada 23 November 2019 di Sanktuari Badak Borneo Hutan Simpan Hidupan Liar Tabin, di Lahad Datu. Iman menghidap ketumbuhan pada uterusnya beberapa tahun sebelum mati.



Gambar foto 10.3 Iman (badak sumbu sumatera betina)



Rajah 10.3 Penyahhutan menyebabkan hakisan tanah dan banjir

Perubahan global yang disebabkan oleh pencemaran menjadi penyumbang kepada **kehilangan biodiversiti**. Pemburuan hidupan liar secara haram bagi tujuan industri makanan, perubatan dan kraf tangan mengakibatkan pengurangan populasi spesies haiwan yang membawa kepada kepupusan spesies. Selain itu, kejadian hujan asid menyebabkan pH air menjadi rendah, kebanyakan telur ikan tidak dapat menetas dan sebilangan ikan dewasa mati.

Eutrofikasi

Peningkatan pertumbuhan alga, kematian hidupan akuatik dan kemerosotan kualiti air merupakan kesan daripada proses **eutrofikasi**. Eutrofikasi merupakan proses sesuatu ekosistem air menjadi kaya dengan nutrien yang menyebabkan perubahan struktur ekosistem tersebut. Penggunaan baja nitrat dan fosfat secara berlebihan dalam aktiviti pertanian dan faktor lain turut menyebabkan eutrofikasi (Rajah 10.4 dan Rajah 10.5).

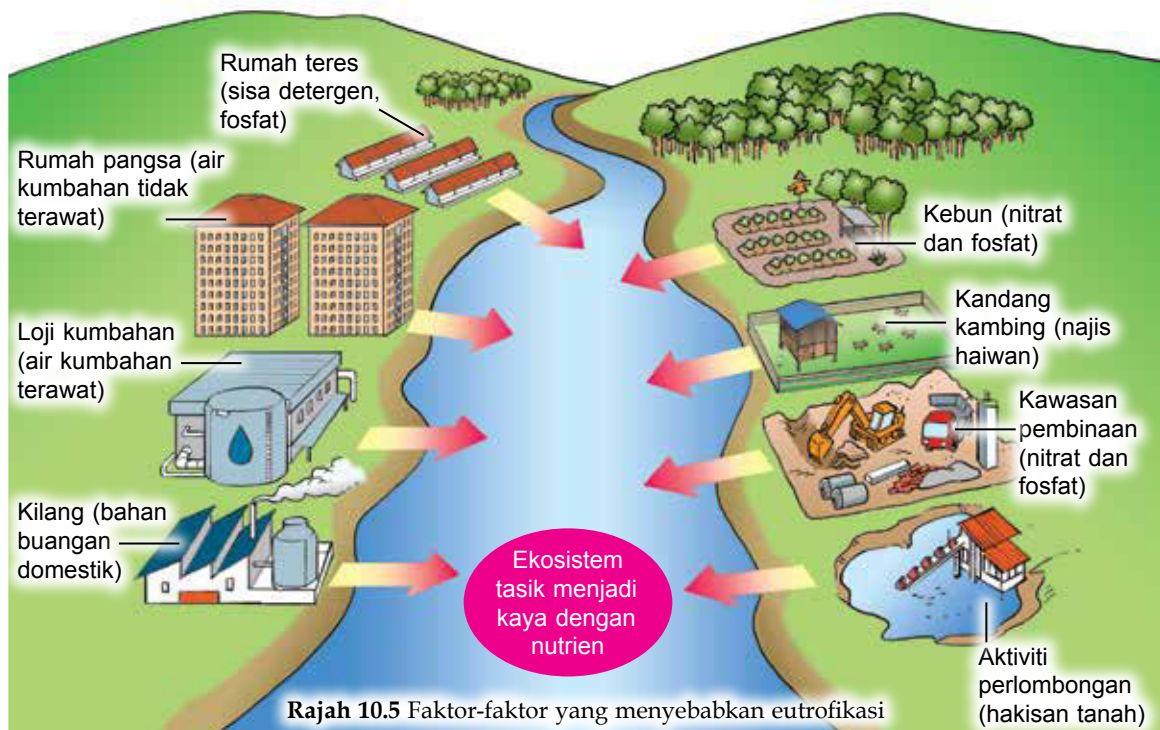
Lebih sisa nitrat dan fosfat dialirkan oleh air hujan ke dalam tasik dan sungai. Peningkatan **nitrat** dan **fosfat** merangsang pertumbuhan alga dengan pesat sehingga menutup permukaan air.

Keadaan ini disebut sebagai **eutrofikasi**. Keadaan ini mengurangkan penembusan cahaya matahari ke dalam air.

Bakteria pengurai akan mengurai tumbuhan dan haiwan akuatik yang mati dengan kehadiran oksigen, menyebabkan pengurangan oksigen yang melampau di dalam air. Hal ini meningkatkan tahap **keperluan oksigen biokimia** atau **biochemical oxygen demand (BOD)**.

Kadar fotosintesis oleh tumbuhan akuatik menjadi rendah dan kandungan oksigen terlarut di dalam air menjadi rendah. Hal ini menyebabkan tumbuhan dan haiwan akuatik mati. Semakin banyak alga dan organisma akuatik mati, semakin tinggi populasi bakteria pengurai.

Rajah 10.4 Eutrofikasi



Keperluan oksigen biokimia (BOD) ialah jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisma seperti bakteria dan kulat untuk menguraikan bahan organik di dalam air. Tahap BOD yang tinggi menunjukkan bahawa kualiti sumber air tersebut rendah dan menandakan terdapat banyak bahan organik serta mikroorganisma pengurai di dalam air. Tahap BOD yang rendah pula menunjukkan kualiti air yang baik. Hal ini berlaku kerana kandungan oksigen terlarut adalah tinggi dan air tidak tercemar.



10.1

Tahap Keperluan Oksigen Biokimia (BOD) dalam Sampel Air yang Berbeza

EKSPERIMEN

Pernyataan masalah

Sampel air manakah mempunyai tahap BOD tertinggi?

Tujuan

Membanding tahap keperluan oksigen biokimia (BOD) dalam pelbagai sampel air

Hipotesis

Sampel air longkang mempunyai tahap BOD yang paling tinggi.

Pemboleh ubah

Pemboleh ubah dimanipulasikan: Sampel air

Pemboleh ubah bergerak balas: Tahap BOD

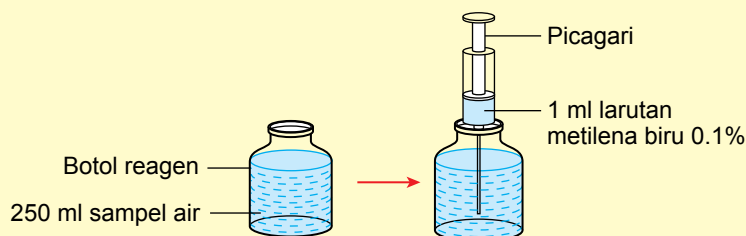
Pemboleh ubah dimalarkan: Isi padu air dan isi padu larutan metilena biru

Bahan

Kertas label, sampel air daripada pelbagai sumber (air paip, air longkang, air sungai, air kolam dan air telaga), air suling, larutan metilena biru 0.1%

Radas

Botol dan penutup reagen, picagari berjarum 1 ml, jam randik, pen penanda, silinder penyukat

Prosedur

Rajah 10.6 Susunan radas

1. Dapatkan lima sampel air dengan 250 ml setiap sampel daripada lima sumber yang berlainan (air paip, air longkang, air sungai, air kolam dan air telaga).
2. Masukkan setiap sampel air ke dalam botol reagen yang berasingan sehingga penuh. Labelkan setiap botol reagen (Rajah 10.6).
3. Tambah 1 ml larutan metilena biru 0.1% ke dalam setiap sampel air dengan menggunakan picagari.
4. Tutup botol reagen dengan segera dan simpan di dalam almari gelap. Pastikan botol reagen tidak digoncang.
5. Ulangi langkah 2 hingga 4 dengan menggunakan air suling.
6. Periksa botol-botol reagen setiap satu jam selama 4 jam sehingga warna larutan metilena biru 0.1% menjadi luntur.
7. Rekodkan masa bagi pelunturan warna larutan metilena biru 0.1%.
8. Kadar pencemaran air dikira dengan menggunakan formula:

LANGKAH BERJAGA-JAGA

Pastikan hujung picagari dimasukkan ke dasar botol reagen apabila memasukkan larutan metilena biru 0.1%.

$$\text{Kadar pencemaran air} = \frac{1}{\text{Masa pelunturan larutan metilena biru 0.1\% (jam)}}$$

Keputusan

Sampel air	Masa yang diambil untuk larutan metilena biru 0.1% meluntur (jam)	Kadar pencemaran air (jam^{-1})	Tahap BOD
Air paip			
Air longkang			
Air sungai			
Air kolam			
Air telaga			
Air suling			

Perbincangan

1. Mengapakah hujung picagari dimasukkan sehingga ke dasar botol reagen apabila memasukkan larutan metilena biru 0.1%? Jelaskan.
2. Daripada eksperimen, sampel air yang manakah
 - (a) larutan metilena biru 0.1% paling cepat dilunturkan?
 - (b) larutan metilena biru 0.1% paling lambat dilunturkan?
3. Bandingkan tahap BOD bagi kelima-lima sampel air.
4. Jelaskan mengapa eksperimen diulangi dengan menggunakan air suling?
5. Apakah hubung kait antara masa yang diambil untuk larutan metilena biru 0.1% dilunturkan dengan tahap pencemaran air?

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Pencemaran

Pencemaran Udara

Pencemaran udara terjadi apabila terdapat peningkatan bahan pencemar seperti **gas**, **asap**, **debu** dan **habuk** di dalam atmosfera sehingga menjejaskan kesihatan dan kehidupan manusia, haiwan serta tumbuhan. Bahan pencemar meningkat dengan pelepasan gas dari ekzos kenderaan bermotor yang semakin meningkat. Pencemaran udara juga berlaku akibat peningkatan pembebasan asap dari kilang perindustrian dan pembakaran terbuka (Rajah 10.7).



Gas dari ekzos kenderaan bermotor

Bahan pencemar:

- Gas nitrogen oksida
- Gas karbon monoksida
- Plumbum
- Asap dan jelaga (zarah karbon yang kecil)
- Gas hidrokarbon (contoh: benzena)



Asap dari kilang perindustrian

Bahan pencemar:

- Gas sulfur dioksida
- Gas nitrogen oksida
- Debu
- Gas karbon monoksida
- Gas karbon dioksida



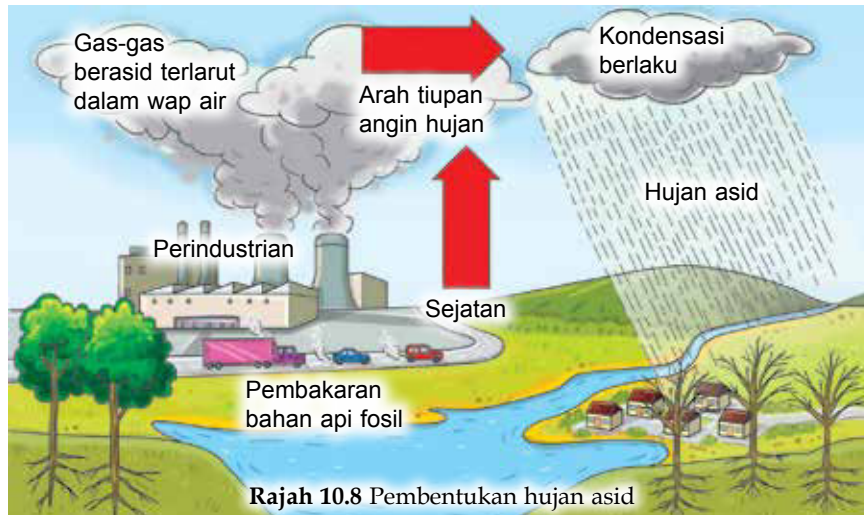
Pembakaran terbuka

Bahan pencemar:

- Gas karbon dioksida
- Asap dan jelaga

Rajah 10.7 Sumber pencemaran udara dan bahan pencemarnya

Pembakaran bahan api fosil oleh loji pembakaran arang batu, kilang perindustrian dan kenderaan membebaskan gas karbon monoksida, gas nitrogen oksida serta gas sulfur dioksida ke atmosfera. Gas-gas ini bergabung dengan wap air di dalam atmosfera untuk membentuk asid nitrik dan asid sulfurik, kemudian turun sebagai hujan asid (Rajah 10.8). Hujan asid menjadikan tanah kurang subur kerana nilai pH kurang daripada 5. Hujan asid juga memusnahkan tisu daun dan mereputkan akar tumbuhan. Peningkatan keasidan air pula akan mengurangkan populasi plankton yang menjadi sumber makanan ikan. Hal ini mengganggu rantai makanan dan dapat menyebabkan kematian organisma. Hujan asid juga menyebabkan penyakit kulit dan kerosakan tisu manusia.



Pencemaran Terma

Pencemaran terma merujuk kepada kemerosotan kualiti air akibat penyingkiran haba yang berlebihan ke dalam air disebabkan oleh proses yang mengubah suhu air. Air digunakan sebagai agen penyejuk untuk menyejukkan generator di dalam kilang industri dan stesen jana kuasa elektrik. Air panas yang terhasil kemudiannya disalurkan kembali ke sungai atau ke tasik dan ini menyebabkan pencemaran terma. Peningkatan suhu air sungai tidak sesuai dijadikan sebagai habitat akuatik. Apabila suhu air meningkat, kandungan oksigen terlarut di dalam air berkurang dan menyukarkan kemandirian hidupan akuatik.

Pencemaran terma akan mengganggu dan membahayakan kehidupan organisma dan alam sekitar. Peningkatan suhu air mengganggu proses biokimia di dalam organisma akuatik kerana biasanya ikan dan haiwan akuatik yang lain hanya boleh hidup dalam julat suhu tertentu. Sebagai contohnya, peningkatan suhu air dapat menyebabkan telur ikan berkemungkinan menetas lebih awal atau gagal menetas. Bagi sesetengah spesies, peningkatan suhu air secara mendadak dapat menyebabkan kematian serta-merta (Gambar foto 10.4). Bagi organisma seperti alga, suhu yang lebih tinggi akan menggalakkan pertumbuhannya. Pertumbuhan alga seterusnya meningkatkan tahap BOD air.



Pencemaran Bunyi

Pencemaran bunyi ialah bunyi yang mengganggu serta mendatangkan keburukan kepada kesihatan manusia dan haiwan.

Adakah bunyi mesin rumput dari padang sekolah dianggap sebagai pencemaran bunyi? Bagaimanakah anda menangani pencemaran bunyi? Bunyi kenderaan, aktiviti pembinaan, mesin pertanian dan industri serta bunyi muzik yang kuat dari majlis keraian merupakan satu bentuk pencemaran bunyi.

Pendedahan kepada bunyi bising secara berterusan dapat menyebabkan masalah kesihatan berkaitan tekanan seperti **tekanan darah tinggi, penyakit kardiovaskular, kemurungan dan sakit kepala.**

Ledakan Pertumbuhan Populasi Manusia

Ledakan **pertumbuhan populasi** ialah peningkatan jumlah manusia yang tinggal di kawasan tertentu (Gambar foto 10.5). Oleh sebab pertumbuhan populasi bertambah dengan pesat, pengurangan sumber alam sekitar juga berlaku dengan cepat, yang membawa kepada **penyahhutan, kehilangan biodiversiti dan pemanasan global.** Kawasan hutan ditebang bagi menyediakan penempatan, pembangunan, pertanian dan kemudahan kepada jumlah penduduk yang semakin meningkat. Akibat daripada aktiviti ini, organisma terdedah kepada pelbagai ancaman seperti masalah sumber air mentah dan bekalan air bersih, peningkatan pencemaran serta penyakit, seterusnya kepupusan kepelbagaian hidupan.

Permintaan air dan sumber daripada penduduk setempat tidak dapat diuruskan sepenuhnya dengan sumber alam sekitar yang ada di kawasan tersebut. Hal ini menyebabkan pemindahan sumber dari lokasi yang jauh ke kawasan permintaan. Selain itu, sisa kumbahan juga akan menimbulkan ancaman pencemaran kepada alam sekitar. Bagi mengatasi masalah ini, **teknologi rawatan air** digunakan tetapi akan menyebabkan peningkatan kos sumber air termasuk air terawat.

Eksplorasi Bio

Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO) menganggarkan kira-kira 1.1 bilion belia dan remaja berisiko kehilangan pendengaran disebabkan penggunaan peranti audio peribadi yang melebihi had masa dan tahap bunyi selamat, selain terdedah kepada tahap kerosakan bunyi di tempat bising.



Bio

dengan FIZIK

Kelangsingan bunyi bergantung pada frekuensi gelombang bunyi yang dihasilkan. Frekuensi bunyi diukur dalam unit Hertz (Hz). Frekuensi bunyi yang dapat dikesan oleh telinga manusia terhad kepada julat 20 Hz hingga 20 000 Hz.



Bio

dengan EKONOMI

Penduduk di Malaysia dianggarkan sebanyak 32.6 juta orang pada tahun 2019 dengan kadar pertumbuhan penduduk tahunan 0.6% (Sumber: Jabatan Perangkaan Malaysia). Statistik penduduk di sesebuah negara penting untuk diketahui bagi merancang dan mentadbir urus negara.

Gambar foto 10.5 Ledakan pertumbuhan populasi manusia

ZON AKTIVITI

Kaji impak ledakan pertumbuhan populasi manusia ke atas alam sekitar.

Aktiviti 10.2



Tujuan

Menyediakan satu pelan tindakan strategik bagi mengurangkan tahap pencemaran udara dan air di sekitar sekolah untuk 10 tahun akan datang

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Setiap kumpulan perlu menyediakan satu pelan tindakan strategik bagi mengurangkan tahap pencemaran udara dan air di sekitar sekolah untuk 10 tahun akan datang.
3. Bincang dan janakan idea bagi mendapatkan maklumat tentang perkara yang berikut:
 - (a) Mengenal pasti kekuatan dan kelemahan pihak sekolah bagi mengurangkan tahap pencemaran udara dan air
 - (b) Mengenal pasti peluang, cabaran dan ancaman
 - (c) Mengenal pasti isu-isu strategik
 - (d) Membentuk matlamat, objektif dan sasaran
 - (e) Menjana strategi bagi memastikan objektif tercapai
 - (f) Membina pelan tindakan, pelan operasi dan pelan kontigensi
4. Kumpul semua maklumat dalam bentuk folio. Hantar kepada guru untuk dinilai.

Praktis Formatif 10.1

1. Nyatakan **tiga** aktiviti manusia yang memberi kesan negatif kepada alam sekitar.
2. Bagaimanakah aktiviti pertanian dapat menyebabkan kematian tumbuhan akuatik? Jelaskan.



3. Bagaimanakah peningkatan kepekatan gas rumah hijau menyumbang kepada peningkatan suhu bumi?
4. Wajarkan kepentingan mengekalkan sungai sebagai satu habitat dalam sesebuah ekosistem.

10.2 Pemeliharaan, Pemuliharaan dan Pemulihan Ekosistem

Kita telah meneliti aktiviti manusia yang dapat memberikan kesan buruk kepada alam sekitar. Akan tetapi, ini tidak bermaksud bahawa aktiviti manusia sentiasa memberikan kesan negatif kepada alam sekitar. Dalam mengurus pembangunan, langkah-langkah pemeliharaan, pemuliharaan dan pemulihan ekosistem perlu diambil untuk memastikan pembangunan yang mampan. Apakah yang dimaksudkan dengan pemeliharaan, pemuliharaan dan pemulihan ekosistem?

Tip



Kerjaya

Jurutera saliran merancang dan mengurus pembinaan saliran bagi mengekalkan keseimbangan alam sekitar.

Keperluan Pemeliharaan, Pemuliharaan dan Pemulihan Ekosistem

PEMELIHARAAN EKOSISTEM

- **Pemeliharaan ekosistem** merupakan usaha melindungi komponen-komponen dalam suatu ekosistem supaya dapat mengekalkan keadaan semula jadinya.
- Salah satu langkah pemeliharaan adalah dengan mewartakan hutan simpan untuk mengekalkan keindahan semula jadi flora dan faunanya.
 - Hutan simpan dilindungi daripada sebarang aktiviti pembangunan.
 - 90% daripada bahagian atas Hutan Simpan Belum belum diterokai dan menjadi tempat penyelidikan.



Gambar foto 10.6 Hutan Simpan Belum, Perak

ZON AKTIVITI

Jalankan aktiviti sumbang saran bersama-sama pihak luar untuk mencadangkan langkah-langkah pemeliharaan, pemuliharaan dan pemulihan berkaitan alam sekitar kawasan setempat.

PEMULIHARAAN EKOSISTEM

- **Pemuliharaan ekosistem** bermaksud usaha membaiki pulih sumber-sumber alam sekitar seperti air, hutan, tenaga, udara, mineral dan lain-lain yang telah digunakan tanpa membiarkan sumber-sumber itu pupus.
- Strategi pemuliharaan dijalankan bagi memastikan komponen-komponen ekosistem yang terancam dapat diselamatkan.
- Terdapat dua jenis strategi pemuliharaan, iaitu **pemuliharaan *in situ*** dan **pemuliharaan *ex situ***.
 - Pemuliharaan *in situ* mengekalkan spesies hidupan liar di habitat asalnya seperti **taman negara** dan **taman laut**.
 - Pemuliharaan *ex situ* memelihara spesies hidupan liar di luar habitat asalnya seperti **zoo** dan **taman botani**.



Gambar foto 10.7 Lost World Petting Zoo

PEMULIHAN EKOSISTEM

- **Pemulihan ekosistem** bermaksud usaha-usaha bagi memperbaharu dan memulihkan ekosistem semula jadi yang merosot, rosak atau musnah akibat aktiviti manusia.
- Penanaman semula hutan dan penanaman tanaman tutup bumi merupakan antara langkah pemulihan yang boleh diambil bagi memastikan kesinambungan sumber alam untuk generasi akan datang.



Gambar foto 10.8 Program penanaman semula pokok

Aktiviti 10.3



PROJEK MINI

Tujuan

Menjalankan projek mini untuk memulihkan ekosistem paya bakau

Prosedur

1. Rancang bersama-sama guru anda untuk menyediakan dokumen kebenaran bagi menjalankan projek mini untuk memulihkan ekosistem paya bakau yang berdekatan. Dokumen kebenaran boleh diajukan kepada Majlis Daerah/ Majlis Perbandaran.
2. Sebelum projek dijalankan, guru akan memberikan taklimat tentang perkara yang berikut:
 - (a) Tugas dilakukan dalam kumpulan kecil mengikut kawasan
 - (b) Tujuan projek diadakan
 - (c) Langkah-langkah keselamatan
 - (d) Tugas bagi setiap kumpulan
 - (e) Peralatan yang perlu dibawa
3. Setiap kumpulan perlu menyediakan hasil laporan projek.

Praktis Formatif 10.2

1. Nyatakan maksud:
 - (a) Pemeliharaan ekosistem
 - (b) Pemuliharaan ekosistem
 - (c) Pemulihan ekosistem
2. Namakan satu tempat yang menjalankan aktiviti pemuliharaan;
 - (a) *in situ*, dan
 - (b) *ex situ*.
3. Satu kawasan lereng bukit akan dimajukan sebagai kawasan perumahan. Sebagai pemaju perumahan, cadangkan langkah-langkah pemuliharaan dan pemulihan ekosistem di kawasan tersebut. Terangkan cadangan tersebut.



10.3 Amalan dalam Melestarikan Alam Sekitar

Amalan yang menyumbang kelestarian alam sekitar bertujuan untuk memastikan penggunaan sumber-sumber semula jadi mencukupi buat masa ini dan untuk masa depan bagi manfaat semua jenis kehidupan di bumi. Dalam melestarikan alam sekitar, amalan-amalan yang diambil perlulah berkait dengan langkah mengelakkan pencemaran alam, melindungi kapasiti ekosistem dan mengelakkan pembangunan yang akan mengancam kesihatan manusia atau menjejaskan kualiti kehidupan.

Untuk menjayakannya, semua pihak perlu bertanggungjawab untuk melestarikan alam sekitar. Rajah 10.9 menunjukkan beberapa cara dan aktiviti yang boleh diamalkan oleh setiap individu untuk menyumbang kepada kelestarian alam sekitar.

Eksplorasi Bio



Dasar Kebersihan Negara merupakan inisiatif kerajaan untuk menjadikan Malaysia sebuah negara yang bersih dan mewujudkan masyarakat yang membudayakan amalan kebersihan.

Amalan yang Menyumbang kepada Kelestarian Alam



Pengangkutan mesra alam seperti menaiki basikal

Pengangkutan Mesra Alam

- Menggunakan pengangkutan mesra alam seperti basikal atau kenderaan berkuasa hibrid dan elektrik.
- Mengamalkan amalan berkongsi kereta.
- Menggunakan kenderaan awam seperti bas, komuter, monorel, Transit Aliran Ringan (LRT), Perkhidmatan Tren Elektrik (ETS) dan KLIA Ekspres/ KLIA Transit.

Penjimatan Penggunaan Tenaga

- Sumber tenaga elektrik yang utama adalah daripada pembakaran bahan yang tidak boleh diperbaharui, iaitu bahan api fosil seperti petrol dan diesel.
- Gunakan tenaga elektrik secara berhemat untuk mengurangkan pembebasan bahan pencemar seperti gas karbon monoksida.



Menutup suis elektrik apabila tidak digunakan

Konsep 5R

- Pembuangan bahan buangan dapat dikurangkan jika kita mengamalkan konsep 5R, iaitu:
 - *Rethink* (Fikir semula)
 - *Repair* (Baiki semula)
 - *Reuse* (Guna semula)
 - *Reduce* (Kurangkan)
 - *Recycle* (Kitar semula)



Kitar semula

Penggunaan Tenaga Alternatif yang Boleh Diperbaharui

- Tenaga yang boleh diperbaharui bermaksud tenaga yang dijana daripada sumber semula jadi seperti matahari, angin, ombak, air, geoterma dan biojisim.
- Tenaga yang boleh diperbaharui lebih bersih, mudah dan selamat.



Panel solar

Rajah 10.9 Amalan yang menyumbang kepada kelestarian alam

Pengurusan Sisa Domestik dan Toksik

- Jabatan Alam Sekitar diberikan kuasa untuk:
 - Menyelaras aktiviti pembuangan sisa buangan
 - Menetapkan had maksimum pengeluaran sisa buangan
 - Mengawal pelesenan jenis bahan buangan, kandungan, jumlah dan kesan bahayanya
- Menjalankan *upcycle* bahan sisa dapat mengurangkan sisa buangan ke tempat pelupusan sampah.

Pengurusan sisa toksik dari kilang

ZON AKTIVITI

Bincangkan inisiatif kerajaan Malaysia dalam menangani isi-isu kelestarian alam.

Eksplorasi Bio

Upcycle bahan sisa bermaksud menukarkan bahan lama kepada sesuatu yang baru, cantik dan kreatif. Aktiviti ini dapat mengurangkan pembuangan sisa buangan.

Kawalan Biologi

- Kawalan biologi ialah cara mengawal populasi haiwan perosak dengan menggunakan musuh semula jadinya.
- Cara ini dapat mengurangkan penggunaan racun serangga.

Burung hantu sebagai kawalan biologi di ladang kelapa sawit

Penjimatan Penggunaan Air

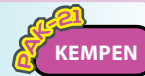
- Guna semula air terpakai atau air hujan untuk menyiram pokok dan mencuci kenderaan.

Guna semula air terpakai

Inovasi Malaysia

Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara (SPAN) telah memperkenalkan produk cekap air melalui Skim Pelabelan Produk Cekap Air (SPPCA), iaitu paip air, peralatan tandas, urinal, pancuran mandi dan mesin basuh. Usaha ini adalah untuk mengurangkan kadar penggunaan air individu.

Aktiviti 10.4



Tujuan

Membincangkan inisiatif dalam menangani isu-isu kelestarian alam

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Cari maklumat tentang inisiatif dalam menangani isu-isu kelestarian alam seperti yang berikut:
 - (a) Matlamat Pembangunan Lestari (*Sustainable Development Goals, SDGs*)
 - (b) Usaha pihak berkuasa tempatan dalam menyokong Agenda Tempatan 21
3. Bentang hasil kajian anda di dalam kelas dalam bentuk persembahan multimedia.

Eksplorasi Bio

Agenda Tempatan 21 ialah suatu program untuk masyarakat, sektor swasta dan Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) bekerjasama bagi merancang serta menguruskan kawasan dan persekitaran mereka ke arah pembangunan mampan serta kehidupan yang berkualiti. Pembangunan mampan seharusnya mengimbangi keperluan sosial, ekonomi dan alam sekitar.

Aktiviti 10.5



Tujuan

Membina model sebuah bandar berlandaskan objektif Matlamat Pembangunan Lestari (*Sustainable Development Goals, SDGs*)

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat tentang SDGs.
3. Senaraikan objektif-objektif SDGs yang berkaitan dengan perbandaran.
4. Bina satu model sebuah bandar berdasarkan objektif SDGs.
5. Gunakan bahan kitar semula sebagai bahan utama untuk membina model tersebut.
6. Sediakan satu kertas kerja yang mengandungi:
 - (a) Abstrak
 - (b) Pengenalan projek
 - (c) Kos
 - (d) Senarai bahan
 - (e) Deskripsi projek
 - (f) Pelan bandar
 - (g) Rujukan

Status Sekuriti Makanan di Malaysia

Sekuriti makanan diterjemahkan sebagai jaminan makanan yang merujuk kepada jaminan ketersediaan makanan, jaminan capaian makanan dan jaminan penggunaan makanan.

Terdapat empat komponen penting dalam sekuriti makanan, iaitu (Rajah 10.10):



Rajah 10.10 Komponen sekuriti makanan

Halal merupakan elemen penting dalam menentukan status sekuriti makanan. Makanan halal mesti dihasilkan dalam persekitaran yang bersih dengan kaedah yang menitikberatkan kebersihan dan ketertiban dalam proses pembuatannya. Halal merangkumi semua perkara bermula dari ladang sehingga ke produk akhir makanan. Panduan lain yang dilaksanakan bagi menentukan sekuriti makanan ialah *Good Manufacturing Practice* (GMP) dan *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP). Kedua-dua panduan ini turut menekankan proses pembuatan makanan yang berkualiti, bersih, sihat dan selamat seperti halal.

Lintasan Sejarah

Dasar Agromakanan Negara (DAN) 2012, merupakan usaha kerajaan bagi memastikan sekuriti makanan dapat dicapai dengan jayanya.

Lintasan Sejarah

Sejak sebelum merdeka lagi, Dasar Sekuriti Makanan telah dilaksanakan di Malaysia melalui Dasar Padi dan Beras Negara. Namun dasar ini hanya memberikan penekanan kepada penghasilan beras sahaja. Selepas berlaku krisis makanan dunia, kerajaan telah menggubal Dasar Jaminan Bekalan Makanan Negara pada tahun 2008. Dasar ini memberikan jaminan sekuriti makanan yang mencukupi bagi penduduk di Malaysia.

**Tujuan**

Mengumpul maklumat dan membuat pembentangan tentang langkah-langkah meningkatkan sekuriti makanan global

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat tentang langkah-langkah meningkatkan sekuriti makanan global.
3. Persembahkan maklumat dalam bentuk poster dan jalankan aktiviti Jelajah Pembelajaran.

Praktis Formatif 10.3

1. Senaraikan **empat** komponen penting dalam sekuriti makanan.
2. Pada pendapat anda, apakah tanggungjawab seorang pengusaha makanan dalam menjayakan sekuriti makanan?



3. Andaikan anda seorang majikan di sebuah pejabat swasta. Cadangkan **lima** langkah penjimatan tenaga elektrik di pejabat kepada semua pekerja anda.



10.4 Teknologi Hijau

Definisi Teknologi Hijau

Teknologi hijau merujuk kepada pembangunan dan aplikasi produk, peralatan serta sistem untuk memelihara alam sekitar serta alam semula jadi dan meminimumkan atau mengurangkan kesan negatif daripada aktiviti manusia.

ZON AKTIVITI

Bina dinding hijau atau taman vertikal di sekolah anda menggunakan bahan buangan pepejal (Gambar foto 10.9).

Gambar foto 10.9 Dinding hijau merupakan salah satu amalan teknologi hijau

Penggunaan Teknologi Hijau dalam Melestarikan Alam

Teknologi hijau menjadi portfolio Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi (MOSTI) yang ditubuhkan pada 27 Mac 2004 yang mengambil kira kesan jangka panjang dan jangka pendek sebarang aktiviti manusia terhadap alam sekitar. Dasar Teknologi Hijau Negara (2009) menyatakan bahawa sebarang produk, peralatan atau sistem yang memenuhi kriteria seperti di Rajah 10.11 dikategorikan sebagai teknologi hijau.



Rajah 10.11 Kriteria sesuatu produk, peralatan atau sistem untuk dikategorikan sebagai teknologi hijau

Dasar Teknologi Hijau Negara (DTHN) yang dilancarkan pada Julai 2009 menekankan pertumbuhan ekonomi negara dan pembangunan mampan.

Pembangunan mampan hendaklah memenuhi keperluan masyarakat kini tanpa mengabaikan keperluan generasi akan datang. DTHN adalah berasaskan empat tonggak, iaitu **tenaga**, **alam sekitar**, **ekonomi** dan **sosial** (Rajah 10.12).



Rajah 10.12 Tonggak Dasar Teknologi Hijau Negara (DTHN)

Green building atau bangunan hijau merupakan satu konsep pembinaan yang bercirikan teknologi mesra semula jadi. Matlamat utama konsep ini adalah menggunakan sumber semula jadi, iaitu tenaga, air dan bahan dengan cekap (Jadual 10.3).

Jadual 10.3 Sumber semula jadi dan kegunaannya

Sumber semula jadi	Kegunaan
Tenaga solar	Panel solar menukarkan tenaga solar kepada tenaga elektrik contohnya untuk pencahayaan di dalam bangunan
Air	Sistem penadahan air hujan digunakan semasa menyiram pokok dan mencuci tandas
Bahan pembinaan	Menggalakkan penggunaan bahan kitar semula

Antara kelebihan bangunan hijau:

- Mengurangkan kesan negatif terhadap kesihatan manusia akibat daripada pembangunan
- Mengurangkan kesan negatif terhadap alam sekitar akibat daripada aktiviti pembinaan
- Menjimatkan kos operasi, penyelenggaraan dan pembinaan

Contoh bangunan hijau yang terdapat di Malaysia:



Gambar foto 10.10
Bangunan Perdana Putra, Putrajaya



Gambar foto 10.11
Pusat Kitar Semula Cyberjaya

Eksplorasi

Bio

Dinding bangunan Pusat Kitar Semula Cyberjaya diperbuat daripada bahan kitar semula seperti tin-tin dan botol plastik kosong.

Aktiviti 10.7



Tujuan

Mengumpul maklumat dan membuat pembentangan tentang empat Tonggak Dasar Teknologi Hijau Negara

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Cari maklumat tentang empat Tonggak Dasar Teknologi Hijau Negara.
3. Bina satu peta minda untuk mempersembahkan maklumat yang diperoleh.
4. Bentangkan peta minda anda di dalam kelas.

Apabila sesebuah negara pesat membangun, populasinya semakin meningkat. Hal ini menyebabkan kadar permintaan terhadap sesuatu keperluan juga meningkat. Pengurusan sumber semula jadi yang tidak terancang seperti pembalakan tidak terkawal, penerokaan tanah secara berleluasa, pelepasan gas karbon dioksida ke atmosfera, pembuangan sisa pepejal dan sebagainya menyebabkan pencemaran. Jika perkara ini tidak diuruskan dengan baik, kualiti hidup manusia dan alam sekitar akan terjejas.

Teknologi hijau mendorong masyarakat mempraktikkan amalan melestarikan alam sekitar dan cara hidup yang lebih baik. Apakah amalan-amalan yang berkonsepkan teknologi hijau yang dapat anda lakukan di sekolah dan di rumah untuk melestarikan alam sekitar (Rajah 10.13)?

Tip Kerjaya

Penyelia alam sekitar ialah orang yang menyelia kualiti dan kebersihan alam sekitar mengikut peraturan-peraturan yang sedia ada.

Amalan berkonsepkan teknologi hijau

Menghasilkan ekoenzim daripada sisa buah-buahan sebagai agen pembersih

Mengitar semula sisa dapur dan sisa makanan untuk menghasilkan baja semula jadi atau penggalak pertumbuhan tanaman

Menghasilkan biogas daripada sisa pepejal organik

Menghasilkan tepung daripada kulit pisang untuk dijadikan sebagai bahan pembuatan bioplastik semula jadi

Menghasilkan baja foliar (cecair) daripada sisa dapur untuk digunakan pada daun sebagai penggalak pertumbuhan sayur-sayuran

Rajah 10.13 Amalan berkonsepkan teknologi hijau

Aktiviti 10.8



Tujuan

Mengitar semula sisa dapur dan sisa makanan yang sudah melepasi tarikh luput untuk menghasilkan baja semula jadi atau penggalak pertumbuhan tanaman

Prosedur

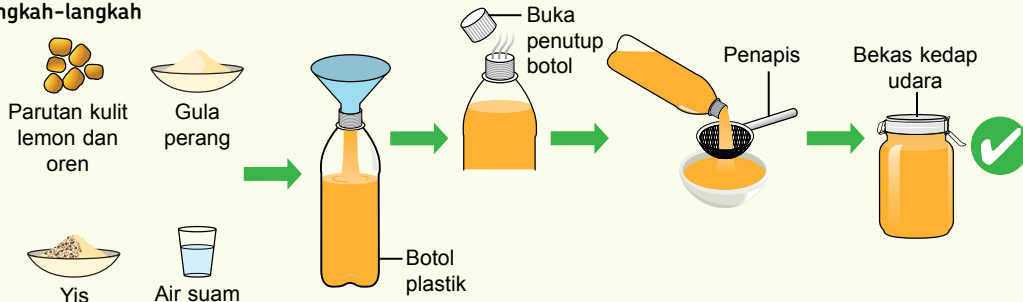
1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpul maklumat tentang sisa-sisa dapur dan makanan bagi penghasilan baja semula jadi atau penggalak pertumbuhan tanaman daripada internet.
3. Setiap kumpulan perlu menyediakan kertas kerja yang mengandungi:
 - (a) Abstrak
 - (b) Pengenalan projek
 - (c) Kos
 - (d) Senarai bahan
 - (e) Deskripsi projek
 - (f) Rujukan
4. Setelah siap menghasilkan baja, uji keberkesanan baja tersebut pada pokok berpaku di sekitar sekolah anda.
5. Bentang laporan projek anda di dalam kelas.

Anda boleh menghasilkan ekoenzim sendiri di rumah seperti yang berikut.

Bahan dan radas

100 g gula perang, 3 g yis, 1 L air suam, 300 g parutan kulit lemon dan oren yang segar, botol plastik 2 L, penapis, corong turas dan bekas kedap udara

Langkah-langkah



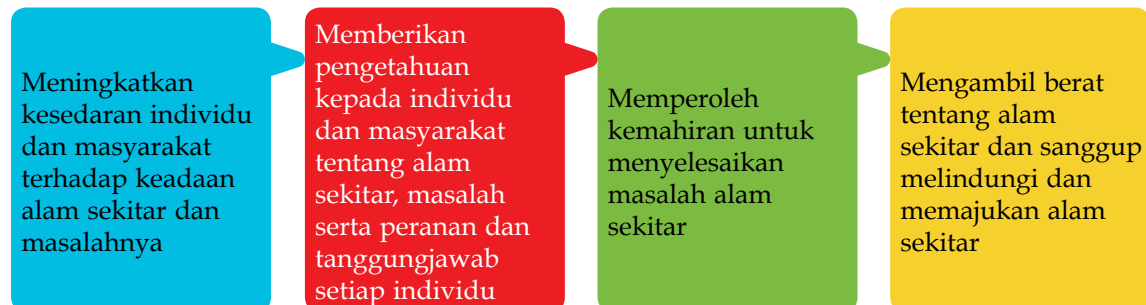
Rajah 10.14 Langkah-langkah menghasilkan ekoenzim

1. Campurkan bahan-bahan seperti dalam Rajah 10.14 ke dalam botol plastik.
2. Tutup botol dengan ketat. Goncangkan botol dengan kuat selama beberapa minit sehingga gula larut. Buka penutup botol untuk melepaskan tekanan dari dalam botol.
3. Buang gas yang terhasil sekurang-kurangnya tiga kali sehari selama dua minggu.
4. Letakkan botol di tempat yang bersuhu 35 °C, sebagai contohnya di atas peti sejuk.
5. Selepas dua minggu, tapis larutan untuk membuang parutan kulit lemon dan oren.
6. Simpan larutan yang sudah ditapis di dalam bekas kedap udara. Larutan enzim boleh digunakan untuk membersihkan lantai rumah anda.

Aplikasi Sains Sosial untuk Menyelesaikan Masalah dan Cabaran Alam Sekitar

Bidang sains sosial menggunakan kaedah saintifik untuk mengkaji bidang Kemanusiaan. Salah satu cabang dalam bidang sains sosial ialah **pendidikan**. Dalam **Rancangan Malaysia Ketiga**, penekanan terhadap Pendidikan Alam Sekitar diperkenalkan dalam **sistem pendidikan Malaysia**. Pendidikan Alam Sekitar bertujuan untuk membentuk satu generasi penduduk yang sedar dan mengambil berat terhadap keadaan alam sekitar serta masalah-masalah alam sekitar. Rajah 10.15 menunjukkan objektif Pendidikan Alam Sekitar.

Objektif Pendidikan Alam Sekitar



Rajah 10.15 Objektif Pendidikan Alam Sekitar

Komunikasi juga merupakan cabang dalam bidang Sains Sosial yang memainkan peranan penting dalam menyelesaikan masalah dan cabaran alam sekitar melalui penggunaan media massa, risalah, majalah, poster dan filem. Pelbagai aktiviti dijalankan untuk menggalakkan orang ramai menjaga alam sekitar. Sebagai contohnya, kempen menggalakkan penduduk mengurangkan penebangan pokok, kempen kesedaran untuk memelihara sumber air dan tanah, aktiviti gotong-royong secara besar-besaran di kawasan perumahan, sekolah, taman rekreasi dan pantai serta pertandingan kebersihan dan keceriaan taman di sekolah atau di halaman rumah.

Bijak Fikir

“Tanpa pembangunan, tiada pencemaran.” Se jauh manakah pernyataan ini benar?

Aktiviti 10.9



KAJIAN LAPANGAN

Tujuan

Menjalankan kajian bersama-sama penduduk untuk mengenal pasti dan menyelesaikan isu alam sekitar tempatan

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Tetapkan satu kawasan kajian dan kenal pasti satu isu alam sekitar di kawasan kajian.
3. Jalankan temu bual bersama-sama penduduk dan pihak yang terlibat.
4. Sediakan laporan yang mengandungi:
 - (a) Tajuk kajian
 - (b) Penghargaan
 - (c) Isi kandungan
 - (i) Pengenalan – menjelaskan latar belakang kajian
 - (ii) Menerangkan isu alam sekitar
 - (iii) Menerangkan cadangan penyelesaian isu alam sekitar
 - (iv) Pelaksanaan cadangan
 - (d) Rujukan
5. Bentangkan laporan hasil kajian anda di dalam kelas.

Praktis Formatif 10.4

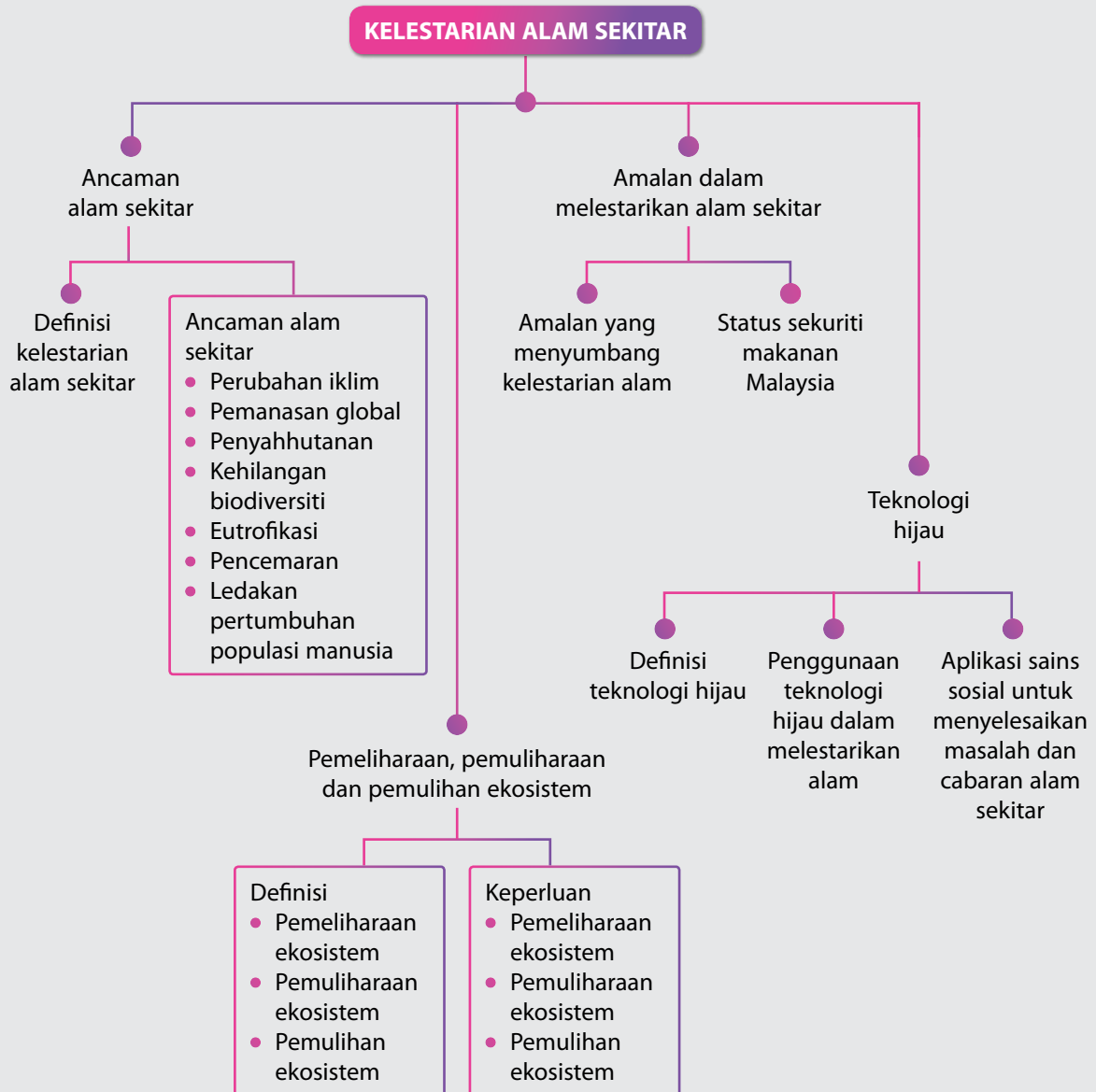
1. Nyatakan maksud teknologi hijau.
2. Apakah peranan individu dalam merealisasikan Dasar Teknologi Hijau Negara?



3. Kempen larangan penggunaan penyedut minuman plastik merupakan satu inisiatif bagi pembangunan mampan. Sebagai seorang pengusaha restoran, bincangkan kesan pelaksanaan kempen ini.



Imbas Memori



Bio
Interaktif 10

REFLEKSI KENDIRI



Lengkapkan refleksi sendiri ini untuk menyemak konsep-konsep penting yang telah anda pelajari.

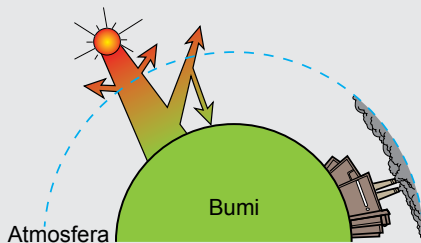


Konsep penting	Sangat baik	Berusaha lagi
Maksud kelestarian alam sekitar		
Ancaman alam sekitar		
Tahap keperluan oksigen biokimia (BOD) dalam sampel air yang berbeza		
Definisi pemeliharaan, pemuliharaan dan pemulihan ekosistem		
Keperluan pemeliharaan, pemuliharaan dan pemulihan ekosistem		
Amalan yang menyumbang kepada kelestarian alam		
Status sekuriti makanan di Malaysia		
Definisi teknologi hijau		
Penggunaan teknologi hijau dalam melestarikan alam		
Aplikasi Sains Sosial untuk menyelesaikan masalah dan cabaran alam sekitar		

Praktis Sumatif

10

1. Rajah 1.1 dan Rajah 1.2 menunjukkan aktiviti yang memberikan ancaman kepada ekosistem.



Rajah 1.1



Rajah 1.2

- Nyatakan ancaman alam sekitar yang ditunjukkan dalam Rajah 1.1 dan Rajah 1.2.
- Namakan **dua** bahan pencemar yang dibebaskan oleh aktiviti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.1.
- Berdasarkan Rajah 1.1 dan Rajah 1.2, bagaimanakah aktiviti-aktiviti tersebut dapat menyebabkan dunia mengalami perubahan iklim? Terangkan.
- Bincangkan kesan aktiviti-aktiviti di Rajah 1.1 dan Rajah 1.2 terhadap ekosistem.

2. Sesebuah negara disifatkan mempunyai sekuriti makanan apabila individu, isi rumah atau semua rakyatnya mendapat makanan yang cukup, selamat serta berkhasiat untuk hidup sihat dan aktif. Gambar foto 1 menunjukkan keadaan kanak-kanak di suatu kawasan yang mengalami ancaman sekuriti makanan.



Gambar foto 1

- (a) Apakah yang dimaksudkan dengan sekuriti makanan?
 - (b) Ramalkan salah satu masalah kesihatan yang mungkin dialami oleh kanak-kanak di kawasan tersebut.
 - (c) Pada pendapat anda, apakah penyebab kepada ancaman sekuriti makanan di kawasan tersebut?
 - (d) Melalui Dasar Agromakanan Negara (DAN), bincangkan tanggungjawab pihak kerajaan bagi mengatasi masalah yang dihadapi oleh kanak-kanak di kawasan tersebut.
3. Harimau Malaya merupakan haiwan yang diancam kepupusan. Pada ketika ini, terdapat kurang daripada 200 ekor harimau Malaya di seluruh Malaysia. Haiwan ini menjadi buruan pemburu haram untuk dijual di pasaran antarabangsa.
- (a) Nyatakan ciri-ciri fizikal Harimau Malaya.
 - (b) Bagaimanakah kepupusan Harimau Malaya mempengaruhi keseimbangan ekosistem? Jelaskan.
 - (c) Selain pemburuan haram, ramalkan faktor lain yang menyebabkan kepupusan Harimau Malaya.
 - (d) Apakah langkah-langkah pemeliharaan dan pemuliharaan yang boleh dilakukan oleh pihak Jabatan Perlindungan Hidupan Liar dan Taman Negara (PERHILITAN) bagi mengatasi masalah kepupusan Harimau Malaya?



Minda Abad ke-21

4. Amalan 5S, iaitu sisih, susun, sapu, seragam dan sentiasa amal, merupakan satu amalan budaya daripada masyarakat Jepun, dengan tujuan mewujudkan suatu suasana kualiti di sesebuah organisasi. Sebagai seorang majikan di sebuah organisasi, adakah anda menyokong amalan ini? Berikan alasan anda.

Tema

Pewarisan dan Teknologi Genetik

3

Tema ini bertujuan untuk memberikan pemahaman tentang pewarisan, variasi dan teknologi genetik dalam kehidupan. Faktor genetik dan faktor persekitaran memainkan peranan mewujudkan variasi dalam sesuatu spesies.

Tema ini juga menekankan aplikasi pengetahuan genetik dalam bidang Kejuruteraan Genetik dan Bioteknologi.

- Apakah maksud alel dan lokus serta kaitannya dengan gen pada kromosom?
- Apakah yang menyebabkan mutasi kromosom?
- Apakah contoh organisma terubah suai genetik (GMO) yang dihasilkan dengan teknologi kejuruteraan genetik?

Bab

11

Pewarisan

Eksplorasi

Bab

- Pewarisan Monohibrid
- Pewarisan Dihibrid
- Gen dan Alel
- Pewarisan Manusia



**Standard
Pembelajaran**

Tahukah

Anda?

- Apakah yang dimaksudkan dengan pewarisan monohibrid?
- Apakah yang dimaksudkan dengan pewarisan dihibrid?
- Apakah hubung kait gen dan alel dalam pewarisan manusia?
- Apakah ciri-ciri yang dapat diwarisi dalam pewarisan manusia?

Lesung Pipit, Suatu Kecacatan Genetik

Individu yang mempunyai lekukan di pipi atau lebih dikenali sebagai lesung pipit mempunyai senyuman yang menawan. Tahukah anda bahawa lesung pipit atau gelasin sebenarnya merupakan suatu kecacatan genetik pada otot muka, iaitu otot zigomatikus major?

Otot zigomatikus lebih pendek daripada normal menyebabkan kulit tertarik dan terbentuklah lekuk pada pipi. Lesung pipit merupakan satu trait dominan yang dapat diwarisi. Anda akan mempelajari sesuatu trait itu dapat diwarisi dari satu generasi ke satu generasi dalam Bab 11 ini.



Kata Kunci



- | | |
|----------------------|-----------------------|
| ➤ Kacukan monohibrid | ➤ Hibrid |
| ➤ Kacukan dihibrid | ➤ Generasi induk |
| ➤ Gen | ➤ Generasi filial |
| ➤ Alel | ➤ Genotip |
| ➤ Trait | ➤ Fenotip |
| ➤ Ciri | ➤ Lokus |
| ➤ Dominan | ➤ Autosom |
| ➤ Resesif | ➤ Kromosom seks |
| ➤ Homozigot | ➤ Kariotip |
| ➤ Heterozigot | ➤ Ciri terangkai seks |
| ➤ Baka tulen | ➤ Pedigri |

11.1

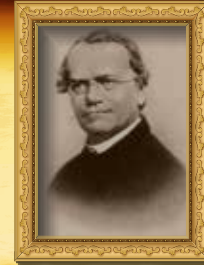
Pewarisan Monohibrid

Definisi Kacukan Monohibrid

Pewarisan monohibrid melibatkan satu ciri dan trait berbeza yang dikawal oleh satu gen.

Lintasan Sejarah

Bidang kajian tentang pewarisan dan variasi dinamakan genetik. Orang pertama yang mengemukakan prinsip untuk menerangkan mekanisme pewarisan secara saintifik ialah Gregor Mendel (Gambar foto 11.1). Mendel dikenali sebagai pengasas kepada genetik moden hasil daripada sumbangannya dalam bidang genetik.



Gambar foto 11.1 Gregor Mendel

Eksperimen Mendel

Mendel telah mendapati bahawa tumbuhan kacang pis, *Pisum sativum*, mempunyai tujuh ciri. Pokok kacang pis ini mempunyai trait bertentangan yang nyata dan mudah dikesan (Rajah 11.1). Mendel menyarankan teori bahawa ciri yang terdapat pada induk diturunkan kepada anak melalui gamet jantan dan gamet betina. Hal ini menunjukkan bahawa nukleus gamet jantan dan gamet betina membawa maklumat genetik pewarisan ciri tersebut. Faktor pewarisan yang menentukan sesuatu ciri itu kini dikenali sebagai gen.

Tip Kerjaya

Antara kerjaya yang melibatkan bidang genetik ialah kaunselor genetik, pakar genetik perubatan, pegawai penyelidik klinikal dan perubatan.

ZON AKTIVITI

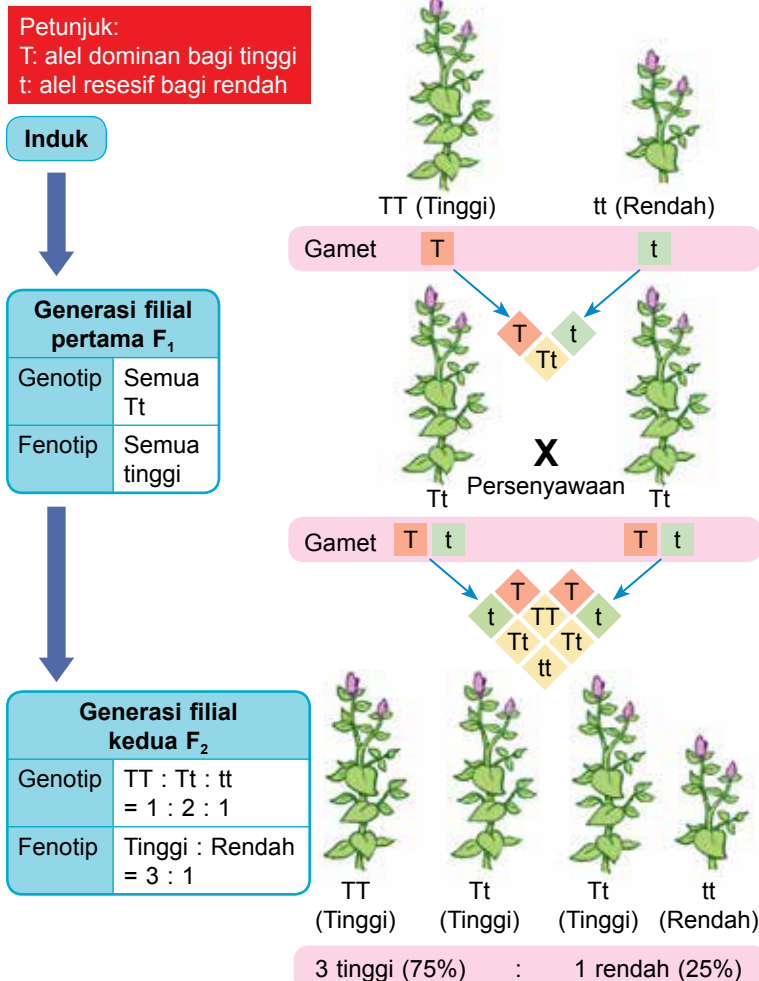
Kumpulkan maklumat tentang sejarah penemuan Hukum Mendel. Kemudian, bentangkan maklumat yang diperoleh di dalam kelas.

Ciri	Trait	
	Dominan	Resesif
Bentuk biji benih	 Bulat	 Berkedut
Warna biji benih	 Kuning	 Hijau
Bentuk pod	 Licin	 Berkedut
Warna pod	 Hijau	 Kuning
Warna bunga	 Ungu	 Putih
Kedudukan bunga	 Aksial	 Terminal
Ketinggian pokok	 Tinggi	 Rendah

Rajah 11.1 Tujuh ciri yang dikaji oleh Mendel

Dalam eksperimen pewarisan monohibrid, Mendel telah menggunakan tumbuhan kacang pis baka tulen bagi generasi induk untuk mengkaji pewarisan ciri-ciri yang terdapat dalam kacang pis. Pokok kacang pis **berbaka tulen** bermaksud pokok yang dihasilkan melalui pendebungaan sendiri dan mempunyai trait sama dengan induk dari segi kandungan gen. Maka, tumbuhan tinggi dengan baka tulen akan sentiasa menghasilkan anak-anak yang tinggi sahaja dalam pendebungaan sendiri.

Dalam prinsip kedominanan, Mendel menerangkan bahawa bagi sepasang trait yang bertentangan, satu trait ditentukan oleh **faktor pewarisan dominan**, manakala trait bertentangannya ditentukan oleh **faktor pewarisan resesif**. Faktor pewarisan yang dominan akan menindas kesan faktor pewarisan yang resesif. Hal ini menyebabkan trait resesif tidak kelihatan walaupun faktor pewarisannya wujud bersama faktor pewarisan trait dominan pada induk asal.



Eksplorasi Bio



Mendel memilih kacang pis sebagai bahan kajiannya kerana kacang pis;

- boleh ditanam dengan mudah dan menghasilkan anak pokok yang banyak,
- mempunyai struktur pembiakan jantan dan betina,
- selang antara generasi kacang pis adalah pendek, dan
- mempunyai ciri dan trait bertentangan yang jelas.

Mendel mengacukkan pokok kacang pis baka tulen tinggi (TT) dengan kacang pis baka tulen rendah (tt) (Rajah 11.2).

Hasil kacukan dua induk berbaka tulen menghasilkan generasi F_1 yang terdiri daripada tumbuhan yang tinggi sahaja (Tt). Hal ini menunjukkan bahawa trait tinggi (T) adalah bersifat **dominan**, manakala trait rendah (t) adalah **resesif**.

Mendel kemudiannya mengacukkan **generasi F_1** secara **pendebungaan sendiri** (Tt $\times$ Tt).

Nisbah **generasi F_2** ialah **3:1** untuk tumbuhan tinggi terhadap tumbuhan rendah.

Rajah 11.2 Kacukan monohibrid yang dijalankan oleh Mendel

Istilah yang Berhubungan dengan Pewarisan

Terdapat beberapa istilah penting yang perlu dipelajari sebelum anda meneruskan ke topik selanjutnya.

GEN DAN ALEL

Gen

- **Gen** merupakan unit asas pewarisan yang terdiri daripada satu segmen DNA yang menduduki lokus tertentu pada kromosom.
- Gen mengawal ciri yang tertentu dalam suatu organisma.

Alel

- **Alel** ialah bentuk alternatif gen bagi trait tertentu yang menduduki lokus yang sama pada sepasang kromosom homolog.

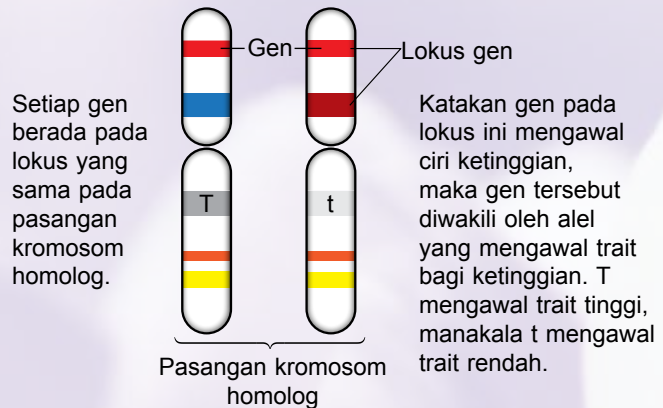
CIRI DAN TRAIT

Ciri

- **Ciri** ialah faktor yang diwariskan seperti ketinggian, warna mata, kumpulan darah dan kehadiran lesung pipit.
- Sesuatu ciri merupakan sifat tersendiri bagi sesuatu organisma.

Trait

- **Trait** pula ialah variasi bagi ciri tertentu. Setiap ciri yang diwarisi terdiri daripada trait tertentu. Sebagai contohnya, ketinggian adalah suatu ciri, manakala tinggi atau rendah adalah traitnya.



Rajah 11.3 Kedudukan gen pada kromosom homolog

FENOTIP DAN GENOTIP

Fenotip

- **Fenotip** merupakan ciri-ciri yang ditunjukkan atau dipamerkan oleh suatu organisma.
- Sebagai contohnya, tinggi.

Genotip

- **Genotip** merupakan komposisi gen suatu organisma dan tidak dapat dilihat.
- Sebagai contohnya, TT atau Tt (genotip bagi tinggi) atau tt (genotip bagi rendah).

Jadual 11.1 Ciri dan trait

Ciri	Trait	Genotip	Fenotip
Ketinggian	Tinggi	TT, Tt	Tinggi
	Rendah	tt	Rendah
Warna	Merah	RR, Rr	Merah
	Putih	rr	Putih
Kumpulan darah	A	$I^A I^A$, $I^A I^O$	A
	B	$I^B I^B$, $I^B I^O$	B
	AB	$I^A I^B$	AB
	O	$I^O I^O$	O

ALEL DOMINAN DAN ALEL RESESIF

Alel dominan

- **Alel dominan** merupakan alel yang sentiasa menunjukkan traitnya apabila hadir dan menutup atau menindas kesan alel resesif.
- Diwakili dengan huruf besar. Sebagai contohnya, B.

Alel resesif

- **Alel resesif** merupakan alel yang menunjukkan traitnya apabila kedua-dua alel ialah alel resesif.
- Kesan alel resesif ditindas jika alel dominan hadir bersama-sama.
- Diwakili dengan huruf kecil, contohnya, b.

HOMOZIGOT DAN HETEROZIGOT

Homozigot

- Kedua-dua alel di lokus pasangan kromosom homolog adalah sama. Sebagai contohnya, BB atau bb.

Heterozigot

- Alel di lokus pasangan kromosom homolog adalah berbeza. Sebagai contohnya, Bb.

GENERASI INDUK DAN GENERASI FILIAL

Generasi induk

- **Generasi induk** ialah generasi pertama yang melibatkan dua individu yang dikacukkan bagi meramalkan atau menganalisis genotip anak yang dihasilkan.

Generasi filial

- **Generasi filial** ialah generasi yang terhasil daripada kacukan berturut-turut dari satu generasi induk yang mempunyai baka tulen.

TRAIT DOMINAN DAN TRAIT RESESIF

Trait dominan

- Trait dominan akan ditunjukkan apabila kedua-dua alel dominan berpasangan atau satu alel dominan berpasangan dengan satu alel resesif.
- Sebagai contohnya, BB atau Bb.

Trait resesif

- Trait resesif akan dipamerkan jika alel resesif berpasangan dengan alel resesif.
- Sebagai contohnya, bb.

BAKA TULEN DAN HIBRID

Baka tulen

- **Baka tulen** bermaksud individu tersebut membawa dua alel yang sama untuk trait tersebut. Hasil pendebungaan sendiri akan sentiasa mengekalkan ciri induk dalam setiap generasi.

Hibrid

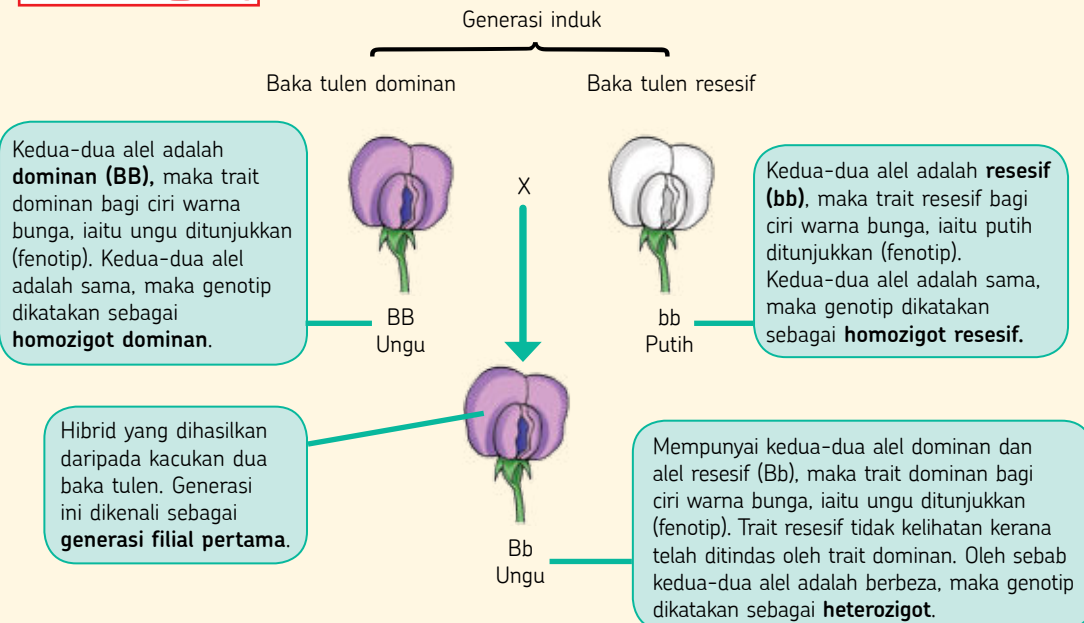
- **Hibrid** ialah hasil kacukan dua varieti berbak tulen.

Inovasi Malaysia

Pada tahun 2019, Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI) telah berjaya menghasilkan varieti padi hibrid pertama MR12H, yang dapat meningkatkan pengeluaran padi sehingga 20 peratus bagi setiap hektar.



Gambar foto 11.2 Bunga hibrid *Lilium asiatica*



Rajah 11.4 Perhubungan antara beberapa istilah penting dalam genetik

Bagaimanakah kita dapat menerangkan pewarisan warna bunga dalam Rajah 11.4 secara sistematik dan saintifik? Jika alel untuk trait warna ungu yang dominan dilabel sebagai B (huruf besar), maka alel untuk trait warna putih yang resesif akan dilabel sebagai b (huruf kecil). Maka, induk baka tulen akan mempunyai dua alel yang sama, iaitu bagi bunga warna ungu BB, manakala bunga warna putih bb.

Semasa pembentukan gamet, **kromosom homolog** akan terpisah semasa **meiosis** dan menghasilkan gamet yang membawa satu alel B daripada baka bunga warna ungu dan satu alel b daripada baka bunga warna putih. Persenyawaan antara gamet yang membawa alel B dengan gamet yang membawa alel b akan menghasilkan anak iaitu, **generasi filial pertama (F₁)** dengan genotip Bb. Oleh sebab alel B adalah dominan, maka kombinasi Bb akan menunjukkan **fenotip** bunga berwarna ungu sahaja. Kesan **alel resesif** ditindas disebabkan kehadiran **alel dominan**.

Jika generasi filial pertama ini dikacukkan sesama sendiri, **generasi filial kedua (F₂)** akan mempunyai genotip BB, Bb dan bb. Genotip BB dan Bb menunjukkan fenotip bunga berwarna ungu, manakala genotip bb menunjukkan fenotip bunga berwarna putih. Trait yang tidak kelihatan dalam generasi F₁ (bunga berwarna putih) muncul semula dalam generasi F₂. Pewarisan warna bunga yang diterangkan ini dapat ditunjukkan dalam bentuk rajah skema kacukan (Rajah 11.5).

Kacukan generasi induk

Fenotip induk

Genotip induk

Meiosis

Gamet

Persenyawaan

Genotip F_1

Fenotip F_1

Kacukan generasi F_1

Fenotip F_1

Genotip F_1

Meiosis

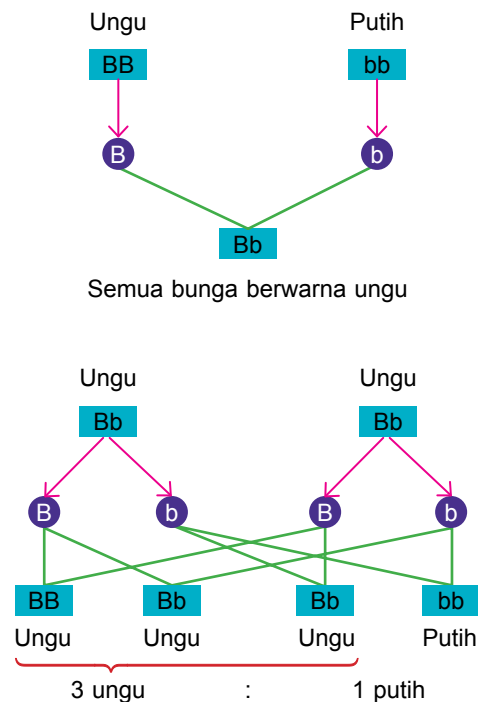
Gamet

Persenyawaan

Genotip F_2

Fenotip F_2

Nisbah Fenotip F_2



Petunjuk:

B: alel dominan bagi trait ungu
b: alel resesif bagi trait putih

Eksplorasi Bio

Daripada eksperimen kacukan monohibrid, Mendel mendapati nisbah fenotip 2.9:1 dalam generasi F_2 akan menghampiri nilai 3:1 jika bilangan sampel pokok kacang pis yang digunakan adalah besar. Bilangan sampel yang kecil akan menyebabkan nisbah yang diperoleh menjadi kurang tepat. Dalam persekitaran sebenar, nisbah yang diperoleh adalah berdasarkan peluang dan kebarangkalian. Maka, nisbah sebenar anak yang terhasil mungkin berbeza dengan nisbah yang dijangka.

Rajah 11.5 Rajah skema kacukan monohibrid bagi ciri warna bunga

Berdasarkan rajah kacukan dalam Rajah 11.5, bagi pewarisan monohibrid, nisbah genotip generasi F_2 ialah 1 BB : 2 Bb : 1 bb. Nisbah fenotip generasi F_2 pula ialah 3 ungu : 1 putih. **Segi empat Punnett** juga boleh digunakan untuk meramal nisbah dan kebarangkalian genotip dan fenotip anak yang terhasil. Kotak di dalam segi empat Punnett mewakili kombinasi alel yang mungkin di dalam zigot atau anak yang terhasil (Rajah 11.6).

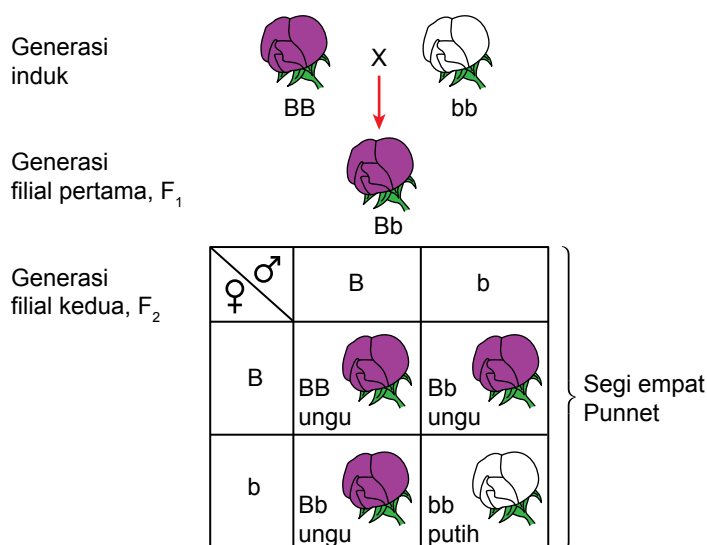
Bio dengan MATEMATIK

Pengiraan nisbah fenotip adalah berdasarkan prinsip matematik. Sebagai contoh, jika bentuk biji benih licin 5474 dan biji benih berkedut 1850, maka nisbahnya ialah:

Nisbah bilangan biji benih licin : nisbah bilangan biji benih berkedut =

$$(5474 \div 1850) : (1850 \div 1850) = 2.96 : 1$$

Nilai ini dibundarkan menjadi 3 : 1



Rajah 11.6 Kacukan monohibrid menggunakan segi empat Punnett

Adakah nisbah fenotip dalam kacukan monohibrid sentiasa mematuhi 3:1?
Untuk menguji nisbah kacukan monohibrid ini, mari kita jalankan Aktiviti 11.1.

Aktiviti

11.1



Tujuan

Menjalankan aktiviti menggunakan manik berwarna untuk menggambarkan kacukan monohibrid secara analogi

Radas

Dua beg plastik hitam, 100 biji manik merah, 100 biji manik putih

Analogi

Manik merah mewakili alel dominan warna bunga merah (R)

Manik putih mewakili alel resesif warna bunga putih (r)

Prosedur

Kacukan antara dua tumbuhan heterozigot atau hibrid generasi filial pertama F_1 .

1. Masukkan 50 biji manik merah dan 50 biji manik putih ke dalam beg plastik hitam yang pertama. Beg plastik hitam mewakili pokok kacang pis yang mempunyai ciri warna bunga yang heterozigot.
2. Ulangi langkah 1 untuk beg plastik hitam yang kedua.
3. Kedua-dua beg digoncang untuk mencampurkan kacang-kacang itu secara sekata.
4. Tanpa melihat ke dalam beg-beg plastik tersebut, masukkan tangan ke dalam beg plastik pertama dan keluarkan satu biji manik. Keluarkan satu biji manik yang lain dari beg plastik kedua.
5. Letakkan kedua-dua manik di atas meja. Kedua-dua manik ini mewakili percantuman dua gamet.
6. Rekodkan kebarangkalian genotip dan fenotip untuk generasi F_2 yang terhasil dalam jadual.
7. Masukkan semula kedua-dua biji manik ke dalam beg plastik masing-masing.
8. Pastikan manik dimasukkan ke dalam beg plastik yang betul.
9. Ulangi langkah 3 hingga 7 sebanyak 50 kali.
10. Kira jumlah kombinasi genotip dan fenotip yang terhasil.

Perbincangan

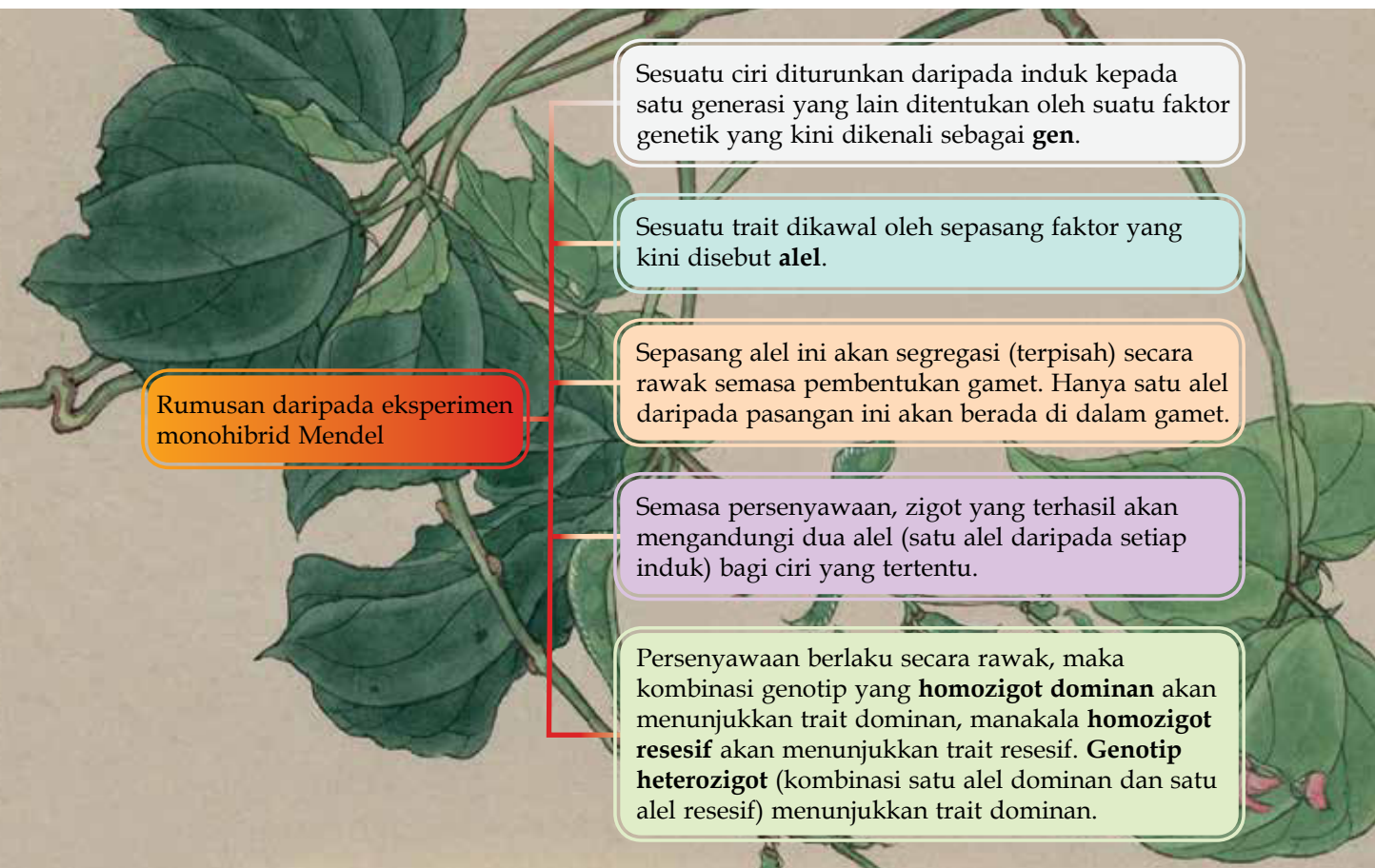
1. Apakah jenis pewarisan yang ditunjukkan berdasarkan ciri yang dikaji dalam eksperimen ini?
2. (a) Adakah keputusan yang diperoleh mematuhi nisbah yang dijangkakan, iaitu 3:1?
(b) Terangkan keputusan yang diperoleh.
3. Mengapakah manik dikembalikan semula ke dalam beg plastik selepas setiap kali pemerhatian direkodkan?
4. Berikan cadangan yang dapat meningkatkan ketepatan eksperimen ini.



Hukum Mendel I

Mendel mengemukakan Hukum Mendel I yang dikenali sebagai **Hukum Segregasi** yang menyatakan bahawa:

Ciri sesuatu organisma dikawal oleh sepasang alel, hanya satu daripada pasangan alel ini akan diwariskan ke dalam gamet.



Praktis Formatif 11.1

1. Apakah yang dimaksudkan dengan baka tulen?
2. Dalam kacukan antara dua ekor tikus, B mewakili alel dominan bagi bulu hitam, manakala b mewakili alel resesif bagi bulu putih. Hasil kacukan ialah $\frac{1}{4}$ BB : $\frac{1}{2}$ Bb : $\frac{1}{4}$ bb. Apakah warna bulu dan genotip induknya?
3. Katakan alel bagi tinggi diwakili oleh simbol T dan alel bagi kerdil diwakili oleh simbol t. Apakah genotip dan fenotip hasil kacukan antara pokok tinggi dengan pokok kerdil jika kedua-duanya merupakan baka tulen?

11.2

Pewarisan Dihybrid

Definisi Pewarisan Kacukan Dihybrid

Pewarisan dihibrid melibatkan pewarisan dua ciri, setiap satu ciri dikawal oleh gen berlainan pada lokus berlainan.

Rajah 11.7 menunjukkan rajah skema pewarisan dihibrid antara dua induk tulen untuk mengkaji dua ciri pada kacang pis, iaitu warna biji benih dan bentuk biji benih. Dua induk baka tulen ini mempunyai pasangan alel homozigot dominan dan homozigot resesif. Kacukan antara dua induk tulen ini menghasilkan generasi F_1 yang menunjukkan trait yang dominan, iaitu biji benih bulat dan kuning.

Petunjuk:

B: alel dominan bagi biji benih bulat

b: alel resesif bagi biji benih berkedut

K: alel dominan bagi biji benih berwarna kuning

k: alel resesif bagi biji benih berwarna hijau

Kacukan generasi induk

Fenotip induk (P) : Biji benih bulat berwarna kuning Biji benih berkedut berwarna hijau

Genotip induk : BBKK × bbkk

Meiosis

Gamet : BK bk

Persenyawaan

Genotip F_1 : BbKk

Fenotip F_1 : Semua biji benih bulat berwarna kuning

Induk baka tulen digunakan dalam kacukan

Ciri bagi bentuk biji benih dikawal oleh sepasang alel Bb dan warna biji benih dikawal oleh sepasang alel Kk. Hanya trait dominan sahaja kelihatan, iaitu bulat dan kuning.

Kacukan generasi F_1

Fenotip F_1 : Biji benih bulat berwarna kuning Biji benih bulat berwarna kuning

Genotip F_1 : BbKk × BbKk

Meiosis

Gamet : BK Bk bK bk BK Bk bK bk

Semasa pembentukan gamet, mana-mana alel bagi bentuk biji benih boleh berpasangan dengan mana-mana alel bagi warna biji benih.

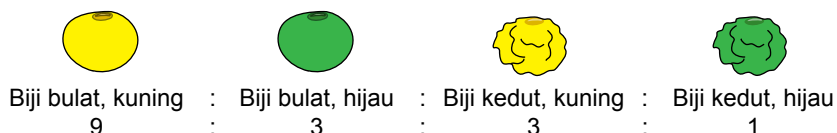
Rajah 11.7 Rajah skema pewarisan dihibrid bagi ciri bentuk biji benih dan warna biji benih kacang pis

Apabila generasi F_1 yang terhasil daripada kacukan dihibrid di Rajah 11.7 dikacuk sesama sendiri, 16 kombinasi genotip F_2 akan terhasil. Kacukan ini menunjukkan empat ciri fenotip dalam generasi F_2 . Kacukan dihibrid ini dapat ditunjukkan melalui segi empat Punnett seperti dalam Rajah 11.8.

Gamet jantan Gamet betina	BK	Bk	bK	bk
BK	 BBKK Bulat, kuning	 BBKk Bulat, kuning	 BbKK Bulat, kuning	 BbKk Bulat, kuning
Bk	 BBKk Bulat, kuning	 BBkk Bulat, hijau	 BbKk Bulat, kuning	 Bbkk Bulat, hijau
bK	 BbKK Bulat, kuning	 BbKk Bulat, kuning	 bbKK Kedut, kuning	 bbKk Kedut, kuning
bk	 BbKk Bulat, kuning	 Bbkk Bulat, hijau	 bbKk Kedut, kuning	 bbkk Kedut, hijau

Rajah 11.8 Kacukan dihibrid generasi F_1 menggunakan segi empat Punnett

Nisbah fenotip yang terhasil bagi generasi F_2 ialah:



Hukum Mendel II

Mendel mengemukakan Hukum Mendel II yang dikenali sebagai **Hukum Pengaturan Bebas** yang menyatakan bahawa:

Semasa pembentukan gamet, setiap ahli daripada pasangan alel boleh bergabung secara rawak dengan mana-mana ahli daripada pasangan alel yang lain.

Rumusan daripada eksperimen dihibrid Mendel

Gabungan baru ciri muncul pada generasi F_2 , iaitu biji kedut berwarna kuning dan biji bulat berwarna hijau.

Dua pasang ciri (bentuk dan warna biji) digabungkan dalam generasi F_1 tetapi kemudiannya terpisah dan bertindak secara bebas daripada satu sama lain dalam generasi F_2 .

ZON AKTIVITI

Kumpulkan maklumat tentang pewarisan Hukum Mendel II. Kemudian, bentangkan di dalam kelas.

Praktis Formatif 11.2

1. Mendel menjalankan kacukan antara pokok kacang pis untuk mengkaji dua ciri, iaitu kedudukan bunga dan warna bunga. Apakah jenis pewarisan ini?
2. Jadual yang berikut menunjukkan kacukan dihibrid antara dua pokok kacang pis.

Fenotip induk	Biji benih bulat dan warna kuning	Biji benih berkedut dan warna hijau
Genotip induk	RrYy	rryy

Petunjuk:

R: alel dominan bagi biji benih bulat
r: alel resesif bagi biji benih berkedut
Y: alel dominan bagi biji benih warna kuning
y: alel resesif bagi biji benih warna hijau

Apakah fenotip generasi F_1 yang mungkin dihasilkan?

11.3

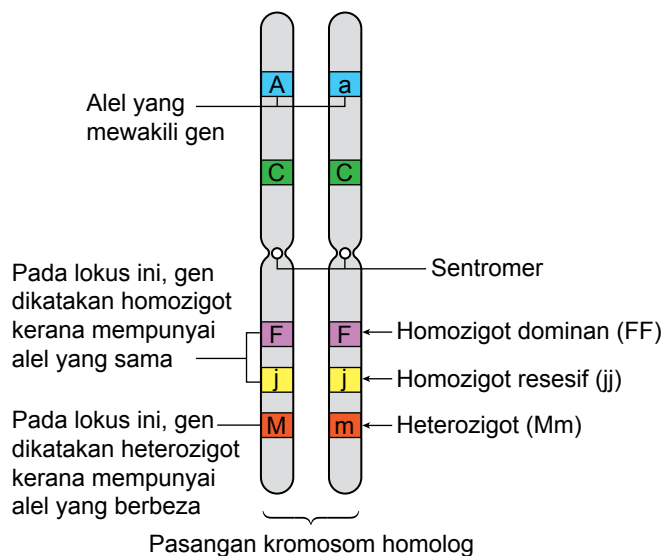
Gen dan Alel

Definisi Lokus

Lokus merupakan lokasi spesifik yang diduduki oleh gen pada kromosom.

Setiap kromosom membawa banyak gen. Dalam manusia, bilangan gen yang mengekodkan protein dalam satu set kromosom haploid dianggarkan sebanyak 25 000.

Alel yang mewakili sesuatu gen turut menduduki lokus yang sama dengan gen tersebut. Rajah 11.9 menunjukkan terdapat lima gen berserta alel masing-masing pada lokus yang tertentu pada sepasang kromosom homolog.



Rajah 11.9 Lokus, gen dan alel pada sepasang kromosom homolog

Aktiviti 11.2

**Tujuan**

Membuat analogi untuk menghubungkan alel, lokus dengan gen pada kromosom

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Rajah 11.10 menunjukkan satu contoh analogi yang menghubungkan alel, lokus dengan gen pada kromosom.
3. Fikirkan dan lukiskan satu contoh analogi lain untuk menghubungkan alel, lokus dengan gen pada kromosom.
4. Bentangkan analogi anda di dalam kelas.

Kromosom:

Pusat beli-belah X

Lokus:

Tempat letak kereta tingkat 1, kotak 212, 213, 214

Gen:

Kereta sedan

Alel:

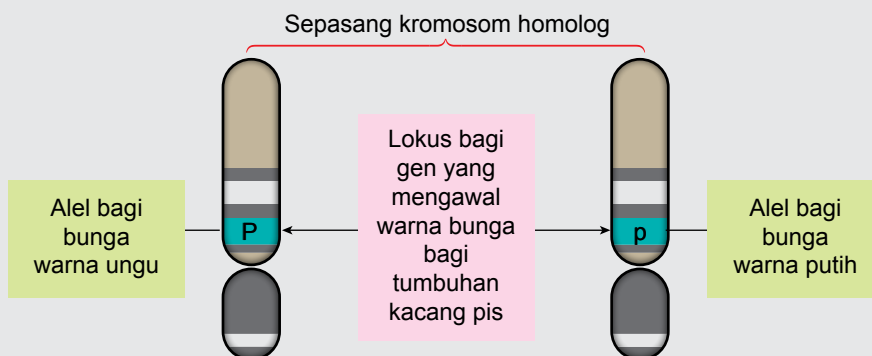
Kereta sedan jenama P
Kereta sedan jenama Q
Kereta sedan jenama R



Rajah 11.10 Contoh analogi alel, lokus dan gen pada kromosom

Praktis Formatif 11.3

1. Berikan maksud:
 - (a) Lokus
 - (b) Alel
2. Berdasarkan rajah di bawah, terangkan perkaitan antara lokus, gen dan alel.



11.4

Pewarisan Manusia

Terdapat dua jenis kromosom dalam manusia, iaitu **autosom** dan **kromosom seks** (Jadual 11.2). Sel soma manusia mempunyai **44 autosom** dan **2 kromosom seks**. Autosom berbeza dari segi saiz dan panjang.

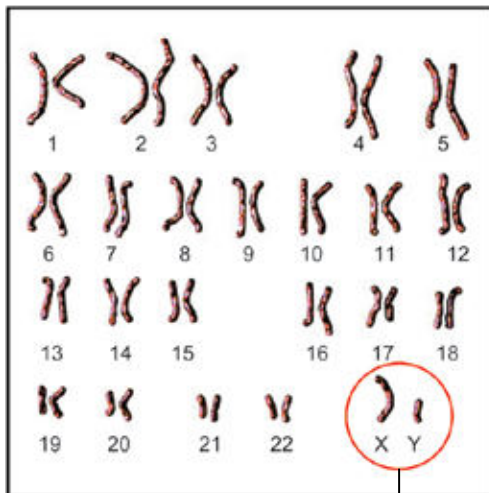
Jadual 11.2 Jenis kromosom dalam manusia

	Autosom	Kromosom seks
Ciri-ciri	Terdiri daripada pasangan kromosom homolog nombor 1 hingga 22	Terdiri daripada pasangan kromosom nombor 23
Fungsi	Mengawal semua ciri sel soma	Mengandungi gen yang menentukan jenis jantina
Contoh	Jenis kumpulan darah, ketinggian dan warna kulit	Bagi lelaki, kromosom seks ialah XY, manakala bagi perempuan ialah XX

Eksplorasi Bio

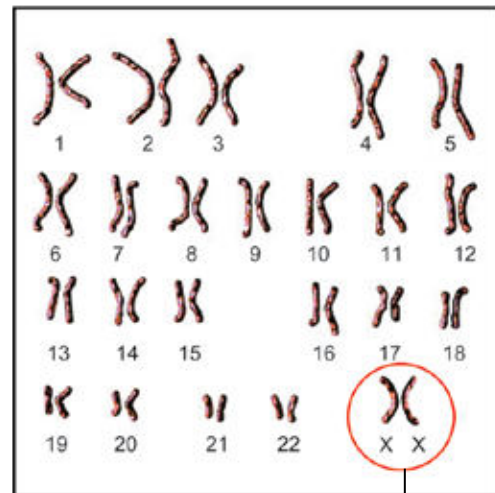
Kromosom seks bagi lelaki, iaitu XY mempunyai saiz yang berbeza. Kromosom X adalah lebih panjang manakala kromosom Y adalah pendek. Kromosom Y hanya membawa gen yang terlibat dalam penentuan ciri seks sahaja.

Bilangan dan struktur kromosom yang hadir di dalam nukleus sel dikenali sebagai kariotip (Rajah 11.11). Kromosom disusun secara berpasangan, iaitu mengikut pasangan kromosom homolog berdasarkan **saiz**, **kedudukan sentromer** dan **corak jalur** pada kromosom.



Kromosom seks

Kariotip lelaki (44 + XY)



Kromosom seks

Kariotip perempuan (44 + XX)

Rajah 11.11 Kariotip manusia

Mari kita jalankan Aktiviti 11.3 untuk memahami cara menyusun kromosom manusia untuk mendapatkan kariotip seperti yang dilakukan oleh ahli genetik.

Aktiviti 11.3



Tujuan

Memadankan kromosom sebelah bapa (paternal), dan kromosom sebelah ibu (maternal) dalam lukisan kromosom manusia untuk membina kariotip lengkap seseorang individu

Bahan

Kertas cetakan lukisan kromosom manusia, kertas kosong

Radas

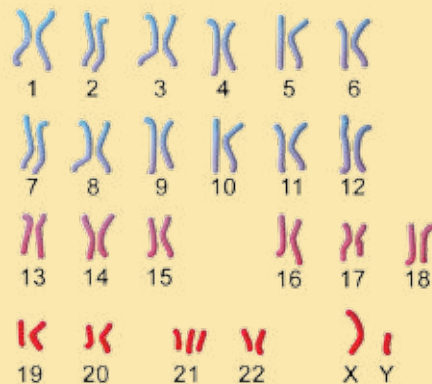
Gunting, gam

Prosedur

1. Dapatkan kertas cetakan lukisan kromosom manusia daripada guru anda.
2. Bina satu kariotip lengkap seseorang individu dengan memadankan kromosom paternal dan kromosom maternal menggunakan mikrograf kromosom manusia daripada lukisan yang disediakan.
 - (a) Potong dan susun pasangan kromosom homolog daripada saiz yang paling besar dan paling panjang kepada pasangan yang paling kecil dan pendek.
 - (b) Nomborkan susunan anda mengikut saiz dan kepanjangan pasangan kromosom homolog.
 - (c) Akhiri susunan anda dengan pasangan kromosom seks.

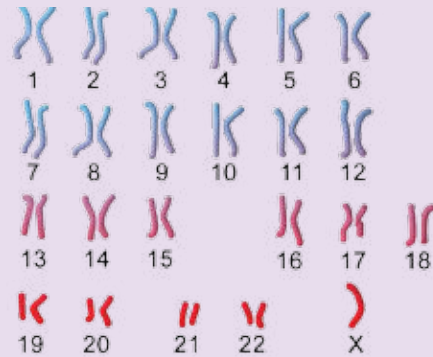
Perubahan bilangan kromosom boleh terjadi akibat kegagalan kromosom homolog berpisah semasa **anafasa I** atau kromatid kembar gagal terpisah semasa **anafasa II**. Peristiwa ini dipanggil sebagai **tak disjungsi** dan boleh berlaku kepada kromosom-kromosom tertentu. Apabila tak disjungsi berlaku dalam manusia, gamet, sama ada sperma atau ovum, boleh mempunyai bilangan kromosom yang kurang daripada 23, iaitu 22 atau lebih daripada 23, iaitu 24. Maka, apabila persenyawaan berlaku zigot yang terhasil mungkin mempunyai **45 kromosom** atau **47 kromosom**. Contoh-contoh penyakit genetik yang disebabkan oleh tak disjungsi kromosom termasuklah **sindrom Down** (Rajah 11.12), **sindrom Turner** (Rajah 11.13) dan **sindrom Klinefelter** (Rajah 11.14).

- Jumlah kromosom ialah 47, iaitu **45 + XY**. Terdapat satu kromosom lebih pada pasangan kromosom ke-21.
- Sindrom Down juga dikenali sebagai **trisomi 21**. Sindrom Down boleh berlaku kepada lelaki atau perempuan.



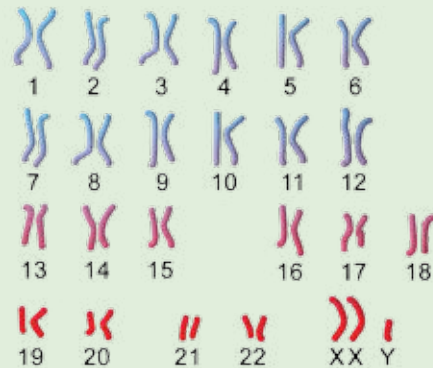
Rajah 11.12 Kariotip seorang lelaki dengan sindrom Down

- Bagi **sindrom Turner**, jumlah kromosom ialah 45, iaitu **44 + XO**.
- Terdapat kekurangan satu kromosom X pada pasangan kromosom seks.
- Jantina individu bagi sindrom Turner ialah perempuan.



Rajah 11.13 Kariotip sindrom Turner

- Kariotip bagi **sindrom Klinefelter** menunjukkan bilangan kromosom sebanyak 47, iaitu **44 + XXY**.
- Terdapat tambahan satu kromosom X pada kromosom seks. Jantina individu bagi sindrom Klinefelter ini ialah lelaki.
- Walau bagaimanapun, ciri-ciri seks sekunder bagi lelaki tidak berkembang.



Rajah 11.14 Kariotip sindrom Klinefelter

Pewarisan Manusia

Kumpulan darah ABO

Anda telah mempelajari kumpulan darah ABO ini semasa di tingkatan empat. Seperti yang telah anda ketahui, kumpulan darah ABO dikelaskan kepada kumpulan darah **A**, **B**, **AB** dan **O**.

Sistem darah ABO dalam manusia merupakan satu contoh bagi alel berbilang. Kumpulan darah dikawal oleh satu gen yang terdiri daripada tiga alel yang berlainan pada satu lokus, iaitu **alel I^A , I^B dan I^O** . Alel-alel ini menentukan jenis antigen yang terdapat pada permukaan membran sel darah merah. Walau bagaimanapun, seseorang itu hanya membawa dua alel sahaja untuk penentuan kumpulan darah.

Kedua-dua I^A dan I^B adalah alel dominan, manakala I^O adalah alel resesif. Maka, kombinasi alel I^A dan I^O ($I^A I^O$) akan menunjukkan fenotip darah kumpulan A, manakala $I^B I^O$ menunjukkan fenotip darah kumpulan B. Alel I^A dan I^B adalah **kodominan** terhadap satu sama lain. Apabila kedua-dua alel ini hadir bersama, kesan kedua-dua alel ditunjukkan. Kombinasi kedua-dua alel ini menunjukkan fenotip darah kumpulan AB. Jadual 11.3 menunjukkan ringkasan tentang ciri-ciri fenotip dan genotip kumpulan darah ABO dalam manusia.



Gambar foto 11.3 Ujian darah untuk mengenal pasti kumpulan darah seseorang

Jadual 11.3 Ciri-ciri genotip dan fenotip kumpulan darah manusia

Fenotip (kumpulan darah)	Genotip
A	$I^A I^A$ atau $I^A I^O$
B	$I^B I^B$ atau $I^B I^O$
AB	$I^A I^B$
O	$I^O I^O$

Petunjuk:
 I^A dan I^B : alel dominan
 I^O : alel resesif

Bagaimanakah anda menyelesaikan masalah pewarisan kumpulan darah seperti yang berikut?

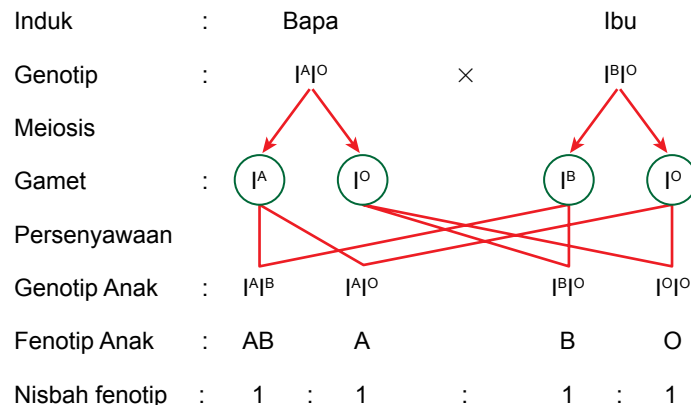
Seorang lelaki yang mempunyai kumpulan darah A berkahwin dengan seorang perempuan yang mempunyai kumpulan darah B. Terangkan kemungkinan pasangan ini mendapat anak yang mempunyai kumpulan darah O.

Penyelesaian

Kedua-dua ibu bapa ialah heterozigot bagi darah A dan darah B. Rajah skema kacukan pewarisan darah ini ditunjukkan dalam Rajah 11.15.

Eksplorasi Bio

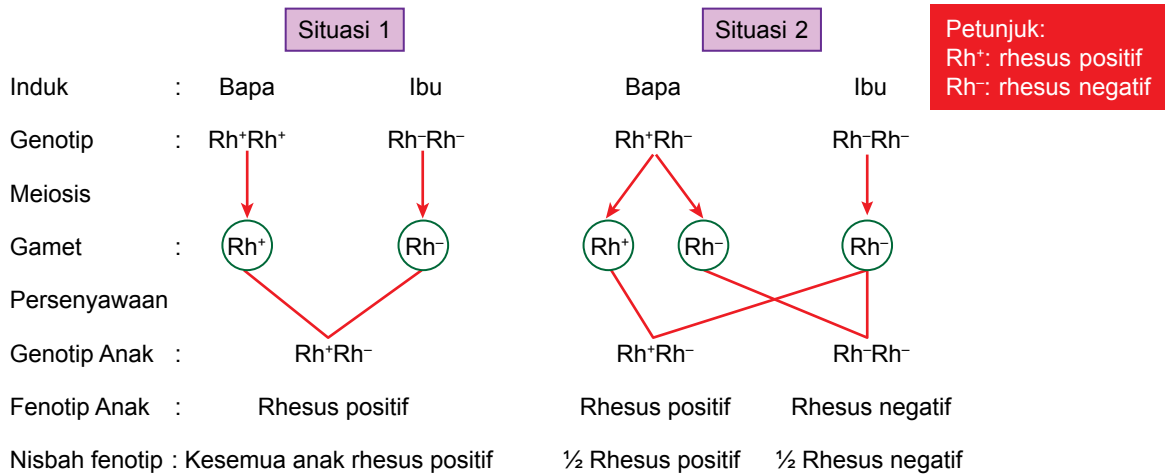
Pewarisan kumpulan darah merupakan satu contoh yang tidak mengikut Hukum Mendel. Menurut Mendel, satu gen mempunyai dua alel sahaja (satu alel dominan dan satu alel resesif).

**Rajah 11.15** Rajah skema kacukan pewarisan darah kumpulan ABO

Faktor Rhesus (Rh)

Selain **antigen A** dan **antigen B** yang terdapat pada permukaan sel darah merah manusia, terdapat satu lagi antigen, iaitu **antigen D** yang dikenali sebagai faktor **Rhesus (Rh)**. Sel darah merah individu yang mengandungi faktor Rhesus disebut sebagai **Rhesus positif (Rh⁺)**, manakala individu yang tidak mempunyai faktor Rhesus dikenali sebagai **Rhesus negatif (Rh⁻)**.

Pewarisan faktor Rhesus daripada ibu bapa kepada anak adalah berdasarkan prinsip Hukum Mendel. Faktor Rhesus dikawal oleh gen yang terdiri daripada sepasang alel, iaitu **Rh⁺** yang bersifat **dominan**, manakala **Rh⁻** bersifat **resesif**. Genotip bagi individu Rh positif mungkin **homozigot dominan** (Rh⁺Rh⁺) atau **heterozigot** (Rh⁺Rh⁻). Individu yang Rh negatif ialah **homozigot resesif** (Rh⁻Rh⁻). Rajah 11.16 menunjukkan pewarisan faktor Rhesus. Bolehkah anda membina rajah skema bagi kacukan yang ditunjukkan berdasarkan Rajah 11.16 di bawah?

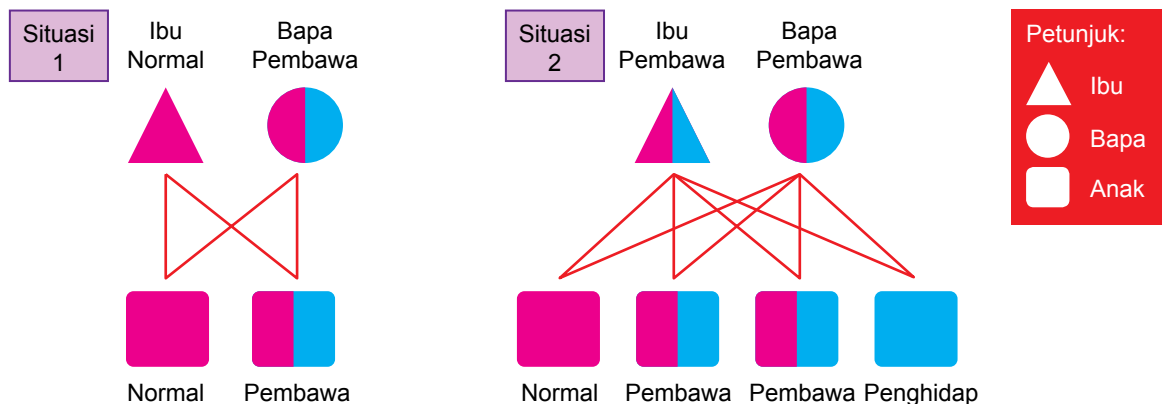


Rajah 11.16 Rajah skema kacukan pewarisan faktor Rhesus

Talasemia

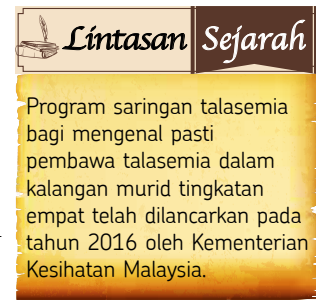
Penyakit talasemia ialah penyakit pewarisan. Penyakit ini diturunkan daripada satu generasi ke generasi yang seterusnya.

Talasemia berlaku disebabkan oleh **mutasi gen** yang berlaku pada **autosom**, iaitu pada **kromosom 11** atau **16**. Talasemia merupakan penyakit yang disebabkan oleh pembentukan hemoglobin yang abnormal dan kekurangan bilangan hemoglobin. Saiz sel darah merah adalah lebih kecil dan lebih pucat. Rajah 11.17 menunjukkan kebarangkalian yang berlaku dalam pewarisan talasemia.



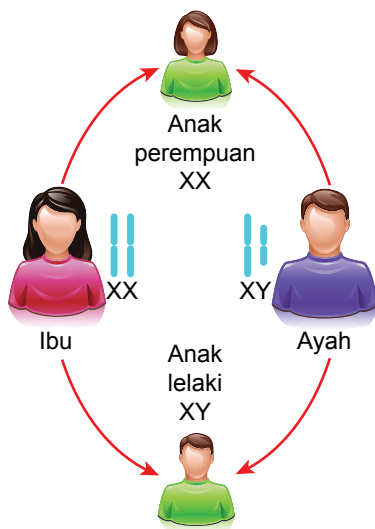
Rajah 11.17 Pewarisan talasemia

Pembawa talasemia dikatakan sebagai **talasemia minor** yang mana seseorang individu itu mempunyai alel resesif talasemia tetapi tidak mempunyai tanda-tanda talasemia. Pengesanan talasemia hanya boleh dibuat melalui ujian darah. **Penghidap talasemia** pula dikatakan sebagai **talasemia major** yang mana seseorang individu itu membawa kedua-dua alel resesif talasemia. Penghidap talasemia major akan menunjukkan tanda-tanda talasemia seperti kelihatan letih dan pucat, sesak nafas serta perubahan pada pembentukan tulang muka sejak dari umur 3 - 18 bulan.



Penentuan Jantina

Lelaki mempunyai $44 + XY$ kromosom dan perempuan $44 + XX$. Sperma yang dihasilkan oleh testis ialah haploid dan membawa dua jenis kromosom, iaitu $22 + X$ dan $22 + Y$. Oosit sekunder yang dihasilkan juga ialah haploid dan membawa satu jenis kromosom, iaitu $22 + X$. Seks atau jantina anak ditentukan semasa persenyawaan (Rajah 11.18).



Induk	:	Bapa	Ibu
Genotip	:	$44 + XY$	$44 + XX$
Meiosis			
Gamet	:	$22 + X$ $22 + Y$	$22 + X$
Persenyawaan			
Genotip Anak	:	$44 + XX$	$44 + XY$
Fenotip Anak	:	Perempuan	Lelaki
Nisbah fenotip	:	1	1

Rajah 11.18 Penentuan jantina anak

Ciri Terangkai Seks

Gen-gen yang mengawal ciri tertentu yang terletak pada kromosom seks tetapi tidak terlibat dalam penentuan ciri seks dikenali sebagai **gen terangkai seks**. Gen-gen **buta warna** dan **hemofilia** terdapat pada kromosom X. Gen-gen ini dipanggil **gen terangkai X**. Sifat buta warna dan hemofilia disebabkan oleh gen resesif yang terangkai pada kromosom X. Kromosom Y adalah lebih pendek daripada kromosom X dan tidak mempunyai banyak alel seperti pada kromosom X. Maka, bagi lelaki, mana-mana trait yang disebabkan oleh alel dominan atau alel resesif pada kromosom X sahaja yang akan ditunjukkan.

Buta Warna

Buta warna merupakan keadaan seseorang itu tidak dapat membezakan warna yang tertentu, biasanya warna merah dan hijau. Buta warna berlaku disebabkan oleh alel resesif yang dibawa pada kromosom X dan kebanyakan penghidap buta warna ialah lelaki.

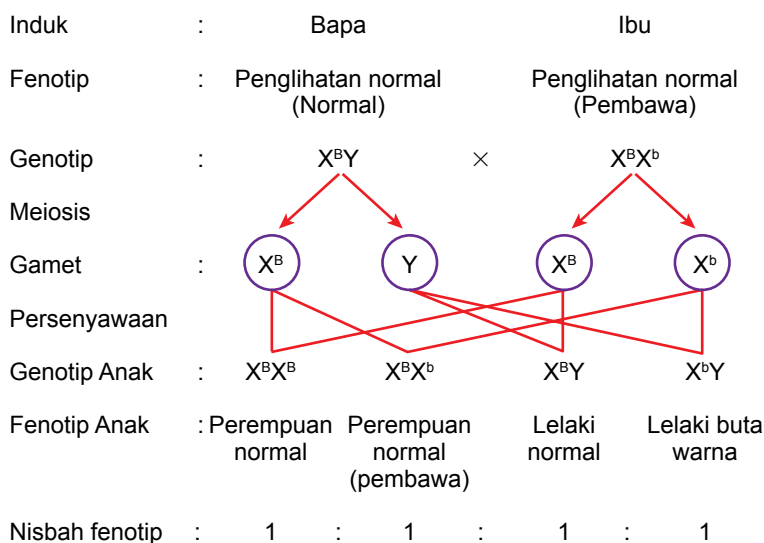
Dalam kajian pewarisan trait terangkai seks, kromosom X dan Y sentiasa ditunjukkan semasa menulis genotip. Alel dominan diwakili oleh huruf besar manakala alel resesif diwakili oleh huruf kecil pada kromosom X. Cara menulis genotip untuk pewarisan buta warna adalah seperti dalam Jadual 11.4.

Jadual 11.4 Genotip dan fenotip bagi pewarisan buta warna

Fenotip	Genotip	
	Lelaki	Perempuan
Normal	X^BY	X^BX^B
Pembawa	-	X^BX^b
Buta warna	X^bY	X^bX^b

Petunjuk:
 X^B : alel dominan
 X^b : alel resesif

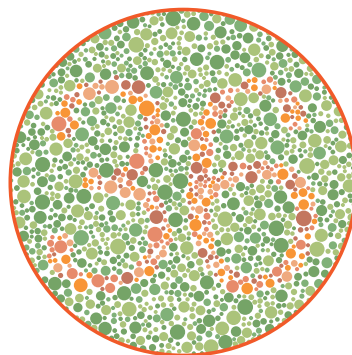
Rajah 11.19 menunjukkan rajah skema pewarisan buta warna jika seorang lelaki yang mempunyai penglihatan normal berkahwin dengan seorang perempuan yang heterozigot untuk buta warna.



Rajah 11.19 Rajah skema kacukan pewarisan buta warna

ZON AKTIVITI

Jalankan ujian Ishihara untuk mengenal pasti pewarisan buta warna di kalangan rakan sekelas anda.



Rajah 11.20 Contoh plat ujian Ishihara

Eksplorasi Bio

Ujian Ishihara (*Ishihara Test*) merupakan satu ujian saringan penglihatan warna yang terkenal dan digunakan di seluruh dunia sejak tahun 1917. Ujian ini dicipta oleh seorang pakar Oftalmologi berbangsa Jepun, Shinobu Ishihara (1879 -1963). Ujian ini direka untuk menyaring kecacatan penglihatan warna hijau-merah yang lazim berlaku dalam masyarakat. Individu yang mempunyai penglihatan warna normal akan dapat mengecam digit-digit nombor atau corak yang terdapat di dalam plat ujian Ishihara (Rajah 11.20), manakala individu yang mempunyai kecacatan penglihatan warna pula akan melaporkan nombor yang berlainan atau gagal mengecam sebarang nombor atau bentuk.

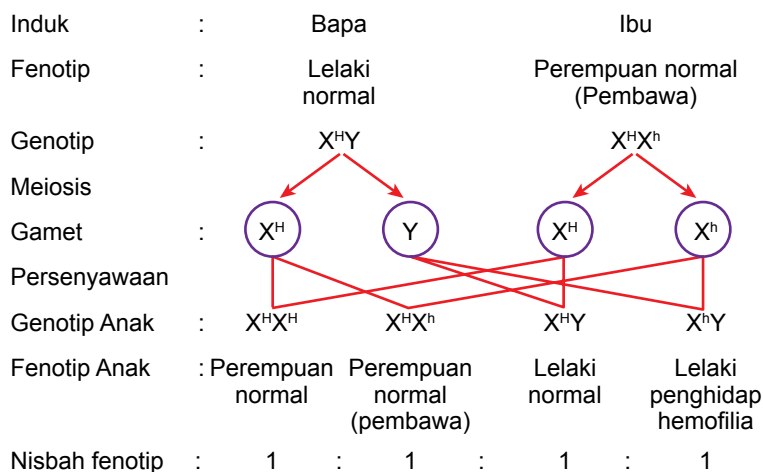
Hemofilia

Hemofilia merupakan keadaan darah tidak dapat membeku secara normal disebabkan kekurangan faktor pembekuan darah. Hal ini mengakibatkan pendarahan berlebihan secara dalaman atau luaran dan dapat menyebabkan kematian. Hemofilia disebabkan kehadiran **alel resesif** pada **kromosom X** dan faktor ini menyebabkan lelaki menjadi penghidap hemofilia. Perempuan hanya mendapat hemofilia jika terdapat dua alel resesif pada kedua-dua kromosom X. Jadual 11.5 menunjukkan penulisan genotip dan fenotip bagi pewarisan hemofilia. Rajah 11.21 pula menunjukkan rajah skema bagi pewarisan hemofilia.

Jadual 11.5 Genotip dan fenotip bagi pewarisan hemofilia

Fenotip	Genotip	
	Lelaki	Perempuan
Normal	X^HY	X^HX^H
Pembawa	-	X^HX^h
Hemofilia	X^hY	X^hX^h

Petunjuk:
 X^H : alel dominan
 X^h : alel resesif



Rajah 11.21 Rajah skema pewarisan penyakit hemofilia dalam satu keluarga

Kebolehan Menggulung Lidah dan Bentuk Lekapan Cuping Telinga

Kebolehan menggulung lidah serta bentuk lekapan cuping telinga (Gambar foto 11.4 (a) dan (b)) merupakan ciri-ciri yang boleh diwarisi daripada ibu bapa kepada anak-anak mengikut Hukum Mendel. Kebolehan menggulung lidah dikatakan sebagai satu trait dominan. Bentuk cuping telinga tidak melekap pula adalah dominan terhadap cuping telinga melekap.



(a) Kebolehan menggulung lidah



(b) Lekapan cuping telinga

Gambar foto 11.4





Kebolehan menggulung lidah dan bentuk lekapan cuping telinga

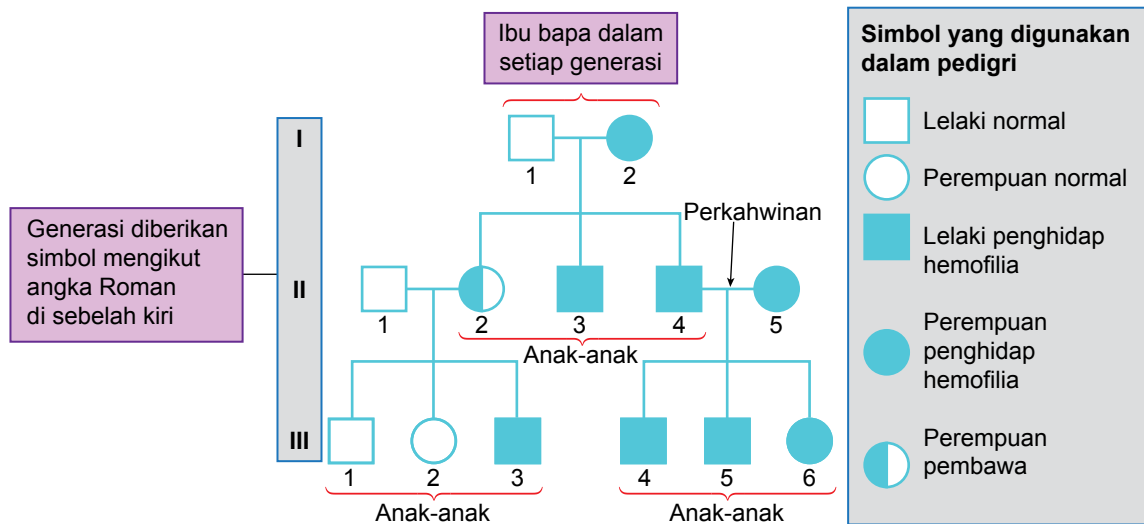
<http://bukutekskssm.my/Biologi/T5/Ms249.pdf>

Info

Pedigri Keluarga

Pedigri atau salasilah keluarga boleh dianalisis untuk menyiasat pewarisan ciri manusia. Pedigri keluarga merupakan satu carta aliran melalui beberapa generasi untuk menunjukkan **perhubungan keturunan** dan **pewarisan ciri** yang dikaji daripada nenek moyang sepunya kepada individu-individu dalam generasi semasa.

Analisis pedigri keluarga ini membolehkan ahli genetik membuat ramalan tentang pewarisan ciri gen yang berkenaan; dan juga mengenal pasti sifat dominan gen atau sifat resesif gen. Biasanya ciri gen dominan muncul dalam semua generasi, manakala ciri gen resesif mungkin tersembunyi dalam generasi-generasi yang tertentu. Rajah 11.22 menunjukkan carta pedigri suatu keluarga bagi tiga generasi. Berdasarkan rajah tersebut, bolehkah anda terangkan mengenai pewarisan penyakit dalam keluarga tersebut?



Rajah 11.22 Pewarisan penyakit hemofilia dalam satu keluarga

Aktiviti 11.4

Tujuan

Membina pedigri keluarga berdasarkan maklumat fenotip dan genotip ahli keluarga

Prosedur

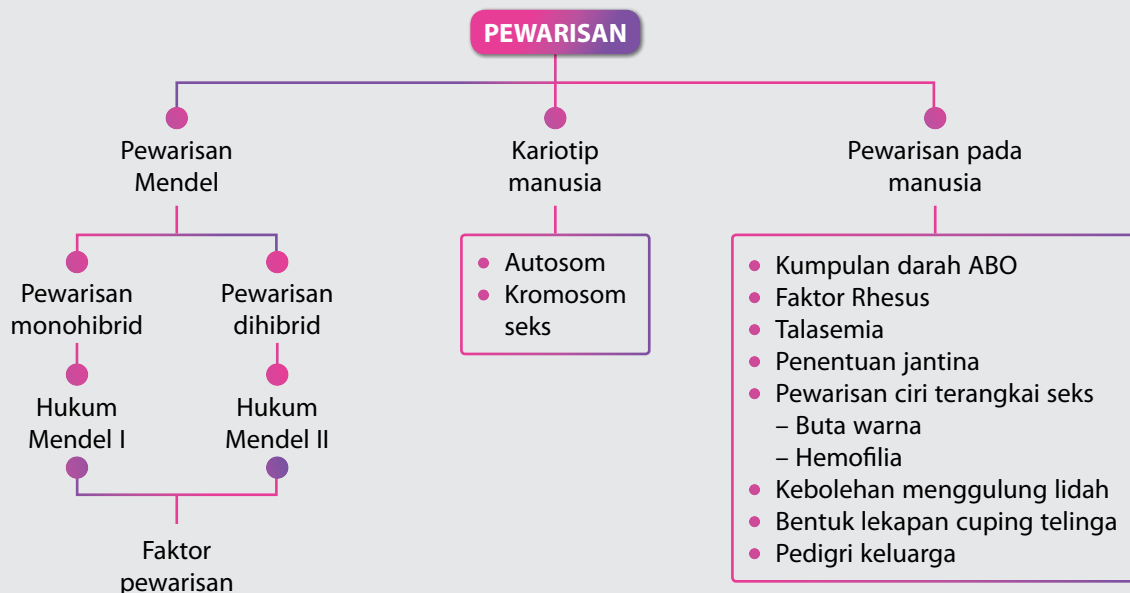
1. Jalankan aktiviti ini secara individu.
2. Perhatikan satu ciri (fenotip) yang diturunkan dalam keluarga anda.
3. Bermula daripada anda, bina satu carta pedigri keluarga melalui beberapa generasi untuk menunjukkan pewarisan ciri yang anda kaji.
4. Bentangkan rajah pedigri keluarga yang dibina di dalam kelas.

Praktis Formatif 11.4

1. Seorang perempuan mempunyai kumpulan darah B heterozigot, manakala seorang lelaki mempunyai kumpulan darah A heterozigot. Jika pasangan ini mempunyai sepasang anak kembar tak seiras, apakah kebarangkalian kedua-dua anak itu mempunyai kumpulan darah A? Terangkan pewarisan kumpulan darah keluarga ini menggunakan rajah skema kacukan dan simbol yang sesuai.
2. Seorang perempuan yang heterozigot bagi hemofilia berkahwin dengan seorang lelaki normal. Apakah kebarangkalian mereka mendapat anak lelaki yang menghidap hemofilia?
3. Seorang lelaki yang homozigot bagi kebolehan menggulung lidah berkahwin dengan perempuan yang heterozigot bagi kebolehan menggulung lidah. Apakah implikasi kacukan ini?



Imbas Memori



Bio Interaktif 11

REFLEKSI KENDIRI



Lengkapkan refleksi sendiri ini untuk menyemak konsep-konsep penting yang telah anda pelajari.



Konsep penting	Sangat baik	Berusaha lagi
Maksud kacukan monohibrid		
Kacukan monohibrid berdasarkan eksperimen Mendel		
Istilah-istilah yang berhubung dengan pewarisan		
Rajah kacukan pewarisan monohibrid		
Hukum Mendel I		
Kacukan dihibrid berdasarkan eksperimen Mendel		
Rajah kacukan pewarisan dihibrid		
Hukum Mendel II		
Maksud lokus		
Hubung kait alel dan lokus dengan gen pada kromosom		
Jenis kromosom manusia		
Kariotip manusia dan penyakit genetik		
Hukum Mendel dengan pewarisan manusia		
Pedigri keluarga		

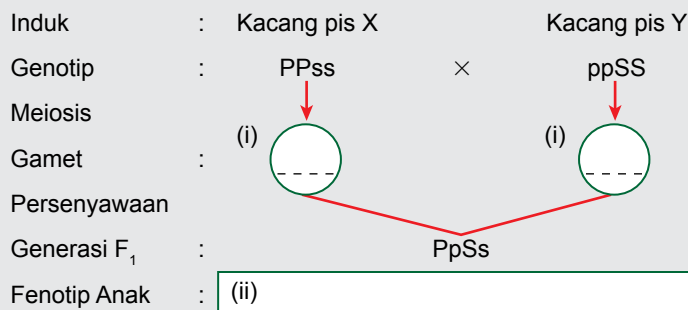
Praktis Sumatif

11



1. Rajah 1 menunjukkan kacukan antara dua pokok kacang pis, X dan Y. Katakan:

P : alel dominan bagi bunga berwarna ungu
p : alel resesif bagi bunga berwarna putih
S : alel dominan bagi pod licin
s : alel resesif bagi pod berkedut



Rajah 1

- (a) Nyatakan fenotip bagi tumbuhan induk X dan Y.
- (b) Lengkapkan genotip gamet yang dihasilkan oleh setiap induk dan fenotip bagi generasi F_1 pada Rajah 1.
- (c) Jadual 1 menunjukkan genotip generasi F_2 selepas generasi F_1 dikacukkan dengan generasi F_1 yang lain. Jumlah bilangan anak F_2 ialah 16.

Jadual 1

Gamet	PS	Ps	pS	ps
PS	PPSS	PPSs	PpSS	PpSs
Ps	PPSs	PPss	PpSs	Ppss
pS	PpSS	PpSs	ppSS	ppSs
ps	PpSs	Ppss	ppSs	ppss

- (i) Nyatakan kebarangkalian generasi F_2 pokok kacang pis bunga berwarna ungu dan bentuk pod berkedut.
- (ii) Nyatakan kebarangkalian generasi F_2 pokok kacang pis bunga berwarna ungu dan bentuk pod licin.
- (iii) Dalam Jadual 1, bulatkan genotip generasi F_2 bagi pokok kacang pis bunga berwarna putih dan bentuk pod licin. Kemudian, tentukan kebarangkalian generasi F_2 bagi fenotip tersebut.
- (d) Nyatakan nisbah fenotip anak dalam generasi F_2 .

Bunga berwarna
ungu, pod licin

Bunga berwarna
ungu, pod kedut

Bunga berwarna
putih, pod licin

Bunga berwarna
putih, pod licin

- (e) Berdasarkan Rajah 1 dan Jadual 1, nyatakan Hukum Mendel Kedua.

2. Seorang lelaki mempunyai penglihatan warna yang normal, manakala isterinya seorang yang buta warna. X^B ialah alel dominan bagi penglihatan warna normal, manakala X^b ialah alel resesif bagi buta warna. Apakah kebarangkalian anak-anak mereka

- (a) buta warna?
- (b) penglihatan warna normal tetapi pembawa?

Terangkan jawapan anda dengan menggunakan rajah skema kacukan.

Minda Abad ke-21

3. Pada sejenis lembu, muka putih dan tanduk panjang merupakan trait yang dominan terhadap muka hitam dan tanduk pendek seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 1. Seorang penternak bercadang untuk menternak semua lembu muka putih dan tanduk panjang di ladang ternakannya. Namun sebelum itu, dia perlu memastikan bahawa lembu jantan dan lembu betina yang dimilikinya ialah baka tulen. Sebagai seorang ahli genetik, bagaimanakah anda dapat membantu penternak tersebut untuk mengenal pasti sama ada lembu tersebut merupakan baka tulen atau hibrid?



Gambar foto 1

Bab

12

Variasi

Eksplorasi

Bab

- Jenis dan Faktor Variasi
- Variasi dalam Manusia
- Mutasi



**Standard
Pembelajaran**

Tahukah

Anda?

- Apakah jenis-jenis variasi yang wujud?
- Apakah perbezaan antara variasi selanjut dengan variasi tak selanjut?
- Bolehkah anda memberikan contoh-contoh variasi dalam manusia?
- Apakah maksud mutasi?

MUTASI GEN CCR5

Human Immunodeficiency Virus (HIV) menyerang tubuh dengan memasuki sel melalui reseptor protein CD4 dan co-reseptor CCR5 yang terdapat pada permukaan sel dalam manusia. Pakar perubatan di Washington telah menemui satu mutasi genetik luar biasa pada CCR5 yang disebut mutasi gen CCR5. Mutasi pada CCR5 menyebabkan HIV tidak dapat memasuki sel dan menjangkiti tubuh badan manusia.

Mutasi Gen CCR5 ini ditemui selepas seorang penghidap HIV sembuh daripada penyakitnya selepas menjalani pemindahan tulang sumsum daripada penderma yang mengalami mutasi tersebut.



Kata Kunci



- Kemandirian spesies
- Pemilihan semula jadi
- Variasi selanjur
- Variasi tak selanjur
- Mutagen
- Mutasi
- Mutan
- Mutasi gen
- Mutasi kromosom
- Pindah silang
- Penyusunan bebas kromosom
- Persenyawaan rawak

12.1 Jenis dan Faktor Variasi

Definisi Variasi

Variasi ialah perbezaan ciri dalam organisma daripada populasi atau spesies yang sama.

Tiada organisma yang serupa walaupun sama spesies termasuklah kembar seiras (Gambar foto 12.1). Pasti terdapat perbezaan antara mereka. Biasanya, variasi merujuk kepada ciri-ciri fizikal yang ditunjukkan daripada perbezaan fenotip yang terhasil akibat perubahan struktur, fisiologi dan biokomia. Variasi membolehkan kita mengecam individu-individu dalam satu populasi.



Gambar foto 12.1 Kembar seiras

Bijak Fikir

Adakah pasangan kembar seiras mempunyai variasi dalam fenotip mereka? Mengapa?

Keperluan Variasi untuk Kemandirian Spesies

Variasi memainkan peranan yang penting dalam evolusi dan merupakan asas bagi proses pemilihan semula jadi. Pemilihan semula jadi ialah satu daya evolusi yang memilih gen-gen yang berfaedah dan menghapuskan gen-gen yang tidak berfaedah dalam sesuatu persekitaran semula jadi. Melalui pemilihan semula jadi, spesies yang mempunyai fenotip yang membolehkan mereka menyesuaikan diri mengikut keadaan sekeliling dapat meneruskan hidup serta meneruskan proses pembiakan bagi kemandirian spesies (Rajah 12.1).

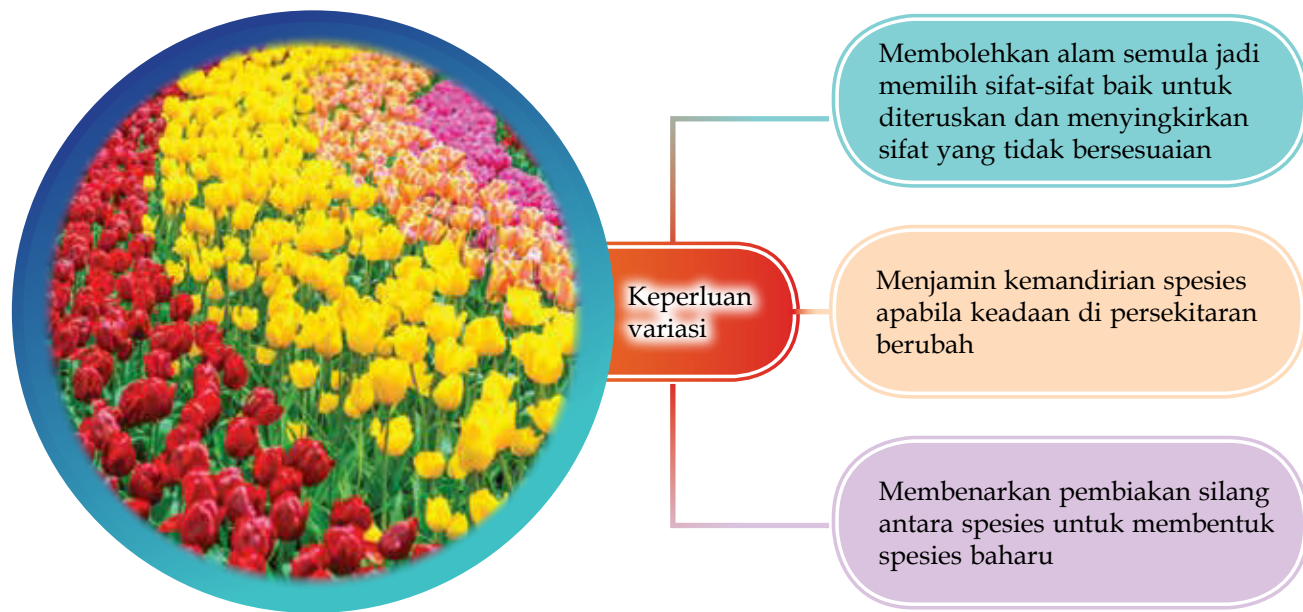


Dapatkah anda fikirkan kepentingan variasi kepada kemandirian rama-rama *Biston betularia* di dalam persekitaran yang berbeza?

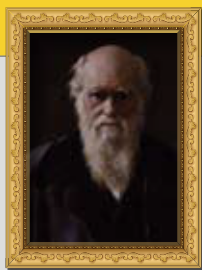
Gambar foto 12.2 *Biston betularia*

Eksplorasi Bio

Selepas persekitaran tercemar akibat revolusi perindustrian di United Kingdom, rama-rama *Biston betularia* yang berwarna gelap hidup lebih baik berbanding dengan warna cerah kerana tidak mudah dilihat oleh burung pemangsa (Gambar foto 12.2).



Rajah 12.1 Keperluan variasi



Gambar foto 12.3
Charles Darwin

ZON AKTIVITI

"It is not the strongest of the species that survives, nor the most intelligent that survives. It is the one that is most adaptable to change..."

- Charles Darwin

Charles Darwin (1809 – 1882) seorang ahli sains yang memulakan teori evolusi berdasarkan pemilihan semula jadi menerusi buku beliau yang berjudul *Origin of Species*. Huraikan pendapat anda tentang pernyataan Darwin di atas.

Aktiviti 12.1



Tujuan

Mengumpul maklumat dan membentangkan dapatan tentang variasi dalam pelbagai haiwan dan tumbuhan

Prosedur

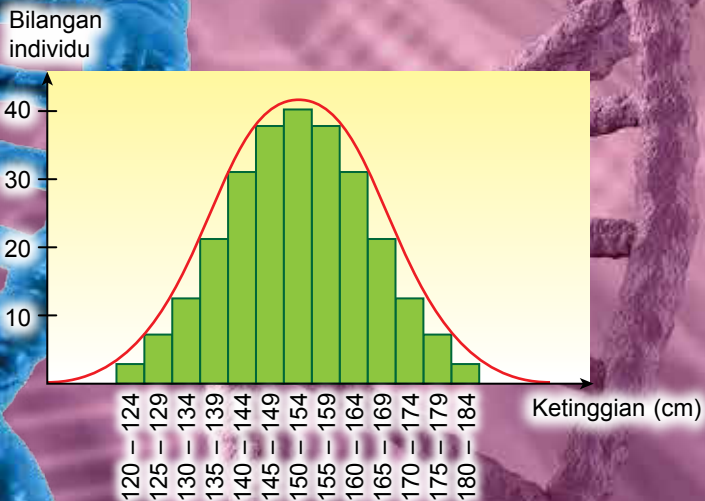
1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Cari maklumat di Internet tentang variasi pelbagai haiwan dan tumbuhan.
3. Bentang hasil kajian anda di dalam kelas dalam bentuk persembahan multimedia.

Jenis Variasi

Terdapat dua jenis variasi dalam satu populasi semula jadi, iaitu **variasi selanjat** dan **variasi tak selanjat**.

Variasi selanjat

- **Variasi selanjat** ialah variasi yang menunjukkan perbezaan ciri yang tidak ketara. Individu-individu menunjukkan perbezaan beransur daripada satu ekstrim kepada satu ekstrim yang lain. Satu spektrum fenotip dapat dikenal pasti.
- Apabila data bagi ciri diplotkan pada graf, lengkung taburan, iaitu **taburan normal** atau lengkung berbentuk **loceng** diperolehi. Kebanyakan ahli dalam populasi ini mempunyai fenotip perantaraan, iaitu ciri-ciri antara dua ekstrim (Rajah 12.2).
- Variasi selanjat adalah **kuantitatif**, iaitu boleh diukur dan digredkan daripada satu ekstrim kepada ekstrim lain.
- Ciri-cirinya juga dipengaruhi oleh persekitaran. Contoh ciri-ciri yang menunjukkan variasi selanjat ialah **ketinggian**, **berat badan** dan **warna kulit** (Gambar foto 12.4).



Rajah 12.2 Graf variasi selanjat

Gambar foto 12.4 Contoh ciri-ciri yang menunjukkan variasi selanjat

Jenis Variasi

Eksplorasi Bio

Sebanyak 8%-10% populasi manusia di dunia mempunyai mata berwarna biru yang terjadi disebabkan kandungan melanin yang rendah di lapisan hadapan iris.

Variasi tak selangjar

- **Variasi tak selangjar** menunjukkan perbezaan ciri yang ketara.
- Apabila data bagi ciri diplotkan, graf menunjukkan **taburan diskrit** atau berbentuk bar berasingan. Tiada ciri-ciri perantaraan (Rajah 12.3).
- Ciri-ciri adalah **kualitatif**, iaitu tidak boleh diukur dan digredkan kerana ciri-cirinya hanya dapat ditentukan oleh faktor genetik.
- Ciri-cirinya tidak dipengaruhi oleh keadaan persekitaran.
- Variasi tak selangjar berlaku disebabkan oleh faktor genetik, maka ciri-ciri variasi ini boleh diwarisi.
- Ciri dikawal oleh satu gen tunggal dengan dua atau tiga alel. Oleh itu, ciri-ciri dapat dilihat dengan jelas.
- Contoh ciri-ciri yang menunjukkan variasi tak selangjar ialah **kebolehan menggulungkan lidah**, **warna mata** dan **pola cap jari**.

Kebolehan menggulungkan lidah

Warna mata

Lengkung

Gelung
Pola cap jari

Pusar

Gambar foto 12.5 Contoh ciri-ciri yang menunjukkan variasi tak selangjar

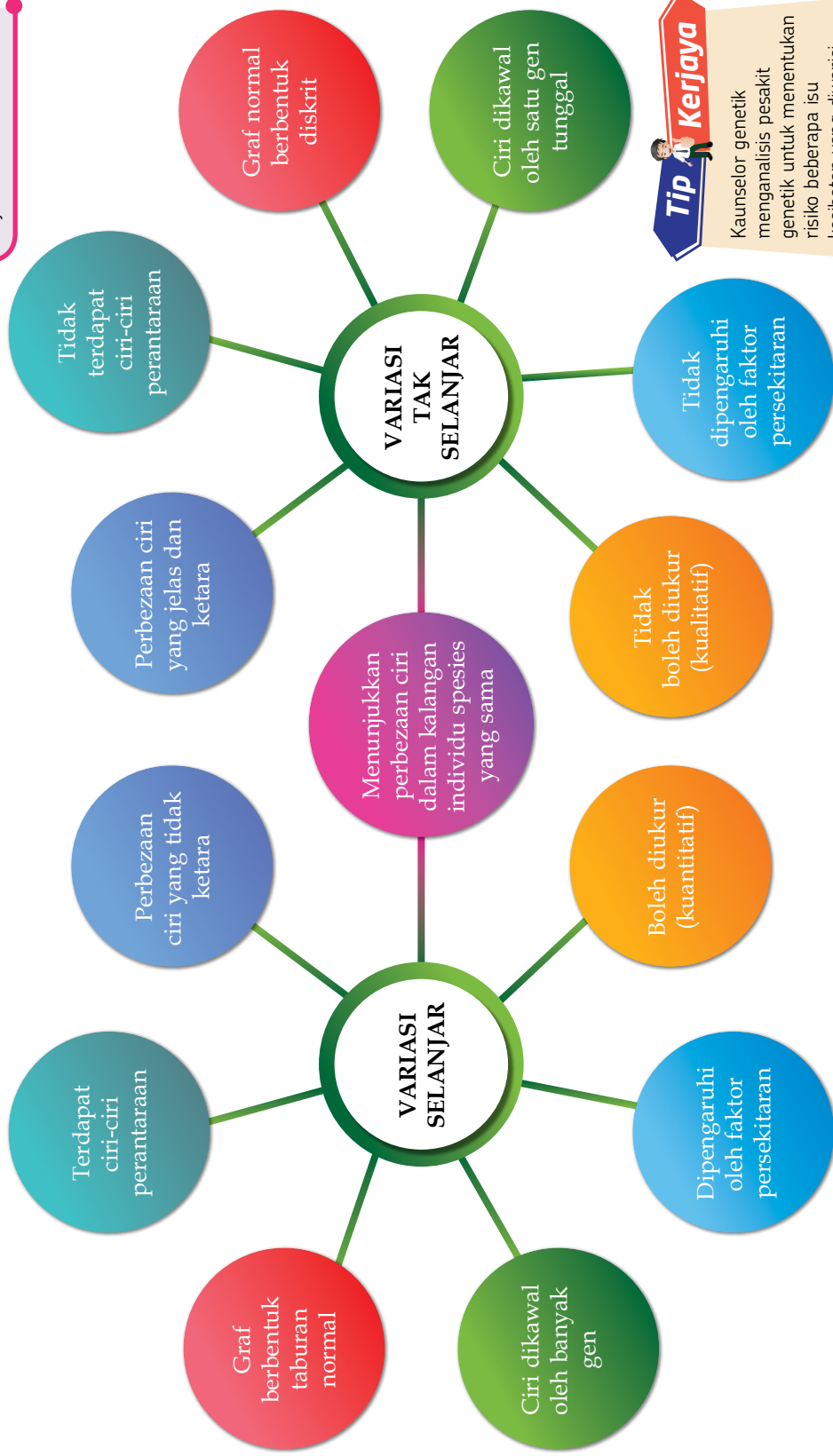
Bilangan individu



Rajah 12.3 Graf variasi tak selangjar

Perbandingan antara Variasi Selanjat dengan Variasi Tak Selanjat

Apakah persamaan dan perbedaan antara variasi selanjat dengan variasi tak selanjat (Rajah 12.4)?



Rajah 12.4 Perbandingan antara variasi selanjat dengan variasi tak selanjat

Bijak Fikir

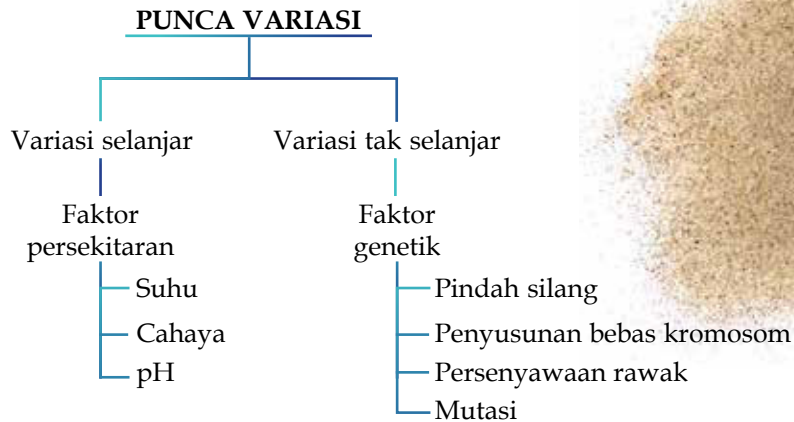
Selepas 30 tahun dari sekarang, adakah corak cap ibu jari anda akan berubah?

Tip Kerjaya

Kaunselor genetik menganalisis pesakit genetik untuk menentukan risiko beberapa isu kesihatan yang diwarisi, atau yang dibawa dalam gen seseorang.

Punca Variasi

Organisma dalam spesies yang sama didapati berbeza dari segi **morfologi**, **fisiologi** dan **genetik**. Apakah yang menyebabkan variasi antara organisma itu (Rajah 12.5)?



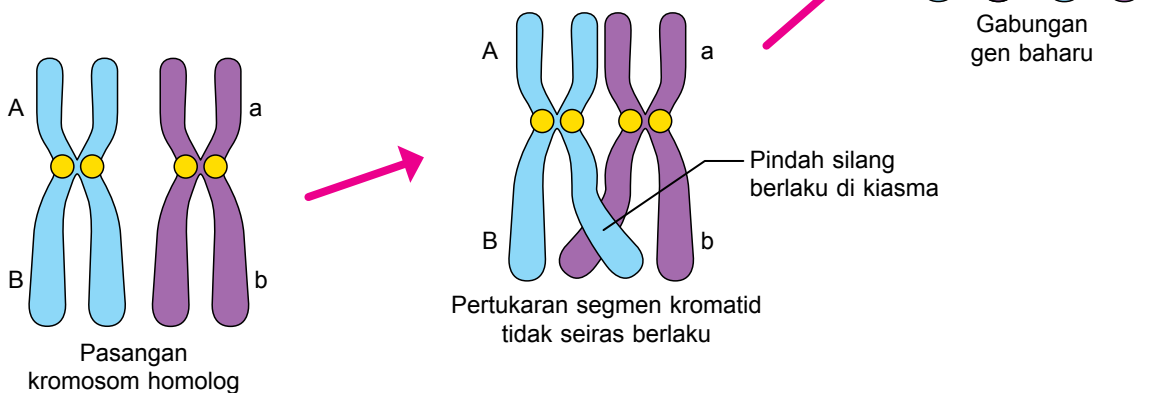
Rajah 12.5 Faktor-faktor yang menyebabkan variasi selangar dan variasi tak selangar

Gambar foto 12.6
Variasi pada kulit kerang

Faktor Genetik

Proses Pindah Silang

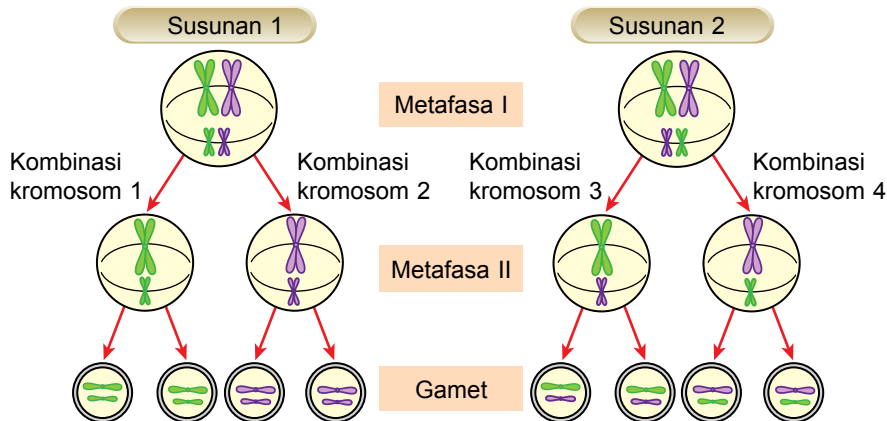
- Pindah silang berlaku antara **kromatid tidak seiras** pada **kromosom homolog** semasa profasa I meiosis.
- Penggabungan semula menghasilkan kombinasi gen baharu.
- Kromatid kembar berpisah semasa anafasa II meiosis membentuk gamet dengan kandungan genetik yang berbeza pada akhir proses meiosis (Rajah 12.6).



Rajah 12.6 Pindah silang antara kromatid tak seiras

Penyusunan Bebas Kromosom

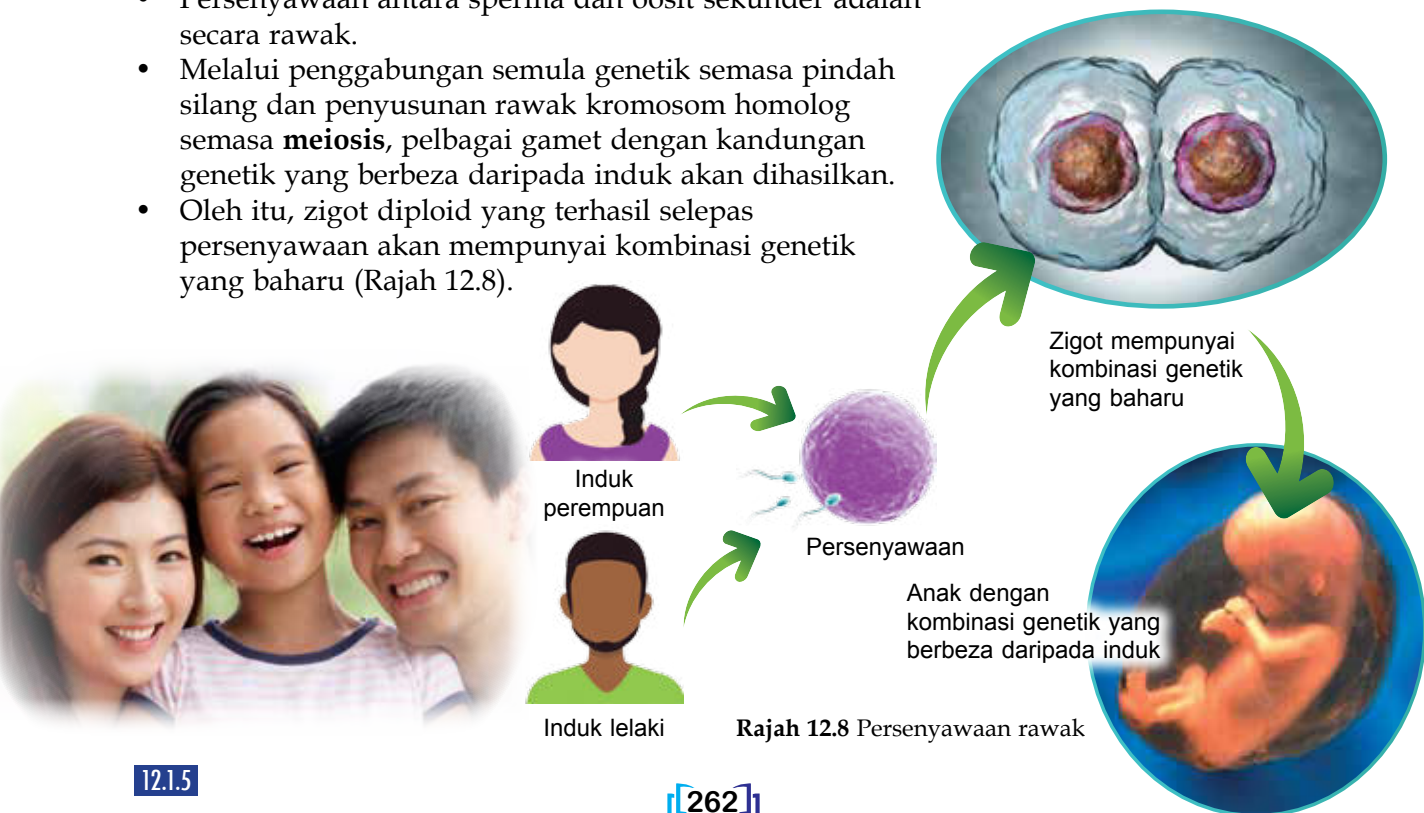
- Semasa peringkat **metafasa I meiosis**, pasangan kromosom homolog (satu **kromosom maternal** dan satu **kromosom paternal**) tersusun secara rawak pada satah khatulistiwa sel.
- Rajah 12.7 menunjukkan dua kemungkinan penyusunan kromosom homolog pada **satah khatulistiwa** bagi satu **sel diploid ($2n=4$)**.
- Pada akhir meiosis, terdapat pelbagai gamet dengan kombinasi kromosom paternal dan maternal yang berbeza, mengakibatkan kandungan genetik dalam setiap gamet juga berbeza.



Rajah 12.7 Penyusunan rawak kromosom homolog semasa metafasa I

Persenyawaan Rawak

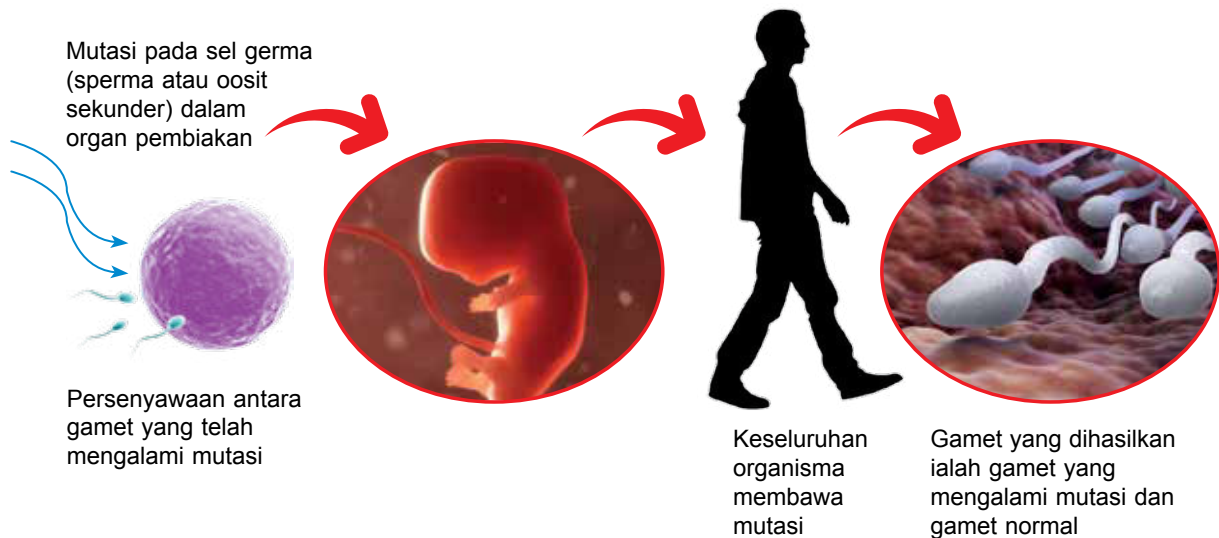
- Persenyawaan antara sperma dan oosit sekunder adalah secara rawak.
- Melalui penggabungan semula genetik semasa pindah silang dan penyusunan rawak kromosom homolog semasa **meiosis**, pelbagai gamet dengan kandungan genetik yang berbeza daripada induk akan dihasilkan.
- Oleh itu, zigot diploid yang terhasil selepas persenyawaan akan mempunyai kombinasi genetik yang baharu (Rajah 12.8).



Rajah 12.8 Persenyawaan rawak

Mutasi

- **Mutasi** ialah perubahan kekal yang berlaku secara spontan pada gen atau kromosom.
- Mutasi akan mewujudkan genotip yang baharu.
- Jika mutasi berlaku kepada gamet (mutasi sel germa), ciri-ciri yang ditentukan oleh bahan genetik yang telah bermutasi dapat diwarisi (Rajah 12.9).
- Mutasi yang berlaku pada sel soma dapat menyebabkan variasi tetapi ciri-ciri ini tidak akan diwarisi ke generasi seterusnya.



Rajah 12.9 Mutasi pada sel germa

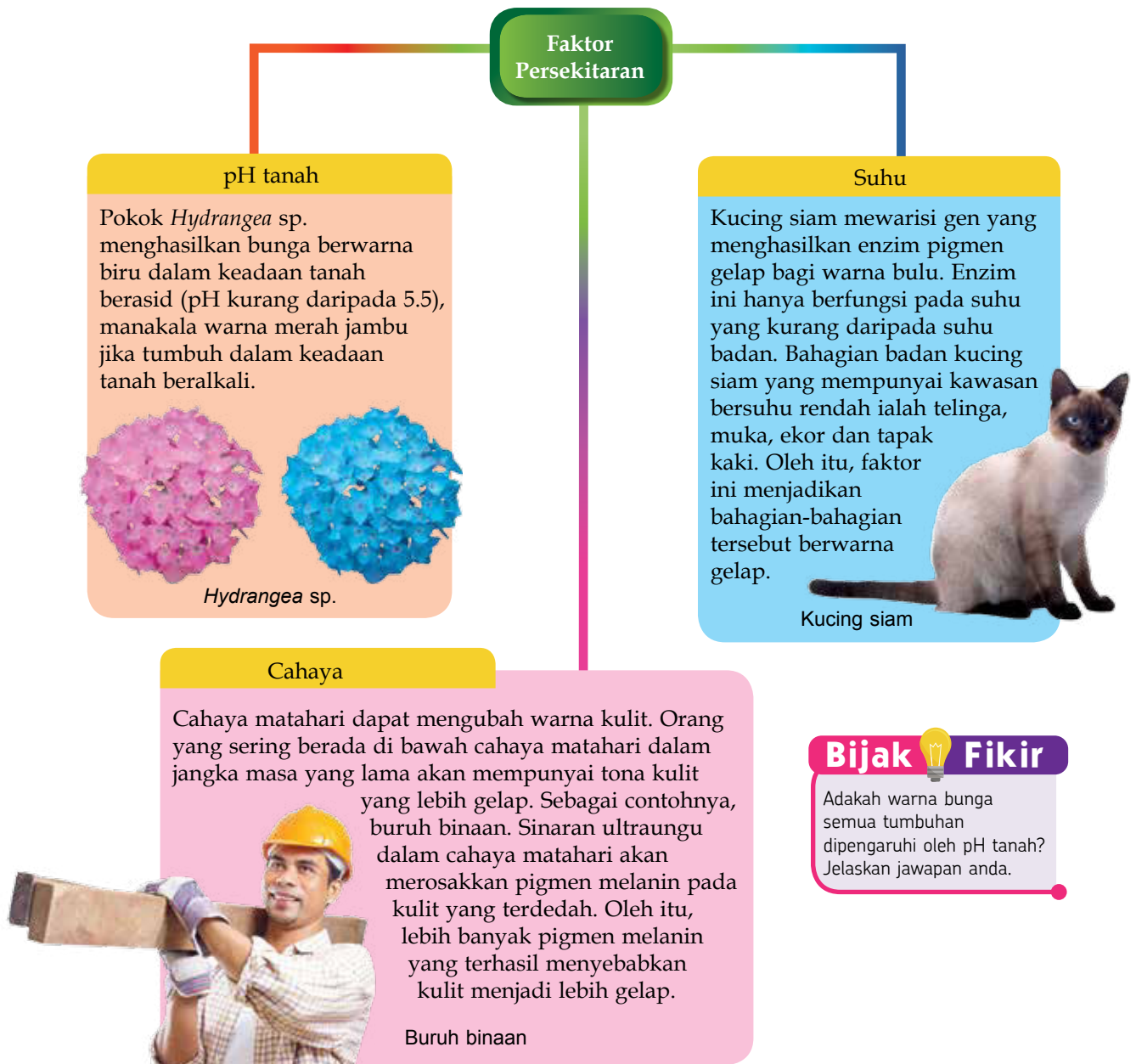
Faktor Persekitaran

Variasi yang disebabkan oleh faktor persekitaran dikenali sebagai **variasi persekitaran**. Faktor persekitaran yang menyebabkan variasi termasuk **faktor abiosis** seperti **suhu**, **cahaya** dan **pH**. Berbeza dengan variasi yang disebabkan oleh genetik, kesan persekitaran ke atas variasi adalah kecil kerana variasi ini hanya melibatkan perbezaan fenotip dan bukannya perbezaan genotip.

Persekitaran dapat mengubah kekerapan alel dan kekerapan genotip dalam suatu populasi tetapi tidak boleh mengubah genotip. Maka, variasi persekitaran tidak boleh diturunkan dari generasi ke generasi, iaitu tidak boleh diwarisi (Rajah 12.10).

Apakah faktor persekitaran yang menyebabkan pokok *Hydrangea* sp. menghasilkan warna bunga yang berbeza (Gambar foto 12.7)?

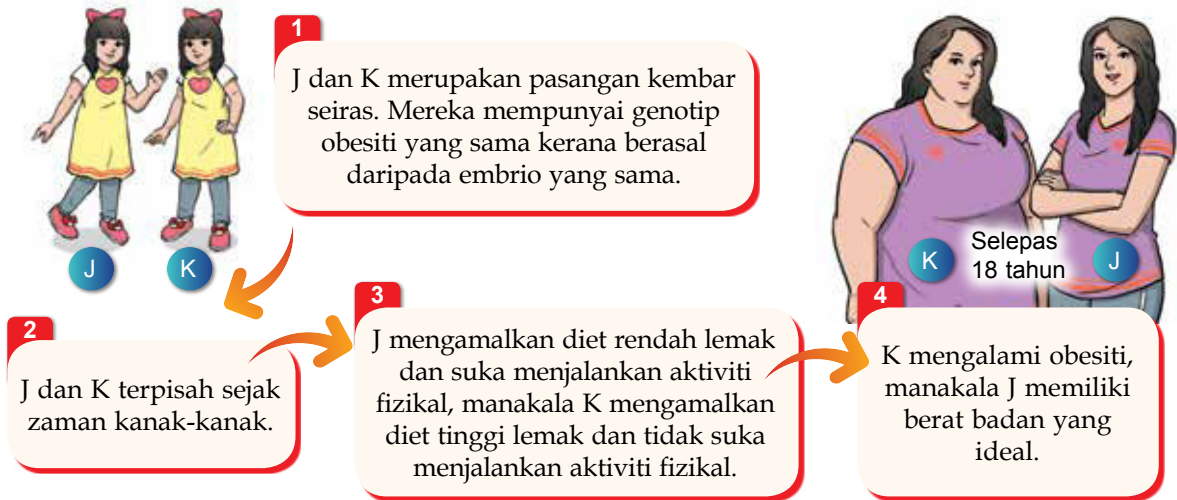
Gambar foto 12.7
Pokok *Hydrangea* sp.



Rajah 12.10 Pengaruh faktor persekitaran ke atas variasi

Interaksi antara Faktor Genetik dengan Faktor Persekitaran

Faktor persekitaran memainkan peranan dalam penentuan fenotip. Faktor persekitaran ini dapat berinteraksi dengan faktor genetik untuk menyebabkan variasi. Ciri-ciri yang diwarisi daripada induk seperti ketinggian, kepintaran dan warna kulit amat dipengaruhi oleh faktor persekitaran. Satu contoh yang menyokong interaksi faktor persekitaran ke atas faktor genetik ialah kes tentang anak kembar seiras (Rajah 12.11).



Kesimpulan: Tabiat pemakanan dan persekitaran yang berbeza sewaktu membesar menghasilkan fenotip yang berbeza.

Rajah 12.11 Interaksi variasi persekitaran dalam penentuan fenotip kembar seiras yang mempunyai komposisi genetik yang sama

Aktiviti 12.2



PEMBENTANGAN
HASIL SENDIRI

Tujuan

Mengumpul dan membentangkan maklumat tentang kesan faktor persekitaran dalam penentuan jantina reptilia dan ikan yang tertentu

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kaji pernyataan di bawah dengan lebih lanjut.

Jantina embrio kebanyakan haiwan reptilia dan ikan bergantung pada faktor persekitaran seperti suhu.

3. Bentang hasil kajian anda di dalam kelas dalam bentuk persembahan multimedia.

Praktis Formatif 12.1

1. Bagaimanakah variasi dapat meningkatkan kemandirian spesies?
2. Kenal pasti jenis variasi yang berikut:
 - (a) Kepintaran
 - (b) Kehadiran lesung pipit
 - (c) Jenis rambut
 - (d) Ketinggian

(e) Jenis cuping telinga

3. Nyatakan **dua** punca variasi.

4. Variasi berlaku kerana pembiakan seks.



Jelaskan pernyataan di atas.

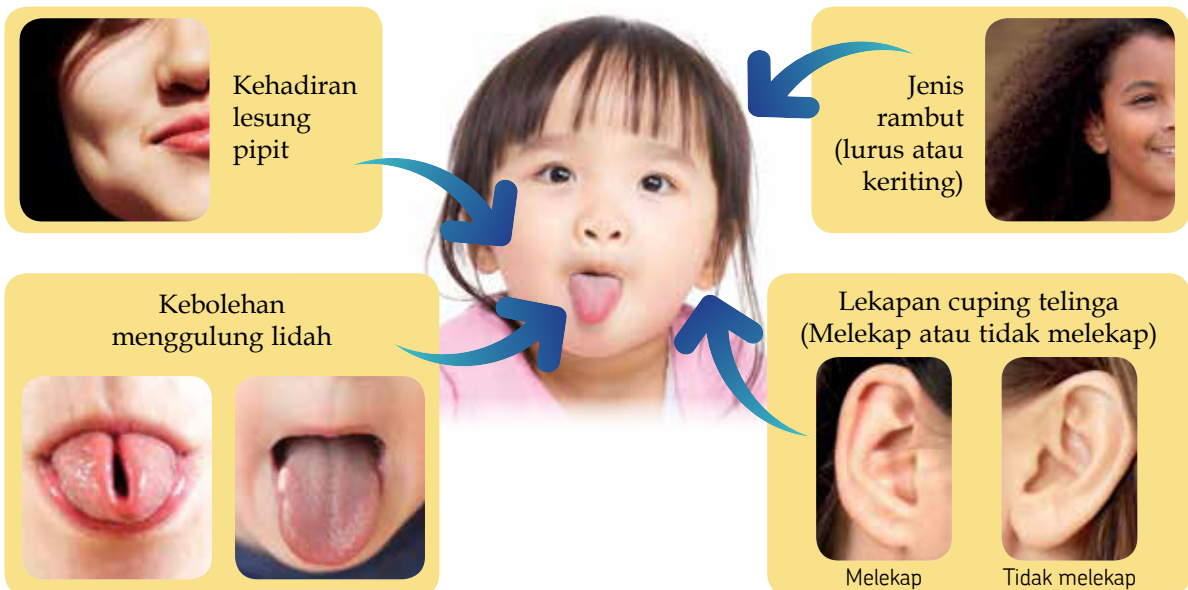
12.2 Variasi dalam Manusia

Hubung Kait Jenis Variasi dengan Pewarisan Manusia

Sebagaimana yang telah anda pelajari dalam Bab 11 tentang Pewarisan sebelum ini, trait dalam manusia dikawal oleh sepasang alel, sama ada alel dominan atau alel resesif. Trait dominan akan ditunjukkan apabila kedua-dua alel dominan berpasangan atau satu alel dominan berpasangan dengan satu alel resesif. Manakala trait resesif akan dipamerkan jika alel resesif berpasangan dengan alel resesif bagi satu trait yang tertentu. Hal ini menyebabkan variasi pada manusia. Jadual 12.1 dan Rajah 12.12 menunjukkan contoh ciri serta trait yang dominan dan resesif pada manusia.

Jadual 12.1 Contoh ciri dan trait dalam manusia

Ciri	Trait dalam manusia	
	Dominan	Resesif
Ketinggian	Tinggi	Rendah
Jenis rambut	Rambut keriting	Rambut lurus
Kecenderungan penggunaan tangan	Tidak kidal (menggunakan tangan kanan)	Kidal (menggunakan tangan kiri)
Kehadiran lesung pipit	Ada lesung pipit	Tiada lesung pipit
Kebolehan menggulung lidah	Boleh menggulung lidah	Tidak boleh menggulung lidah
Lekapan cuping telinga	Cuping telinga tidak melekap	Cuping telinga melekap



Rajah 12.12 Ciri yang berbeza pada manusia

12.1

Variasi Selanjat dan Variasi Tak Selanjat dalam Manusia

EKSPERIMEN

Pernyataan Masalah: Adakah ketinggian, berat badan dan cap jari setiap murid berbeza-beza?

Tujuan: Mengkaji variasi selanjat dan variasi tak selanjat dalam manusia

Hipotesis: Ketinggian, berat badan dan cap jari setiap murid adalah berbeza-beza

Bahan

Kertas graf, kertas putih

Radas

Alat mengukur ketinggian, penimbang, pad dakwat

Prosedur

A. Ketinggian

1. Ukur dan rekodkan ketinggian setiap murid di dalam kelas ke dalam jadual keputusan.
2. Plotkan graf bilangan murid melawan julat ketinggian.

B. Berat badan

1. Timbang dan rekodkan berat badan setiap murid di dalam kelas ke dalam jadual keputusan.
2. Plotkan graf bilangan murid melawan julat berat badan.

C. Cap Jari

1. Gunakan pola cap jari yang ditunjukkan di muka surat 259 untuk aktiviti ini.
2. Tekankan permukaan ibu jari setiap murid pada pad dakwat dan capkan ibu jari yang tersebut di atas sehelai kertas putih.
3. Rekodkan bilangan pola cap jari setiap murid ke dalam jadual keputusan.
4. Bina carta bar bagi keputusan yang diperoleh.

Keputusan

A. Ketinggian

Julat ketinggian (cm)	<135	135-139	140-144	145-149	150-154	155-159	160-164	165-169	>169
Bilangan murid									

B. Berat badan

Julat jisim (kg)	<35	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	>64
Bilangan murid								

C. Cap jari

Pola cap ibu jari	Pusar	Lengkung	Gelung
Bilangan murid			

Perbincangan

1. Apakah bentuk graf yang diplotkan bagi ciri ketinggian dan berat badan?
2. Berikan inferens tentang taburan ketinggian, berat badan dan pola cap jari murid bagi kelas anda.

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Aktiviti 12.3



Tujuan

Mengkaji tahap kepekaan lidah manusia terhadap larutan PTC (*phenylthiocarbamide*)

Hipotesis

Trait perasa PTC boleh dikelaskan dalam kumpulan yang khusus

Bahan

Air minuman, kertas PTC

Prosedur

1. Kumur dengan sedikit air sebelum menjalankan aktiviti ini.
2. Letak sehelai kertas PTC di atas lidah dan biarkan beberapa saat.
3. Rekodkan kepekaan deria rasa yang anda rasai terhadap kertas PTC tersebut di dalam jadual keputusan.
4. Keluarkan kertas PTC tersebut dari lidah anda.
5. Ulangi langkah 1 hingga 4 dengan murid lain.
6. Bina carta bar bagi keputusan yang diperoleh.

Keputusan

Rasa PTC	Pahit	Masin	Masam	Manis	Tiada rasa	Lain-lain
Murid 1						
Murid 2						
Murid 3						

Bio

dengan
KIMIA

Phenylthiocarbamide (PTC) ialah bahan kimia yang tidak berbahaya jika dirasai dalam jumlah yang sedikit.

Perbincangan

1. Apakah jenis variasi bagi perasa PTC berdasarkan bentuk graf yang diplotkan?
2. Adakah perasa PTC merupakan trait yang dominan atau resesif? Terangkan jawapan anda.

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Praktis Formatif 12.2

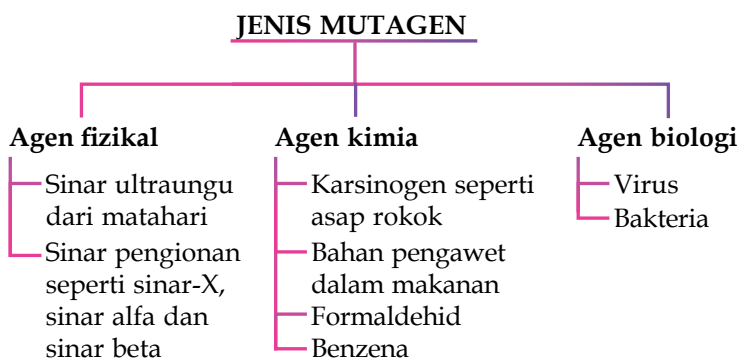
1. Nyatakan maksud:
 - (a) Pewarisan
 - (b) Ciri
2. Berikan **dua** contoh ciri yang diwariskan oleh manusia.
3. Berikan **dua** contoh trait bagi ciri warna mata.

12.3 Mutasi

Mutasi ialah perubahan secara spontan dan rawak pada kandungan genetik, iaitu DNA dalam sel organisma. Bahan yang dapat menyebabkan mutasi atau meningkatkan kadar mutasi pada aras yang berbahaya ialah **mutagen**. Proses mutasi berlaku secara spontan dalam keadaan semula jadi. Bahan genetik baharu yang dihasilkan oleh mutasi disebut **mutan**. Mutan boleh wujud sebagai **gen mutan**, **sel mutan**, **organel mutan** atau **individu mutan**.

Jenis Mutagen

Mutagen terbahagi kepada tiga agen, iaitu **agen fizikal**, **agen kimia** dan **agen biologi** (Rajah 12.13).



Eksplorasi Bio

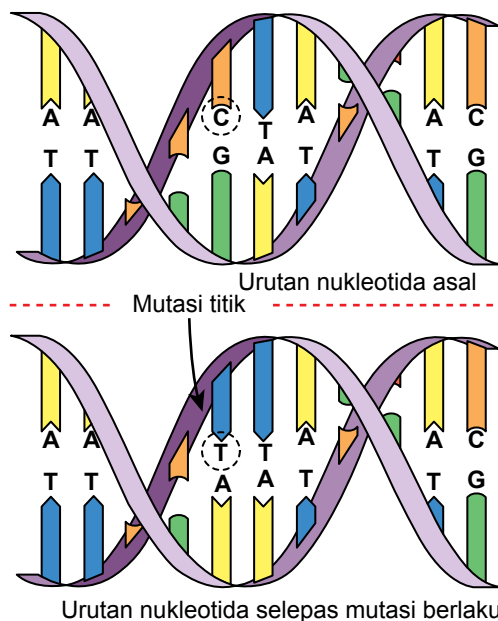
Mutasi yang berlaku dalam sel soma, sebagai contohnya, sel dalam sumsum tulang boleh menyebabkan kanser darah berlaku.

Rajah 12.13 Jenis mutagen

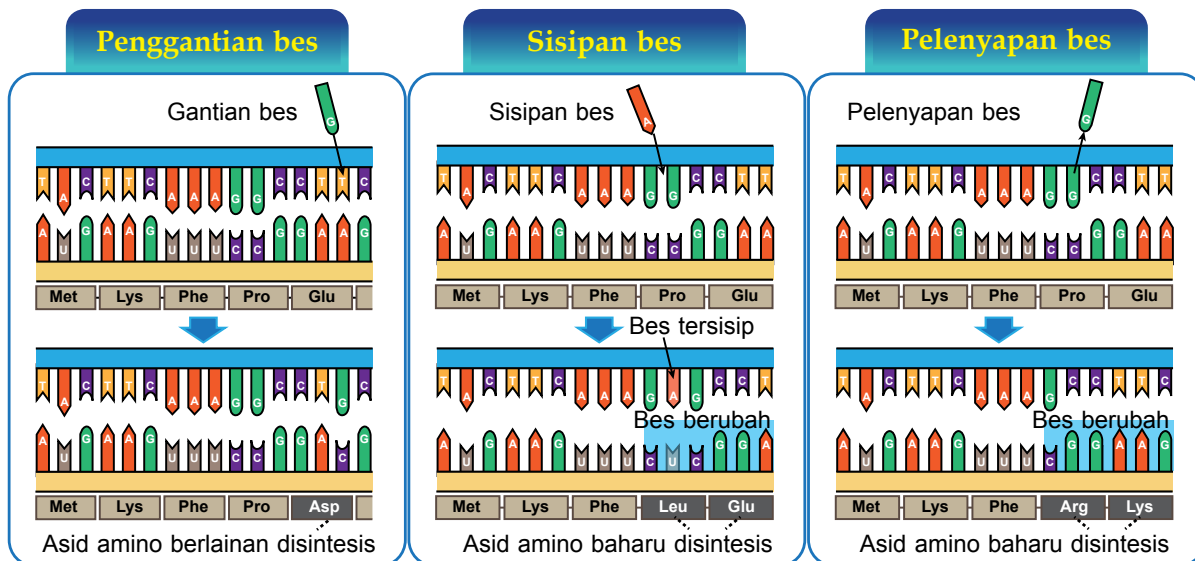
Jenis Mutasi

Mutasi Gen

Mutasi gen berlaku apabila terdapat perubahan dalam urutan bes nukleotida dalam sesuatu gen (Rajah 12.14). Mutasi gen juga dikenali sebagai **mutasi titik**. Perubahan ini mengubah kod genetik yang digunakan bagi sintesis asid amino. Akibatnya, struktur protein yang dihasilkan berubah dan protein baharu yang disintesis tidak dapat berfungsi. Mutasi gen berlaku melalui **penggantian bes**, **pelenyapan bes** dan **sisipan bes** (Rajah 12.15).



Rajah 12.14 Perubahan nukleotida dalam gen



Rajah 12.15 Mutasi gen

Mutasi gen menyebabkan penyakit genetik seperti **talasemia**, **sistik fibrosis**, **anemia sel sabit**, **albinisme** dan **hemofilia** (Jadual 12.2).

Jadual 12.2 Contoh-contoh penyakit genetik

Jenis mutasi gen	Contoh penyakit
Penggantian bes	Anemia sel sabit
Sisipan bes	Sistik fibrosis (<i>cystic fibrosis</i>)
Pelenyapan bes	Talasemia

Anemia Sel Sabit

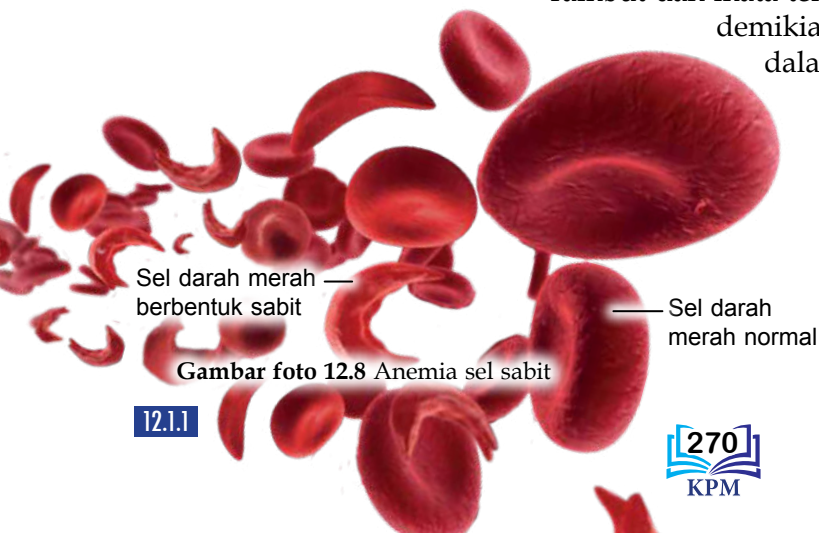
Penyakit anemia sel sabit disebabkan oleh mutasi pada gen yang bertanggungjawab ke atas sintesis **hemoglobin**. Hemoglobin yang terdapat di dalam sel darah merah pesakit ini mempunyai bentuk sabit. Hal ini disebabkan oleh pembentukan sel darah merah yang tidak sempurna. Sebahagian daripada sel darah merah pesakit ini adalah normal, manakala sebahagian lagi berbentuk **sabit** (Gambar foto 12.8).

ZON AKTIVITI

Kumpulkan maklumat tentang pewarisan hemofilia dalam kalangan masyarakat. Bentangkan maklumat yang diperoleh di dalam kelas.

Albinisme

Individu yang mengalami albinisme dikenali sebagai **albino**. Albinisme berlaku akibat gen yang bertanggungjawab untuk menghasilkan pigmen kulit, rambut dan mata telah mengalami mutasi. Oleh yang demikian, pigmen ini tidak dihasilkan dalam albino (Gambar foto 12.9).



Gambar foto 12.8 Anemia sel sabit



Gambar foto 12.9 Budak lelaki albino

Mutasi Kromosom

Mutasi kromosom melibatkan perubahan dalam **struktur kromosom** atau perubahan dalam **bilangan kromosom**. Mutasi kromosom dapat menyebabkan perubahan ciri-ciri pada organisma.

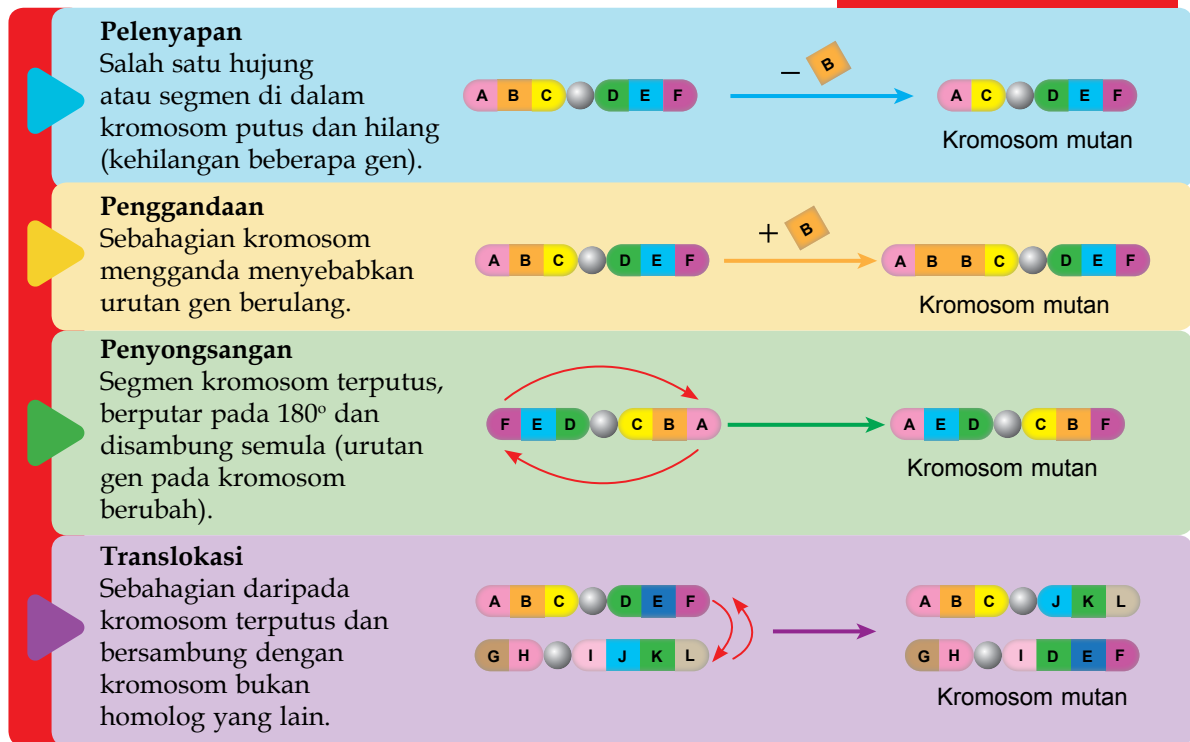
Perubahan dalam struktur kromosom melibatkan perubahan dalam susunan gen pada suatu kromosom. Perubahan struktur kromosom menyebabkan keabnormalan pada kromosom berkenaan. Keadaan keabnormalan ini disebut **aberasi kromosom**. Jenis-jenis perubahan struktur kromosom adalah seperti **pelenyapan**, **penggandaan**, **penyongsangan** dan **translokasi** (Rajah 12.16).

Eksplorasi Bio

Risiko bayi dalam kandungan mengalami mutasi kromosom meningkat apabila umur ibu meningkat.

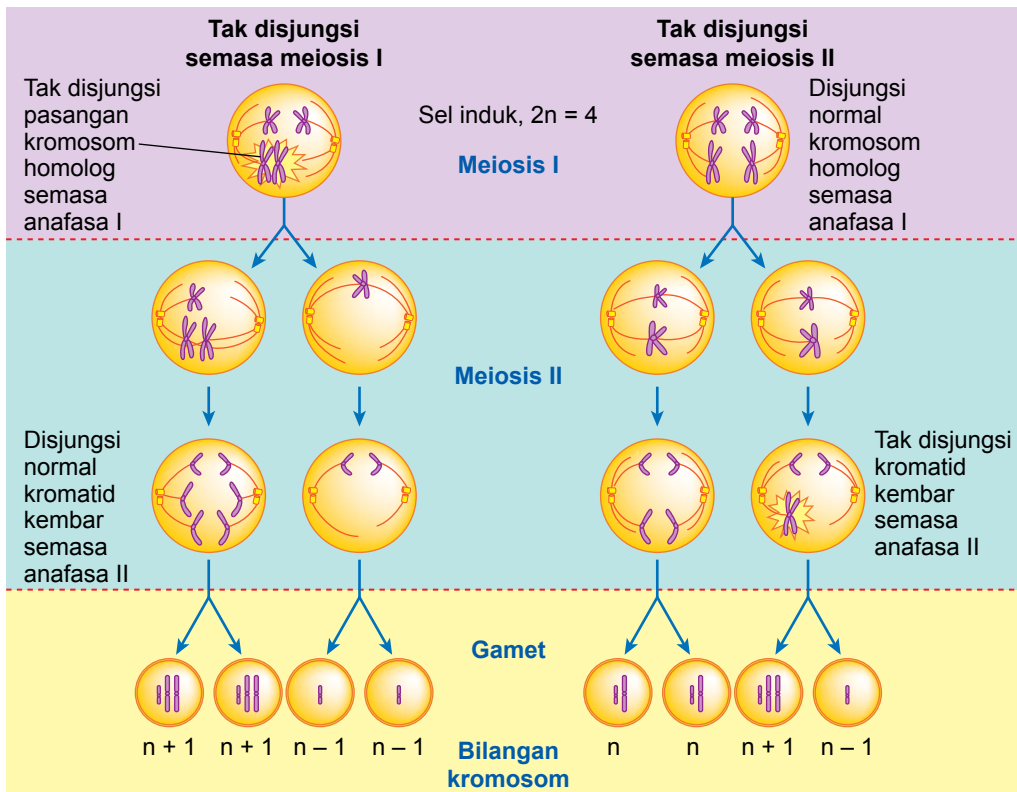
Petunjuk:

A → L
Segmen di dalam kromosom



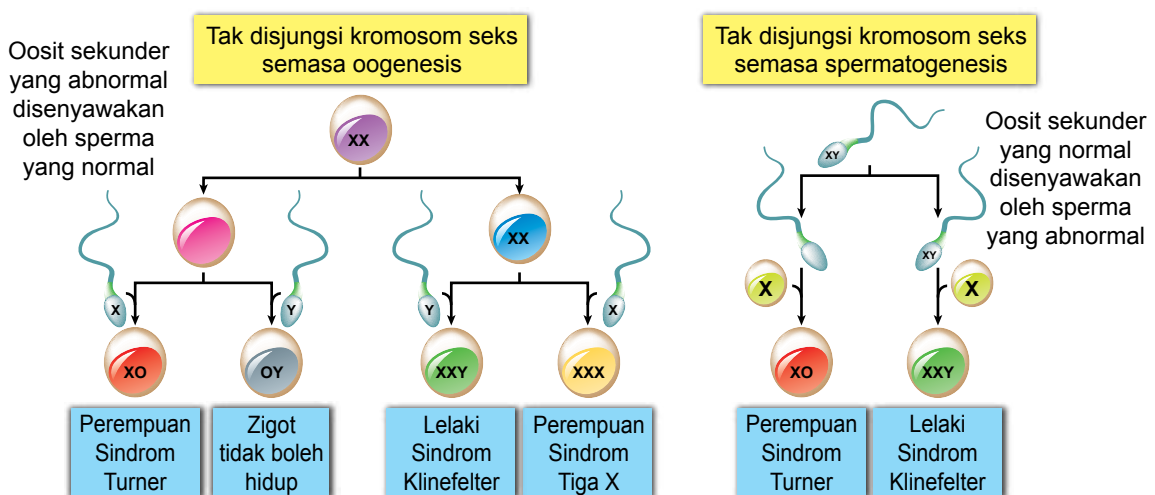
Rajah 12.16 Mutasi kromosom

Dalam perubahan bilangan kromosom, organisma diploid kehilangan satu atau lebih kromosom, atau memperoleh satu atau lebih kromosom tambahan. Keadaan ini berlaku apabila kromosom homolog gagal terpisah semasa **anafasa I meiosis** atau kromatid kembar gagal terpisah semasa **anafasa II meiosis**. Hal ini mungkin disebabkan **gentian gelendong** yang normal gagal terbentuk semasa meiosis. Fenomena ini dikenali sebagai **tak disjungsi** dan ini mengakibatkan bilangan kromosom yang tidak normal. Gamet mungkin kehilangan satu atau lebih kromosom atau memperoleh satu atau lebih kromosom (Rajah 12.17).



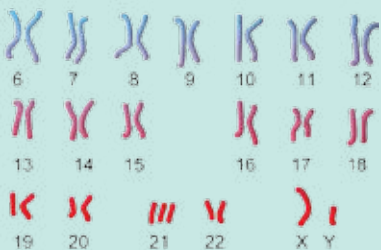
Rajah 12.17 Tak disjungsi pada kromosom semasa meiosis

Keabnormalan dalam bilangan kromosom seks boleh terjadi akibat tak disjungsi semasa **spermatogenesis** atau semasa **oogenesis**. Persenyawaan yang melibatkan gamet yang tidak normal akan menghasilkan zigot yang berkembang menjadi individu yang mempunyai ciri-ciri tidak normal. Individu ini mengalami perubahan fenotip (Rajah 12.18).



Rajah 12.18 Penyakit yang dialami akibat mutasi bilangan kromosom

Jadual 12.3 Ciri-ciri penyakit akibat mutasi kromosom

Penyakit	Bilangan kromosom	Ciri-ciri penyakit
Keabnormalan dalam autosom		
Sindrom Down	$(2n + 1) = 47$ Mempunyai tiga kromosom nombor 21  Rajah 12.19 Kariotip	Individu (lelaki atau perempuan) mempunyai mata sepet, hidung penyek, lidah terjelir, dahi yang lebar dan kebiasaannya terencat akal (Gambar foto 12.10).  Gambar foto 12.10 Individu Sindrom Down
Sindrom Cri du chat	Berlakunya perubahan dalam struktur kromosom disebabkan pelenyapan hampir keseluruhan kromosom nombor 5 pada lengan pendek kromosom berkenaan.	Pesakit menangis seperti kucing mengiau semasa bayi. Pesakit menunjukkan pertumbuhan yang lambat serta mengalami kecacatan mental dan fizikal. Kebanyakan pesakit mati semasa kanak-kanak.
Keabnormalan dalam kromosom seks		
Sindrom Klinefelter	$(2n + 1) = 47$ $44 + XXY$  Gambar foto 12.11 Individu Sindrom Klinefelter	Lelaki yang mandul dengan testis kecil yang gagal menghasilkan sperma. Mempunyai suara dan buah dada seperti wanita. Mempunyai kaki dan tangan yang panjang.
Sindrom Jacob	$(2n + 1) = 47$ $44 + XYY$  Gambar foto 12.12 Individu Sindrom Jacob	Lelaki yang mempunyai ketinggian lebih daripada lelaki normal. Mempunyai masalah jerawat teruk di muka. Lambat bertutur dan mempunyai masalah pembelajaran. Mempunyai masalah otot yang lemah (<i>hypotonia</i>).
Sindrom Turner	$(2n - 1) = 45$ $44 + XO$  Gambar foto 12.13 Individu Sindrom Turner	Perempuan yang mandul dan kekurangan ciri-ciri seks sekunder perempuan. Buah dada dan ovarinya tidak berkembang. Individu ini mempunyai kulit berlipat pada kawasan leher, lehernya bertaut atau mempunyai IQ yang rendah.

Mutasi Sel Soma dan Sel Gamet

Mutasi dapat berlaku kepada sel soma atau sel gamet dan akan menghasilkan variasi dalam populasi. Apakah perbezaan antara mutasi sel soma dengan sel gamet (Jadual 12.4)?

Jadual 12.4 Perbezaan antara mutasi sel soma dengan sel gamet

Mutasi sel soma	Mutasi sel gamet
Melibatkan sel-sel badan seperti sel kulit dan sel mata	Melibatkan sel germa yang menghasilkan sel gamet (oosit sekunder atau sperma)
Tidak boleh diwariskan kepada keturunannya	Boleh diwariskan daripada induk kepada anak
Penyakit hanya akan dialami oleh individu yang mengalami mutasi	Penyakit akan dialami oleh individu yang mengalami mutasi dan akan diwarisi oleh keturunan
Sebagai contoh: Penyakit yang berkaitan dengan sistem saraf	Sebagai contoh: Semua penyakit yang boleh diwarisi seperti talasemia

Aktiviti 12.4



**PEMBENTANGAN
HASIL SENDIRI**

Tujuan

Membuat kajian dan membentangkan impak peristiwa kemalangan nuklear dan Perang Vietnam terhadap tumbuhan, haiwan dan manusia

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Imbas kod QR di bawah dan cari maklumat tentang:
 - (a) Penggunaan agen oren semasa Perang Vietnam
 - (b) Kemalangan nuklear di Fukushima dan Chernobyl



Perang Vietnam
bukutekskssm.
my/Biologi/T5/
Ms274a



**Kemalangan
nuklear Fukushima**
bukutekskssm.my/
Biologi/T5/Ms274b



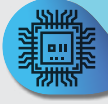
**Kemalangan
nuklear Chernobyl**
bukutekskssm.my/
Biologi/T5/Ms274c

3. Bincangkan tentang impak peristiwa-peristiwa tersebut terhadap tumbuhan, haiwan dan manusia.
4. Kumpulkan maklumat yang diperoleh dan bentang hasil kajian anda di dalam kelas.

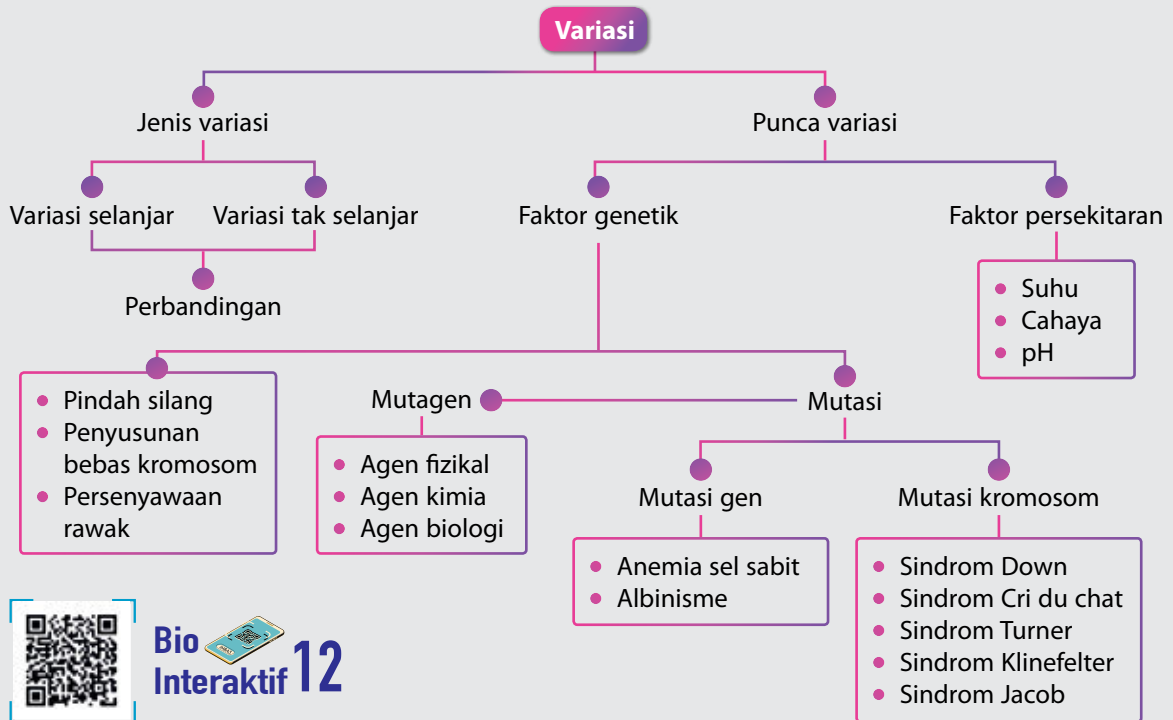
Praktis Formatif 12.3

1. Nyatakan perbezaan antara mutasi gen dengan mutasi kromosom.
2. Terangkan secara ringkas pernyataan berikut dengan memberikan contoh yang sesuai:

Makanan boleh menjadi punca mutasi



Imbas Memori



Bio Interaktif 12

REFLEKSI KENDIRI



Lengkapkan refleksi sendiri ini untuk menyemak konsep-konsep penting yang telah anda pelajari.



Konsep penting	Sangat baik	Berusaha lagi
Maksud variasi		
Keperluan variasi untuk kemandirian spesies		
Jenis variasi, iaitu variasi selangar dengan variasi tak selangar		
Perbandingan antara variasi selangar dengan variasi tak selangar		
Punca variasi		
Hubung kait jenis variasi dengan pewarisan manusia		
Maksud mutagen, mutasi dan mutan		
Jenis mutagen dan jenis mutasi		
Hubung kait mutasi sel soma dan sel gamet dengan variasi		

Praktis Sumatif 12

1. Jadual 1.1 dan Jadual 1.2 menunjukkan data yang dikumpulkan bagi dua ciri yang berbeza daripada 35 orang murid kelas Tingkatan 5 Bunga Raya.

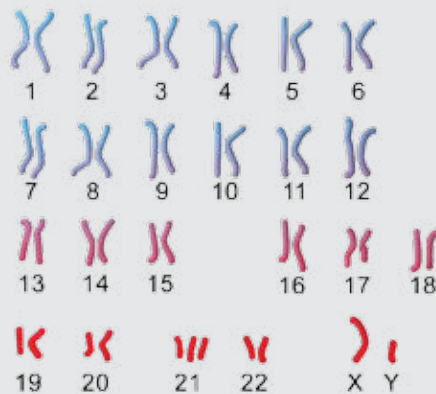
Jadual 1.1 Jisim badan murid-murid kelas Tingkatan 5 Bunga Raya

Jisim badan (kg)	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64
Bilangan murid	5	7	9	8	6

Jadual 1.2 Lekapan cuping telinga murid-murid kelas Tingkatan 5 Bunga Raya

Lekapan cuping telinga	Melekap	Tidak melekap
Bilangan murid	6	29

- (a) (i) Nyatakan jenis variasi bagi ciri jisim badan dan lekapan cuping telinga.
 (ii) Nyatakan **dua** perbezaan antara variasi yang ditunjukkan oleh jisim badan dan lekapan cuping telinga.
- (b) Rajah 1.1 menunjukkan kariotip individu yang mempunyai penyakit genetik yang disebabkan oleh mutasi.



Rajah 1.1

- (i) Nyatakan penyakit yang ditunjukkan dalam Rajah 1.1.
 (ii) Apakah jenis mutasi yang menyebabkan penyakit yang dinyatakan pada soalan 1(b)(i)?
 (iii) Bagaimanakah jenis mutasi yang dinamakan pada soalan 1(b)(ii) menyebabkan penyakit tersebut? Terangkan.
- (c) Pernyataan di bawah menerangkan pokok-pokok daripada spesies yang sama ditanam di dalam dua plot yang berbeza, X dan Y di sebuah ladang.

Plot X: Pokok-pokok ditanam dengan menggunakan kultur tisu dari kumpulan kultur yang sama

Plot Y: Pokok-pokok ditanam daripada biji benih

Ladang itu telah dijangkiti suatu penyakit yang mengakibatkan semua pokok dalam plot X mati, manakala hanya sebahagian pokok di dalam plot Y yang mati akibat jangkitan itu. Terangkan sebab semua pokok di dalam plot X mati.

2. (a) Rajah 2.1 menunjukkan beberapa pola cap ibu jari.

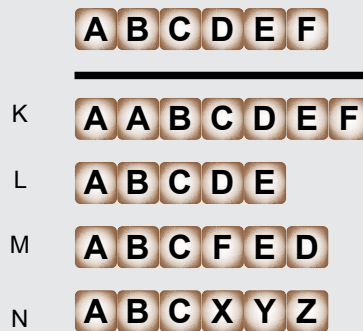


Rajah 2.1

Kenal pasti jenis variasi bagi pola cap ibu jari dan bincangkan faktor-faktor yang menyebabkan variasi ini.

- (b) (i) Nyatakan perbezaan antara mutasi gen dan mutasi kromosom.
(ii) Rajah 2.2 menunjukkan jenis-jenis mutasi kromosom K, L, M dan N. Berdasarkan Rajah 2.2, terangkan jenis-jenis mutasi kromosom K, L, M dan N.

Kromosom yang normal



Rajah 2.2

Petunjuk:
A hingga F dan X hingga Z ialah segmen gen pada kromosom

Minda Abad ke-21

3. Anemia sel sabit merupakan penyakit yang boleh diwarisi. Penyakit ini disebabkan oleh mutasi gen yang melibatkan penggantian bes DNA yang menyebabkan satu asid glutamik (sejenis asid amino) digantikan oleh satu valina. Pesakit mempunyai hemoglobin S, HbS yang menyebabkan sel berbentuk sabit dan bukan lagi berbentuk dwicekung. Sel sabit menyebabkan seseorang individu itu mengalami anemia yang kronik. Afrika merupakan satu benua endemik malaria yang mempunyai saiz populasi individu dengan trait sel sabit yang agak besar. Sebagai seorang saintis, bincangkan kaitan antara pewarisan sel sabit dengan malaria di Afrika.

Bab

13

Teknologi Genetik

Eksplorasi

Bab

- Kejuruteraan Genetik
- Bioteknologi



Standard Pembelajaran



Tahukah

Anda?

- Apakah yang dimaksudkan dengan kejuruteraan genetik?
- Apakah aplikasi yang digunakan dalam bioteknologi bagi membantu menyelesaikan masalah yang dihadapi oleh manusia?

Kejuruteraan Genetik

Pengetahuan genetik yang diperoleh daripada eksperimen Mendel tentang pewarisan dan struktur molekul DNA membolehkan saintis di seluruh dunia menjalankan penyelidikan dengan giat dalam bidang genetik untuk meningkatkan taraf hidup manusia.

Gen yang berguna boleh dipindahkan daripada haiwan atau tumbuhan dan disisipkan ke dalam genom mikroorganisma seperti bakteria untuk menghasilkan bahan yang berguna kepada manusia. Melalui proses manipulasi gen, genotip yang baharu dapat dihasilkan dan akhirnya fenotip yang baharu dapat diterbitkan.

Kejuruteraan genetik bukan sahaja dapat menyumbangkan banyak faedah kepada manusia, tetapi juga menimbulkan banyak persoalan etika dan moral yang sukar bagi manusia untuk mendapatkan jawapannya. Jawatankuasa yang terlibat dalam makanan terubah suai genetik (GMF) perlu memantau penyalahgunaan atau penyelewengan dalam kejuruteraan genetik ini, dan setiap keputusan perlu berpandu kepada kod etika yang disediakan.



Kata Kunci



- Kejuruteraan genetik
- Organisma terubah suai genetik (GMO)
- Makanan terubah suai genetik (GMF)
- Bioteknologi
- Terapi gen
- Pemprofilan DNA
- Plasmid
- Vektor pengklonan

13.1 Kejuruteraan Genetik

Kejuruteraan Genetik dan Organisma Terubah Suai Genetik (GMO)

Pernahkah anda mendengar tentang teknik kejuruteraan genetik? Apakah tujuan teknik ini dijalankan pada sesuatu organisma?



Eksplorasi Bio

Definisi genom

- Satu set DNA lengkap bagi sesuatu organisma yang merangkumi kesemua gen organisma tersebut.
- Genom mengandungi semua maklumat yang diperlukan untuk membina dan menjalankan proses kehidupan organisma tersebut.

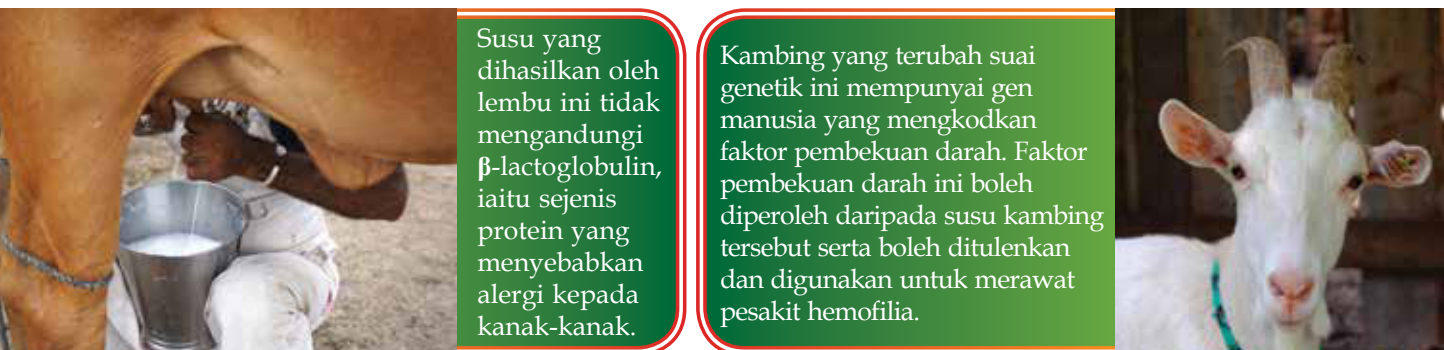
Kejuruteraan genetik merupakan satu teknik manipulasi gen untuk mengubah suai genetik sesuatu organisma bagi membentuk kombinasi gen yang baharu.

Organisma sama ada haiwan, tumbuhan atau mikroorganisma yang dihasilkan melalui teknologi DNA rekombinan dikenali sebagai **organisma terubah suai genetik** atau *genetically modified organism (GMO)*.

Kejuruteraan genetik melibatkan pemindahan segmen DNA daripada satu organisma ke dalam organisma yang lain melalui **teknologi DNA rekombinan**. Dengan menggunakan teknik dan prosedur dalam teknologi DNA rekombinan, ahli biologi dapat membina semula DNA atau **genom** (satu set DNA lengkap) bagi sesuatu organisma.

Organisma Terubah Suai Genetik (GMO)

Organisma terubah suai genetik (GMO) ialah organisma yang mengandungi DNA rekombinan. Melalui teknologi DNA rekombinan, kombinasi gen yang baharu dihasilkan dalam sesuatu organisma. Organisma yang mengandungi DNA rekombinan dikenali sebagai **organisma transgenik** (Gambar foto 13.1).



Gambar foto 13.1 Contoh organisma terubah suai genetik (GMO)

Makanan Terubah Suai Genetik (GMF)

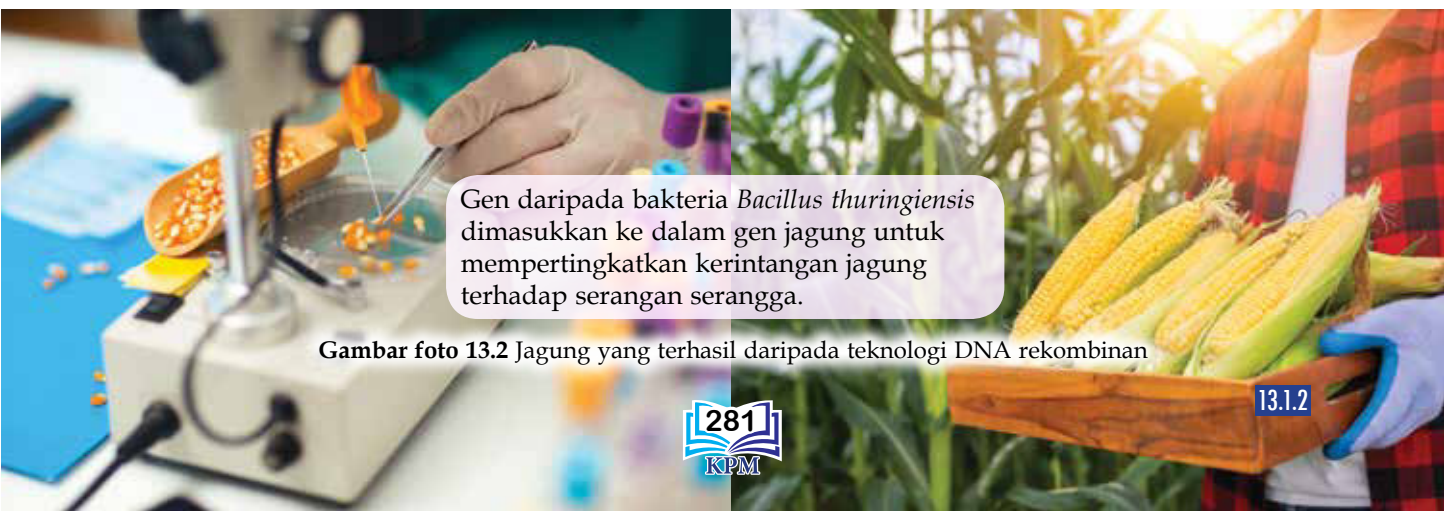
Teknologi DNA rekombinan telah berjaya menghasilkan banyak tanaman (padi, kelapa sawit, nenas, jagung dan kacang soya) serta ternakan (ikan salmon, lembu dan kambing) yang mempunyai ciri-ciri yang diinginkan (Rajah 13.1). **Makanan yang terubah suai genetik (GMF)** mempunyai DNA daripada spesies tumbuhan atau haiwan yang lain. Pengambilan GMF oleh manusia berkemungkinan dapat membawa pelbagai implikasi yang masih belum diketahui terhadap kesihatan.



Rajah 13.1 Ciri-ciri makanan terubah suai genetik (GMF)

Jadual 13.1 Kebaikan dan keburukan (GMF)

Kebaikan GMF	Keburukan GMF
- Mengatasi masalah bekalan makanan dunia melalui penghasilan tanaman dan ternakan transgenik yang berkualiti tinggi - Kos penghasilan makanan menjadi lebih rendah - Meningkatkan kandungan nutrisi tanaman - Mengurangkan masalah serangga dalam penanaman tumbuhan - Mengurangkan penggunaan pestisid - Hasil yang banyak menyebabkan harga makanan lebih murah dan mudah didapati.	- Spesies semula jadi akan terancam - Terdapat kemungkinan kecil untuk gen yang dimasukkan ke dalam GMF dipindahkan kepada manusia contohnya gen rintang antibiotik - Kesihatan manusia mungkin terjejas dan kandungan genetik manusia mungkin terjejas.



Gambar foto 13.2 Jagung yang terhasil daripada teknologi DNA rekombinan

'Super salmon' yang terubah suai genetik pada usia 8 bulan



Ikan salmon biasa pada usia 8 bulan

Gambar foto 13.3 Ikan salmon biasa dan 'super salmon'

'Super salmon' merupakan ikan yang terubah suai genetik yang telah diluluskan oleh *Food and Drug Administration* (FDA) sebagai selamat untuk dimakan di Amerika Syarikat dan Kanada. Gen hormon pertumbuhan daripada ikan salmon Chinook dimasukkan ke dalam genom ikan salmon Atlantik. Dengan ini, ikan salmon Atlantik membesar dengan lebih cepat, iaitu 'super salmon' dapat dihasilkan sepanjang tahun.

Ubi kentang merupakan tanaman yang sangat penting terutamanya bagi penduduk di kawasan beriklim sejuk. Namun begitu, ubi kentang sangat sensitif terhadap suhu yang rendah dan kejadian fros. Gen yang menyebabkan toleransi terhadap keadaan beku daripada tumbuhan *Arabidopsis* sp. telah dimasukkan ke dalam genom ubi kentang. Hal ini membolehkan ubi kentang tumbuh dengan baik di kawasan beriklim sejuk.



Gambar foto 13.4 Kesan-kesan fros ke atas ubi kentang

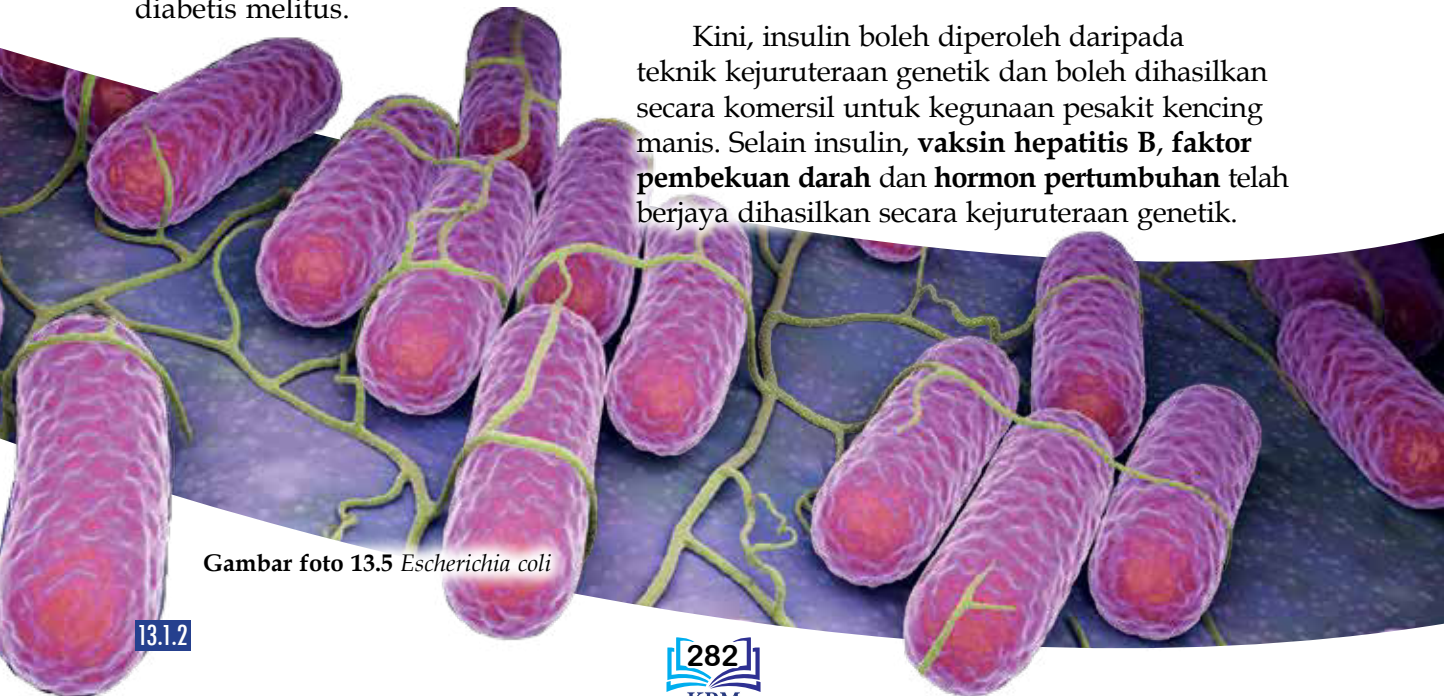
Insulin

Anda telah mempelajari konsep homeostasis dalam pengawalan aras gula di dalam darah. **Hormon insulin** memainkan peranan penting dalam mengawal aras gula di dalam darah. Pada masa dahulu, insulin diekstrak daripada pankreas lembu atau babi untuk merawat pesakit diabetes melitus.

Eksplorasi Bio

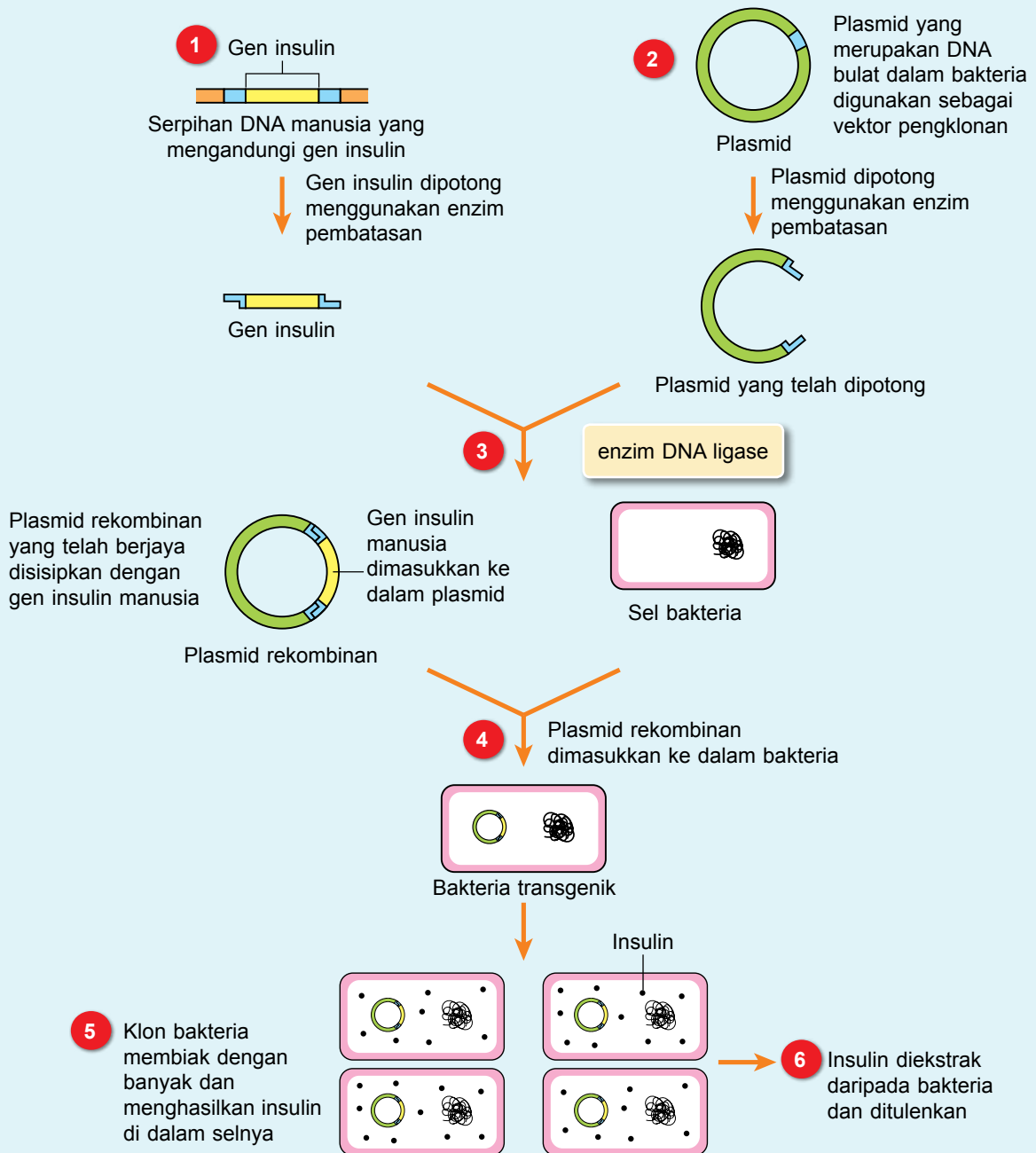
Escherichia coli boleh digunakan untuk mensintesis insulin (Gambar foto 13.5).

Kini, insulin boleh diperolehi daripada teknik kejuruteraan genetik dan boleh dihasilkan secara komersial untuk kegunaan pesakit kencing manis. Selain insulin, **vaksin hepatitis B**, **faktor pembekuan darah** dan **hormon pertumbuhan** telah berjaya dihasilkan secara kejuruteraan genetik.



Gambar foto 13.5 *Escherichia coli*

Rajah 13.2 menunjukkan cara gen insulin manusia dipindahkan ke bakteria dengan menggunakan teknik kejuruteraan genetik untuk menghasilkan insulin.



Rajah 13.2 Teknik kejuruteraan genetik dalam penghasilan insulin

Terdapat banyak lagi contoh organisma terubah suai genetik (GMO) dan makanan terubah suai genetik (GMF) yang telah dihasilkan daripada teknik kejuruteraan genetik ini. Bolehkah anda menyenaraikan GMO dan GMF yang lain? Apakah kebaikan dan keburukan penghasilan GMO dan GMF ini kepada manusia dan alam sekitar? Jalankan Aktiviti 13.1 untuk mendapatkan maklumat lanjut.

Aktiviti 13.1



PERBAHASAN

Tujuan

Membahaskan kebaikan dan keburukan penghasilan GMO dan GMF

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini dalam dua kumpulan.
2. Kumpulkan maklumat tentang GMO dan GMF yang telah dihasilkan sehingga kini.
3. Lantik seorang wakil daripada setiap kumpulan. Wakil daripada setiap kumpulan akan memainkan peranan sebagai ketua pihak pencadang atau ketua pihak pembangkang.
 - (a) **Pihak pencadang:** GMO dan GMF membawa kebaikan
 - (b) **Pihak pembangkang:** GMO dan GMF membawa keburukan
4. Sediakan hujah anda selengkapnya tentang perbahasan yang bertajuk "Kebaikan dan Keburukan Penghasilan GMO serta GMF".
5. Bahaskan tajuk di atas.

Praktis Formatif 13.1

1. Apakah yang dimaksudkan dengan kejuruteraan genetik?
2. Apakah maksud organisma transgenik?
3. Nyatakan **satu** isu yang sering dibahaskan tentang makanan terubah suai genetik (GMF).

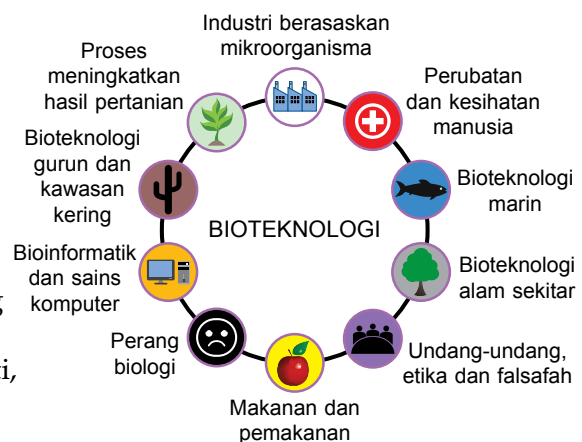


13.2 Bioteknologi

Definisi Bioteknologi

Bioteknologi merupakan suatu bidang yang menggunakan teknologi atau kaedah untuk memanipulasikan organisma bagi tujuan menghasilkan atau mengubah suai hasil sesuatu produk biologi.

Bioteknologi bertujuan untuk meningkatkan mutu hasil keluaran ternakan atau tanaman serta membangunkan penggunaan mikroorganisma bagi suatu tujuan yang khusus. Oleh sebab bioteknologi melibatkan pelbagai disiplin sains, maka setiap aktiviti yang melibatkan penggunaan organisma untuk sesuatu kepentingan telah dibezakan mengikut warna-warna tertentu seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 13.3. Terdapat sepuluh jenis aktiviti yang telah dikenal pasti, namun bioteknologi hijau, putih, kuning dan biru merupakan aktiviti utama dalam bioteknologi. Tahukah anda apakah yang dimaksudkan oleh setiap warna?



Rajah 13.3 Jenis-jenis aktiviti bioteknologi berdasarkan warna

Aktiviti 13.2



JELAJAH PEMBELAJARAN

Tujuan

Mencari maklumat dan membuat pembentangan tentang pengelasan bidang bioteknologi

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat tentang pengelasan bidang bioteknologi.
3. Persembahkan maklumat anda dalam bentuk poster.
4. Jalankan aktiviti Jelajah Pembelajaran untuk melihat persembahan kumpulan yang lain.

Aktiviti 13.3



Tujuan

Lawatan ke organisasi seperti FRIM, MPOC, MARDI, MRB dan pusat pengajian tinggi untuk mengumpul maklumat berkaitan bioteknologi kuning

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Guru mengadakan lawatan bersama-sama murid ke salah sebuah organisasi yang berikut:
 - (a) FRIM
 - (b) MPOC
 - (c) MARDI
 - (d) MRB
3. Secara berkumpulan, kumpulkan maklumat berkaitan bioteknologi kuning melalui temu ramah atau daripada risalah-risalah.
4. Tuliskan laporan mengenai hasil lawatan tersebut.

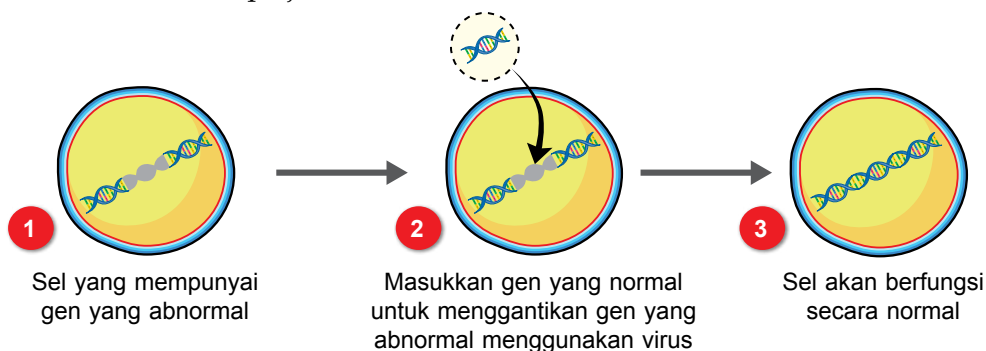
Aplikasi Bioteknologi dalam Kehidupan

Terapi Gen

Terapi gen digunakan untuk merawat atau mencegah suatu penyakit genetik. Dalam terapi gen, gen yang normal disisipkan ke dalam gen pesakit untuk menggantikan gen yang abnormal (Rajah 13.4). Antara penyakit yang dapat dirawat menggunakan kaedah terapi gen ialah **sistik fibrosis**, **distrofi otot** dan beberapa jenis **kanser**.

Lintasan Sejarah

Rawatan menggunakan terapi gen yang pertama berjaya dilakukan pada tahun 1990. Ashanti DeSilva merupakan pesakit pertama yang menerima rawatan terapi gen bagi mengubati penyakit ADA-SCID, sejenis penyakit yang mengganggu sistem imunisasi badan.



Rajah 13.4 Langkah-langkah asas dalam terapi gen

**Tujuan**

Membincangkan terapi gen teknologi *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* (CRISPR)

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Baca petikan di bawah.

Penyelidikan sedang dijalankan mengenai teknologi *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* (CRISPR) yang digunakan untuk menyunting genom semasa terapi gen.

3. Kumpulkan maklumat tentang teknologi CRISPR.
4. Bentang hasil kajian anda di dalam kelas dalam bentuk persembahan multimedia.

Pemprofilan DNA

Pemprofilan DNA ialah teknik forensik yang digunakan untuk mengenal pasti individu berdasarkan DNA mereka. Hal ini dikatakan demikian kerana, DNA adalah unik bagi setiap orang, kecuali kembar seiras. Set DNA manusia juga adalah berbeza daripada DNA haiwan. Dengan menggunakan sampel DNA yang diekstrak daripada darah, air mani atau kulit, seseorang individu itu dapat dikenal pasti. Rajah 13.5 menunjukkan beberapa kegunaan dalam pemprofilan DNA. Rajah 13.6 menunjukkan langkah-langkah yang digunakan dalam pemprofilan DNA.

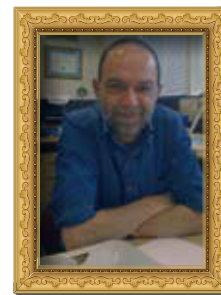
▶ Mengenal pasti penjenayah

▶ Menyelesaikan pertikaian identiti ibu bapa sebenar

▶ Mengesan penyakit genetik

▶ Menguji keserasian penderma organ dengan penerima

Rajah 13.5 Kegunaan pemprofilan DNA



Gambar foto 13.6 Sir Alec Jeffreys

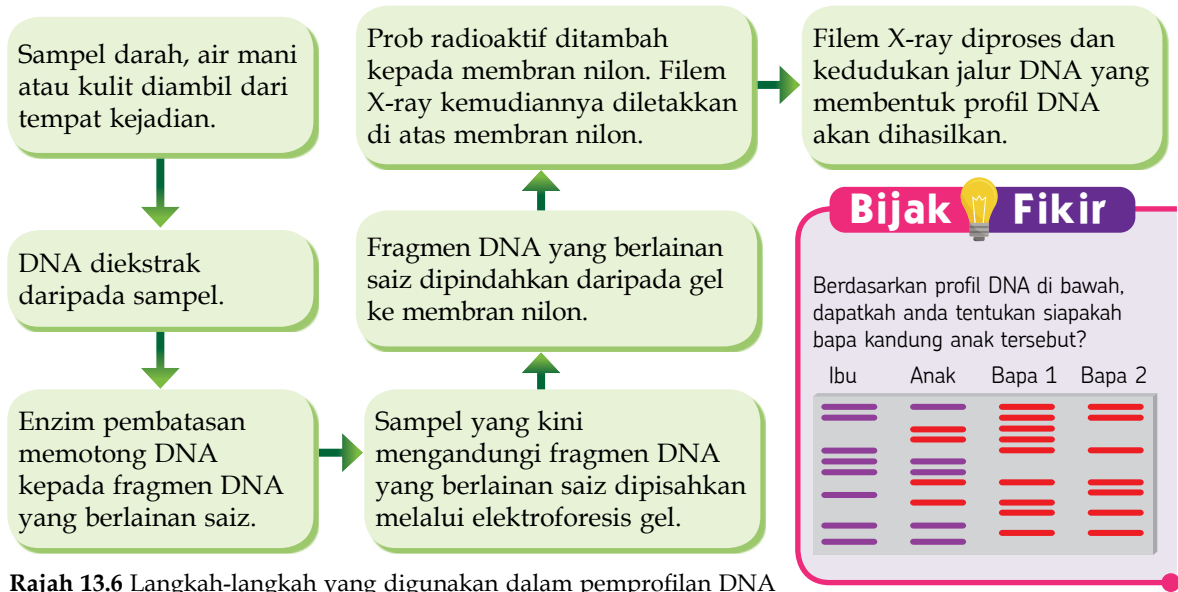
Lintasan Sejarah

Proses pemprofilan DNA ini telah dicipta oleh Sir Alec Jeffreys di Universiti Leicester pada tahun 1985. Beliau telah dianugerahi pingat Copley atas pencapaian beliau. Pingat Copley merupakan pingat tertua sebelum anugerah Nobel diperkenalkan.

**Bio****dengan
UNDANG-UNDANG**

Profil DNA dapat dijadikan bukti yang kukuh dalam sesuatu kes jenayah jika:

- Bahan sampel diambil dan diuruskan dengan betul dan jujur
- Saintis forensik menguji sampel dan menganalisis data dengan cermat dan telus
- Keputusan ujian diinterpretasi dengan tepat
- Juri dan hakim mendapat laporan yang tepat



Rajah 13.6 Langkah-langkah yang digunakan dalam pemprofilan DNA

Penghasilan Tumbuhan Bertoleransi Serangga Perosak

Penggunaan baka kapas tebal yang bertoleransi kepada ulat perosak kapas contohnya **kapas Bt** (Jadual 13.2) di ladang-ladang kapas telah mengurangkan penggunaan racun perosak. Tanaman Bt disuntik dengan gen daripada *Bacillus thuringiensis* (Bt), iaitu sejenis bakteria tanah yang dapat mengeluarkan bahan racun (Rajah 13.7). Langkah ini dapat menjimatkan kos racun makhluk perosak dan meningkatkan pengeluaran kapas. Selain kapas, tanaman Bt yang lain ialah jagung dan terung.

Jadual 13.2 Perbandingan antara tumbuhan biasa dan tumbuhan GMO

Tumbuhan biasa	Tumbuhan GMO
 Kapas biasa	 Kapas Bt
 Jagung biasa	 Jagung Bt

Gen yang menghasilkan toksin Bt daripada bakteria *Bacillus thuringiensis* dimasukkan ke dalam genom tumbuhan.

Serangga perosak akan makan tumbuhan yang akan mengeluarkan toksin Bt.

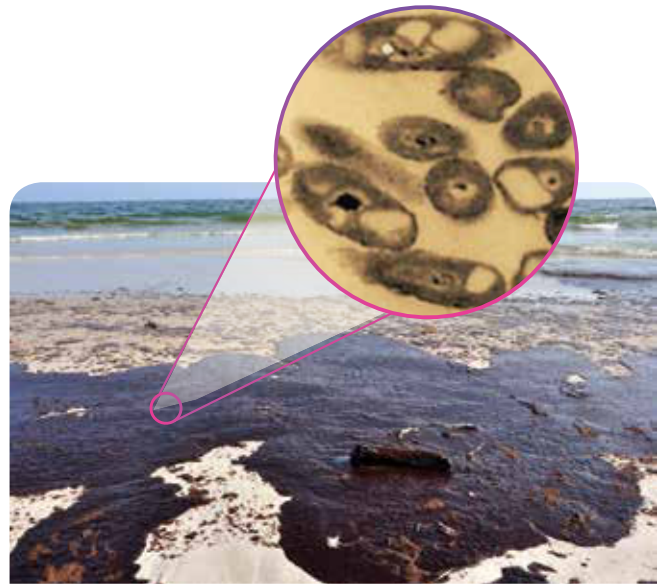
Toksik menganggu sistem pencernaan serangga perosak dan menyebabkan serangga perosak mati.

Rajah 13.7 Kesan tumbuhan Bt ke atas serangga perosak

Pembersihan Tumpahan Minyak

Bioremediasi merupakan satu kaedah untuk membersihkan bahan cemar dengan menggunakan bakteria. Kaedah ini berkesan untuk merawat pencemaran minyak akibat tumpahan minyak di lautan. Kebanyakan molekul di dalam minyak mentah petroleum dan produk petroleum yang ditulenkan dapat diurai secara biologi dengan menggunakan bakteria.

Sebagai contohnya, *Alcanivorax borkumensis* (Gambar foto 13.7), iaitu sejenis bakteria yang bergantung kepada minyak untuk mendapatkan tenaga, telah digunakan dengan meluas untuk merawat tumpahan minyak. Dapatkah anda menyatakan kelebihan bioremediasi ini?



Gambar foto 13.7
Alcanivorax borkumensis digunakan untuk merawat pencemaran minyak

ZON AKTIVITI

Kumpulkan maklumat tentang contoh aplikasi bioteknologi yang lain seperti penghasilan metabolit mikrob, nanobioteknologi dan bioinformatik. Bentangkan maklumat yang diperoleh di dalam kelas.

Aktiviti 13.5



Tujuan

Mereka bentuk produk yang menggunakan bahan murah, bahan terbuang dan terbiodegradasi untuk mengatasi masalah tumpahan minyak di ekosistem akuatik

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Cari maklumat tentang produk yang dapat menguraikan molekul minyak secara biologi.
3. Berdasarkan maklumat yang anda peroleh, reka bentuk satu prototaip menggunakan bahan murah, bahan terbuang dan terbiodegradasi untuk mengatasi masalah tumpahan minyak di ekosistem akuatik.
4. Uji prototaip anda dan persembahkan di dalam kelas.

Kepentingan Bioteknologi dalam Kehidupan

Bidang bioteknologi telah berkembang pesat di Malaysia. Bidang ini memberikan sumbangan dalam kehidupan manusia terutamanya di negara-negara yang sedang membangun dan negara-negara maju.

Pernakah anda dengar haiwan pertama yang diklonkan, iaitu seekor biri-biri bernama Dolly?



Gambar foto 13.8 Dolly

Bioteknologi sering dikaitkan dengan pertanian, perindustrian, pemakanan, perubatan dan seumpamanya. Perkembangan pesat dalam bidang biologi dan teknologi telah dapat menggantikan kaedah lama yang digunakan oleh masyarakat zaman dahulu kepada kaedah yang lebih canggih, di samping dapat mempelbagaikan produk yang membawa manfaat kepada manusia. Bioteknologi bukan sahaja menyumbang kepada peningkatan hasil pemakanan, pertanian dan perubatan malah turut membantu mengembangkan ekonomi sesebuah negara khususnya dalam sektor perindustrian. Jadual 13.3 menunjukkan sumbangan bioteknologi dalam kehidupan masyarakat kini.

Jadual 13.3 Sumbangan bioteknologi dalam kehidupan

Bidang	Sumbangan
Pertanian	- Baka ternakan dan tanaman yang terbaik dapat dihasilkan. Kaedah kultur tisu dan teknik pengklonan mempercepat pembiakan tanaman. - Dapat menghasilkan baka padi yang mengeluarkan hasil yang banyak dan cepat matang. - Pengklonan haiwan membolehkan pembiakan secara besar-besaran dan mempunyai daya tahan penyakit. - Penggunaan hormon membolehkan haiwan cepat membesar dan matang.
Perubatan	- Genetik seseorang dapat diubah suai. - Mengurangkan risiko penyakit mental. - Mengelakkan penyakit yang tertentu seperti kanser dan penyakit pewarisan. - Genetik manusia kerdil dapat melahirkan manusia normal. - Membantu ibu-ibu yang sukar hamil untuk memperoleh zuriat.
Forensik	Dapat mengenal pasti penjenayah melalui tisu dan bendalir badan seperti darah, air mani, kulit dan folikel rambut.
Alam sekitar	- Mikrob mampu mempercepat pereputan bahan buangan manusia. - Mikrob juga mampu menguraikan najis sepenuhnya. - Pencemaran dapat dikurangkan dan manusia serta alam sekitar terpelihara.

Aktiviti 13.6



PERBAHASAN

Tujuan

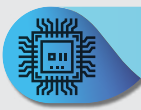
Membahaskan kesan bioteknologi terhadap manusia, haiwan dan alam sekitar

Prosedur

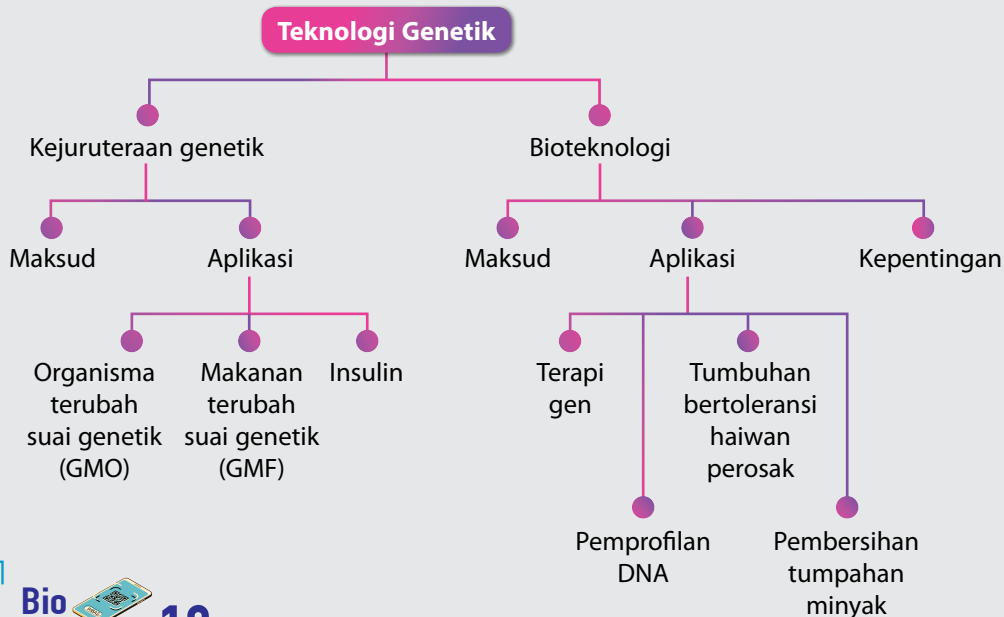
1. Bahagikan kelas kepada dua kumpulan.
2. Cari maklumat tentang kesan bioteknologi terhadap manusia, haiwan dan alam sekitar.
3. Lantik seorang wakil daripada setiap kumpulan. Kedua-dua wakil masing-masing memainkan peranan sebagai pihak pencadang dan pihak pembangkang.
4. Sediakan hujah selengkapnya tentang perbahasan yang bertajuk "Bioteknologi lebih banyak memberi kesan baik terhadap manusia, haiwan dan alam sekitar".
5. Jalankan aktiviti perbahasan di dalam kelas.

Praktis Formatif 13.2

1. Bagaimanakah DNA seseorang individu yang mempunyai penyakit genetik dapat diubah?
2. Berikan **dua** faedah bioteknologi dalam kehidupan.



Imbas Memori



Bio Interaktif 13

REFLEKSI KENDIRI



Lengkapkan refleksi sendiri ini untuk menyemak konsep-konsep penting yang telah anda pelajari.



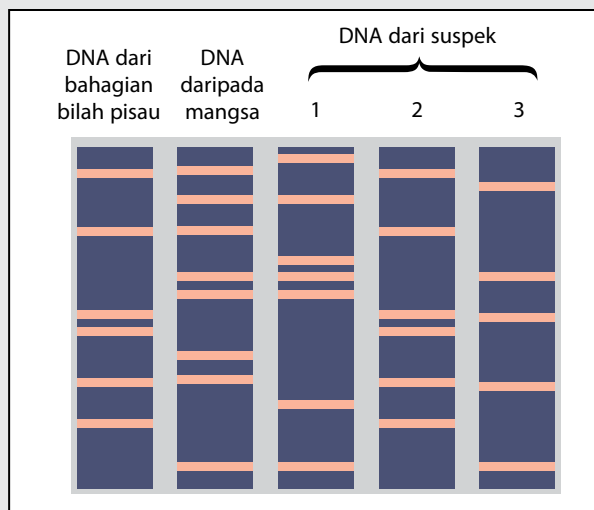
Konsep penting	Sangat baik	Berusaha lagi
Maksud kejuruteraan genetik		
Maksud GMO dan GMF		
Aplikasi kejuruteraan genetik dalam penghasilan GMO, GMF dan insulin		
Maksud bioteknologi		
Aplikasi bioteknologi dalam kehidupan		
Kepentingan bioteknologi dalam kehidupan		

Praktis Sumatif 13

1. Kerosakan gen X pada sel pankreas menyebabkan protein X tidak dapat dihasilkan. Hal ini menyebabkan aras glukosa di dalam darah meningkat dan tidak dapat dikawal. Namun, melalui teknik kejuruteraan genetik, protein X dapat dihasilkan dalam skala yang besar melalui langkah-langkah yang berikut:
(P, Q, R dan S bukan dalam urutan yang betul)

P: Bakteria yang mengandungi gen X dikulturkan dalam kuantiti yang banyak
Q: Gen X yang normal dikeluarkan daripada sel pankreas manusia
R: Gen X disisipkan ke dalam gen bakteria
S: Protein X diekstrak dan ditulenkan

- Namakan protein X.
- Gunakan huruf P, Q, R dan S untuk menunjukkan urutan langkah yang betul dalam penghasilan protein X.
- Berikan **dua** sebab bakteria biasanya menjadi pilihan dalam teknik kejuruteraan genetik.
- Berikan **dua** contoh produk yang telah dihasilkan secara kejuruteraan genetik dalam bidang perubatan. 
- Dalam satu kes pembunuhan, sebilah pisau yang mempunyai kesan darah telah ditemukan oleh pihak polis di tempat kejadian. Dengan menggunakan DNA yang diekstrak daripada sampel pada bilah pisau, mangsa dan suspek, profil DNA seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1 diperolehi.



Rajah 1

- Antara suspek 1, 2 dan 3, siapakah yang paling mungkin seorang pembunuh? Berikan alasan anda. 
- Adakah teknik pemprofilan DNA ini dapat dipercayai tepat? Mengapa?
- Salah seorang daripada sepasang kembar seiras didapati telah melakukan satu jenayah. Bolehkan mereka dibezakan melalui teknik pemprofilan DNA? Terangkan alasan anda. 

2. (a) Bincangkan kelebihan makanan terubah suai genetik terhadap kehidupan manusia.
- (b) Satu strain bakteria dapat mensintesisakan suatu protein yang diketahui bermanfaat kepada manusia. Terangkan secara ringkas seorang ahli genetik mendapat gen bakteria itu agar salinan gen itu dapat dihasilkan dengan banyak dan segera.
- (c) Terangkan sebab tanaman yang telah diubah suai melalui kejuruteraan genetik bagi menghasilkan strain yang mempunyai toleransi terhadap herbisid dapat mengancam alam sekitar.



Minda Abad ke-21

3. Sejak kebelakangan ini, banyak bahan makanan terubah suai genetik (GMF) dihasilkan dan dijual di pasaran. Sebagai seorang wakil badan bukan kerajaan (NGO), anda mencadangkan GMF harus dilabelkan seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 1 dan isi kandungannya dicatat. Wajarkan cadangan anda.



Gambar foto 1

4. Perniagaan gading gajah merupakan satu aktiviti haram yang berleluasa di sesetengah negara Afrika. Dianggarkan hampir 50,000 ekor gajah Afrika telah dibunuh untuk mendapatkan gading gajah. Menurut pihak berkuasa, untuk mengesan sindiket yang menjalankan aktiviti tersebut adalah agak sukar kerana kebiasaannya suspek yang ditahan bukan ahli sindiket, sebaliknya individu yang melaksanakan penghantaran. Sekumpulan saintis kini sedang giat membuat pemprofilan DNA bagi gading gajah yang ditemukan dalam rampasan oleh pihak berkuasa. Pada pendapat anda, mengapakah gading gajah ini sangat diminati oleh masyarakat dan bagaimanakah teknik pemprofilan DNA ini dapat membanteras penyeludupan gading gajah?



GLOSARI



Alel – Bentuk alternatif gen bagi trait tertentu yang menduduki lokus yang sama pada sepasang kromosom homolog

Aspek – Arah tiupan angin dan sinaran cahaya matahari

Auksin – Hormon tumbuhan yang terlibat dalam pertumbuhan sel di hujung pucuk

Biodiversiti – Kepelbagaian jenis hidupan seperti mikroorganisma, haiwan atau tumbuhan yang berinteraksi antara satu sama lain

Bioteknologi – Bidang yang menggunakan teknologi atau kaedah untuk memanipulasikan organisma bagi tujuan menghasilkan atau mengubah suai hasil sesuatu produk biologi

Diversiti ekosistem – Pelbagai habitat komuniti biosis dan proses ekologi di dalam ekosistem di persekitaran daratan, lautan dan persekitaran akuatik yang lain

Diversiti genetik – Variasi gen individu di dalam suatu populasi dan variasi gen di antara populasi yang berbeza bagi sesuatu spesies yang sama

Diversiti spesies – Variasi dan kepelbagaian organisma di muka bumi

Ekosistem – Beberapa komuniti yang tinggal bersama di dalam satu habitat, saling berinteraksi antara satu sama lain termasuk dengan komponen bukan hidup (abiosis) seperti air, udara dan tanah

Filogeni – Sejarah evolusi suatu spesies atau sekumpulan spesies organisma

Fitoremediasi – Kaedah rawatan yang menggunakan tumbuhan untuk tujuan degradasi, pengekstrakan atau penyingkiran bahan pencemar di dalam tanah dan di air

Fototropisme – Gerak balas pertumbuhan terhadap cahaya.

Gen – Unit asas pewarisan yang terdiri daripada satu segmen DNA yang menduduki lokus yang tertentu pada kromosom

Geotropisme – Gerak balas pertumbuhan terhadap tarikan graviti

Gerak balas nasti – Gerak balas bahagian tertentu tumbuhan terhadap rangsangan yang tidak dipengaruhi oleh arah rangsangan

Gerak balas tropisme – Gerak balas bahagian-bahagian tertentu tumbuhan seperti akar dan pucuk, sama ada tumbuh mendekati atau menjauhi rangsangan

Gutasi – Rembesan titisan air melalui struktur khas di bahagian hujung urat daun tanpa

melibatkan bahagian stoma akibat tekanan akar yang tinggi

Halofit – Tumbuhan yang hidup di dalam habitat berpayau seperti muara sungai, tempat di pertembungan air tawar dan air laut

Herbarium – Koleksi spesimen daripada tumbuhan yang telah diawetkan melalui kaedah tertentu

Hibrid – Hasil kacukan dua varieti berbakat tulen

Hidrofit – Tumbuhan yang hidup di dalam habitat berair, sama ada hidup di permukaan air atau tenggelam di dalam air

Hidrotropisme – Gerak balas pertumbuhan terhadap air

Iklim mikro – Keadaan iklim bagi satu kawasan kecil yang berbeza daripada kawasan di sekitarnya

Kejuruteraan genetik – Teknik memanipulasi gen untuk mengubah suai genetik sesuatu organisma bagi membentuk kombinasi gen yang baharu

Kekunci dikotomi – Satu alat yang digunakan oleh ahli taksonomi untuk pengelasan organisma berdasarkan persamaan dan perbezaan

Kemotropisme – Gerak balas pertumbuhan terhadap bahan kimia

Keperluan Oksigen Biokimia (BOD) – Jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisma seperti bakteria dan kulat untuk menguraikan bahan organik di dalam air

Klorosis – Keadaan daun menguning akibat daripada penghasilan klorofil yang sedikit

Komensalisme – Interaksi yang memberikan manfaat kepada salah satu organisma, tetapi tidak memudaratkan organisma yang satu lagi

Komponen biosis – Benda hidup yang terkandung di dalam sesebuah ekosistem

Komponen abiosis – Benda bukan hidup yang mempengaruhi sesebuah ekosistem

Komuniti – Semua populasi organisma daripada spesies yang berlainan yang hidup dalam satu habitat serta saling berinteraksi antara satu sama lain

Lignin – Polimer organik yang memberikan sokongan mekanikal kepada tisu tumbuhan

Mesofit – Tumbuhan yang hidup di dalam habitat dengan bekalan air yang mencukupi

Mutagen – Bahan yang dapat menyebabkan mutasi atau meninggikan kadar mutasi pada aras yang berbahaya



Mutualisme — Interaksi yang memberikan keuntungan kepada kedua-dua organisma

Neraca mikro — Penimbang yang dapat mengukur jisim yang sangat kecil sehingga 0.1 miligram

Nic — Peranan sesuatu organisma di dalam ekosistem yang merangkumi tingkah laku serta interaksinya dengan komponen biosis dan abiosis di persekitaran habitatnya

Nuselus — Benjolan yang dibentuk oleh sekelompok tisu di dalam ovari

Nutrisi — Cara organisma memperoleh tenaga daripada makanan yang dimakan untuk proses hidup

Ovul — Struktur bunga yang terbentuk di dalam karpel

Parasit — Organisma yang mendapat faedah daripada perumahannya, manakala perumah mengalami kerugian atau kadangkala mati

Patogen — Organisma yang menyebabkan penyakit

Pendebungaan — Proses pemindahan butir debunga dari anter ke stigma

Pektin — Bahan yang terkandung pada dinding sel tumbuhan

Pertumbuhan populasi — Peningkatan jumlah manusia yang tinggal di kawasan tertentu

Pertumbuhan primer — Pertumbuhan yang berlaku selepas percambahan dan dialami oleh semua tumbuhan

Piramid bilangan — Rajah yang menunjukkan bilangan organisma pada setiap aras trof dalam satu rantai makanan

Piramid biojisim — Rajah yang menunjukkan jumlah biojisim per unit kawasan semua organisma pada setiap aras trof

Pneumatofor — Unjuran akar pendek dari permukaan tanah untuk pengudaraan di kawasan yang sering ditenggelami air

Populasi — Sekumpulan organisma yang sama spesies dan hidup di habitat yang sama

Stoma — Liang seni yang terdapat di permukaan bawah daun

Spesies — Sekumpulan organisma yang serupa, boleh saling membiak dan menghasilkan anak

Taksonomi — Bidang biologi yang melibatkan pengelasan, pengecaman dan penamaan organisma mengikut satu sistem yang teratur

Tekanan akar — Tekanan yang menggerakkan air tanah ke dalam salur xilem akar

Tigmotropisme — Gerak balas pertumbuhan terhadap sentuhan

Tindakan kapilari — Keupayaan molekul air untuk bergerak ke atas melawan tarikan graviti di dalam batang pokok dengan dibantu oleh daya lekatan dan daya lekatan

Tisu aerenkima — Tisu ringan yang mempunyai banyak pundi udara untuk membantu tumbuhan terapung di atas air

Tisu vaskular — Tisu yang mengangkut air dan nutrien ke semua sel yang terdapat dalam tumbuhan

Titik pampasan — Aras keamatan cahaya apabila kadar respirasi sama dengan kadar fotosintesis

Translokasi — Proses pengangkutan bahan-bahan organik seperti sukrosa, asid amino dan hormon di dalam floem dari daun ke bahagian lain tumbuhan seperti akar dan batang

Transpirasi — Proses kehilangan air berlebihan dalam bentuk wap air secara resapan daripada tumbuhan ke atmosfera

Tumbuhan autotrof — Tumbuhan yang dapat menghasilkan makanannya sendiri dengan mensintesis sebatian organik kompleks daripada bahan mentah tak organik ringkas

Tumbuhan bukan vaskular — Tumbuhan yang tidak mempunyai sistem pengangkutan

Tumbuhan dwimusim — Tumbuhan yang mengambil masa dua tahun dengan dua musim pertumbuhan untuk melengkapkan kitar hidupnya

Tumbuhan heterotrof — Tumbuhan yang bergantung kepada organisma lain untuk mendapatkan nutrien

Tumbuhan saka — Tumbuhan yang hidup lebih daripada dua tahun

Tumbuhan semusim — Tumbuhan yang mempunyai satu kitar hidup untuk semusim atau setahun

Tumbuhan vaskular — Tumbuhan yang mempunyai sistem pengangkutan

Variasi selanjur — Variasi yang menunjukkan perbezaan ciri yang tidak ketara

Variasi tak selanjur — Variasi yang menunjukkan perbezaan ciri yang ketara

Xerofit — Tumbuhan yang hidup di dalam habitat yang panas dan kering dengan kehadiran air yang sangat minimum, iaitu tempat dengan suhu yang sangat panas seperti di kawasan gurun

RUJUKAN



- Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., & Jackson, R.B., 2013. *Campbell Biology* (10th ed.). San Francisco, US: Pearson Benjamin Cummings.
- Raven, P., Johnson, G., Mason, K., Losos, J., & Singer, S., 2016. *Biology* (11th ed.). New York, US: Mc Graw Hill Higher Education.
- Fong, J., Lam, P.K., Lam, E., Lee, C., & Loo, P.L., 2015. *Lower Secondary Science A: Matters* (2nd ed.). Singapore: Marshall Cavendish Education.
- Solomon, E., Martin, C., Martin, D.W., & Berg, L.R., 2018. *Biology* (11th ed.). San Francisco, US: Cengage Learning.
- Hoefnagels, M., 2017. *Concepts and Investigations Biology* (4th ed.). New York, US: Mc Graw Hill Higher Education.
- Cunningham, M.A., & Cunningham, W.P., 2015. *Environmental Science: A Global Concern* (13th ed.). New York, US: Mc Graw Hill Higher Education.
- Jones, M., 2016. *International AS and A Level: Biology* (2nd ed.). London, UK: Hodder Education.
- Allott, A., & Mindorff, D., 2015. *Oxford IB Diploma Programme: Biology Course Companion*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Bowman, W., Hacker, S., & Cain, M.L., 2017. *Ecology* (4th ed.). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Clegg, C.J., 2015. *Biology for the IB Diploma* (2nd ed.). London, UK: Hodder Education.
- Mader, S.S., & Windelspecht., 2018. *Biology* (13th ed.). New York, US: Mc Graw Hill Higher Education.
- Alberts, B., Hopkin, K., Johnson, A.D, Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Peter, W., 2019. *Essential Cell Biology* (5th ed.). New York, US: WW Norton & Co.
- Foreword, D.K., 2019. *The Ecology Book*. London, UK: Dorling Kindersley Ltd.
- Mauseth, J.D., 2017. *Botany: An Introduction to Plant Biology* (6th ed.). Burlington, US: Jones & Barlett Learning.
- Cunningham, M.A., & Cunningham, W.P., 2016. *Principles of Environmental Science Inquiry and Application* (8th ed.). New York, US: Mc Graw Hill Higher Education.

INDEKS



Abiosis 171, 172, 185, 190

Allel 232, 233, 234, 235, 237, 238, 240, 244, 246, 247, 248, 249
Altitud 174
Aspek 174
Auksin 103, 104, 105, 106, 107
Autosom 242, 246
Autotrof 175, 176, 177

Baka tulen 231, 233, 234, 238

Biodiversiti 144, 152, 154, 204, 205, 210
Biosis 171, 172, 177, 182, 183, 186
Bioteknologi 284, 288, 289

Ciri terangkai seks 247

Daya lekatan 79, 81

Daya lekatan 79, 81
Dominan 230, 231, 233, 234, 235, 237, 238, 240, 244, 246, 247, 248, 249, 250
Dorman 128

Endosperma 123, 124, 125, 128

Etilena 104, 107, 108
Eukariot 145, 147
Eutrofikasi 205, 206

Fenotip 232, 234, 235, 239, 244, 245, 249

Fitohormon 103, 107, 108
Fitoremediasi 89, 90, 92
Fotoautotrof 68, 70, 176
Fotokemosintesis 68
Fotolisis 44, 45
Fotonasti 101
Fototropisme 98, 99, 100, 105

Gen 230, 231, 232, 237, 238, 240
Generasi filial 233, 234
Generasi induk 231, 233, 234
Genotip 232, 233, 234, 235, 237, 239, 244, 246, 248, 249
Geotropism 98, 99, 105, 106
Gutasi 84, 85

Halofit 134, 135, 136
Heterotrof 68, 69, 71, 175, 176, 191

Heterozigot 233, 234, 237, 245, 246, 248
Hibrid 233, 234
Hidrofilit 134, 135, 136, 137
Hidrotropisme 99, 100

Iklm mikro 172, 174
Integumen 119, 125

Kacukan dihibrid 238, 239
Kacukan monohibrid 230
Kariotip 242, 243, 244
Karpel 114, 115, 119, 125, 126
Kejuruteraan genetik 280, 282, 283
Kekunci dikotomi 144, 150, 151, 152
Kelestarian alam 202, 213, 214
Kemandirian spesies 187, 256, 257
Kemoautotrof 176
Kemotropisme 99, 100
Keperluan oksigen biokimia 205, 206
Klorosis 61, 62
Kromosom seks 242, 244, 247, 272, 273

Lamina 28, 29
Larutan kultur 63, 64
Lengkung pertumbuhan 17, 19, 20, 21
Lentisel 136
Lokus 232, 233, 238, 240, 244

Makronutrien 60, 61
Mesofil berspan 29, 30, 41
Mesofil palisad 29, 30, 41
Mesofit 134, 135
Mikronutrien 60, 62
Mikroorganisma 144, 155, 156, 157, 159, 160, 161, 162, 172, 177, 206
Mikrospora 115, 116, 117
Mutagen 269
Mutan 269, 271
Mutasi 246, 261, 263, 269, 270, 274
Mutasi gen 269, 270
Mutasi kromosom 271, 272, 273

Neraca mikro 34
Nic 171
Nuselus 119

Organisma terubah suai genetik (GMO) 280, 283

Patogen 162, 163
Pedigri 250
Pedunkel 114
Pemprofilan DNA 286, 287
Pengkolonian 188
Penyahhutan 204, 205, 210
Penyusunan bebas kromosom 261, 262
Persenyawaan rawak 261, 262
Pertumbuhan primer 7, 10, 14, 15
Pertumbuhan sekunder 10, 11, 12, 14, 15, 16
Petiol 28
Pindah silang 261, 262
Piramid ekologi 180
Plasmid 283
Pneumatofor 136, 187, 188
Pokok filogeni 153, 154
Prokariot 145, 146
Pundi embrio 116, 119, 121, 123, 125

Resesif 230, 231, 233, 234, 237, 238, 240, 244, 246, 247

Sekuriti makanan 217
Sesaran 188
Sitokinin 103, 107
Spesies perintis 188
Stroma 42, 44

Tekanan akar 79, 85
Teknologi hijau 218, 219, 221
Terapi gen 285
Termonasti 101, 102
Tetrad 117
Tigmotropisme 99
Tilakoid 42
Tindakan kapilari 79, 81
Titik pampasan 52, 53
Tiub tapis 5
Topografi 172, 174
Trait 230, 231, 232, 233, 234, 237, 238, 247, 248, 249, 266
Trakeid 77
Transpirasi 36, 37, 38, 39

Variasi selanjur 258, 260, 261, 264
Variasi tak selanjur 258, 259, 260, 261
Vektor pengklonan 283

Xerofit 134, 135, 137

Dengan ini **SAYA BERJANJI** akan menjaga buku ini dengan baiknya 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