

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?

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

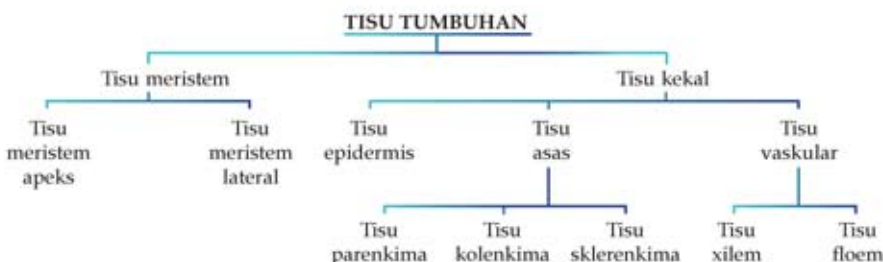
- ▶ Pektin
- ▶ Lengkung pertumbuhan
- ▶ Lignin
- ▶ Pertumbuhan primer
- ▶ Pertumbuhan sekunder
- ▶ Tisu asas
- ▶ Tisu epidermis
- ▶ Tisu kekal
- ▶ Tisu kolenkima
- ▶ Tisu meristem
- ▶ Tisu parenkima
- ▶ Tisu sklerenkima
- ▶ Tiub tapis
- ▶ Tisu vaskular
- ▶ Tumbuhan dwimusim
- ▶ Tumbuhan saka
- ▶ Tumbuhan 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?

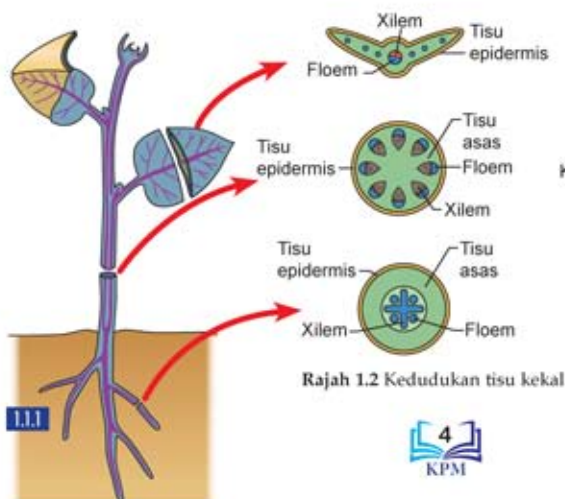
Rajah 1.1 menunjukkan organisasi tisu dalam tumbuhan. Tumbuhan terdiri daripada dua jenis tisu, iaitu tisu meristem dan tisu kekal. Tisu meristem merupakan tisu yang aktif membahagi secara mitosis. Anda akan mempelajari tisu meristem dengan lebih lanjut dalam subtopik seterusnya.



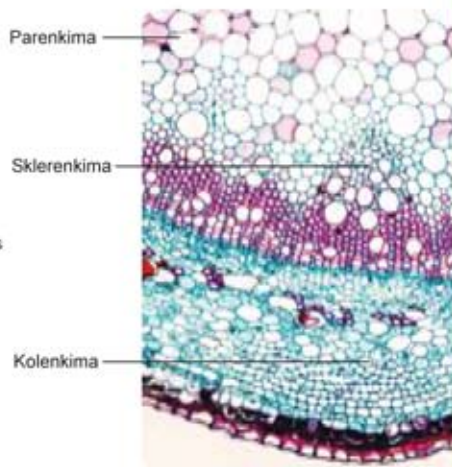
Rajah 1.1 Organisasi tisu dalam tumbuhan

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

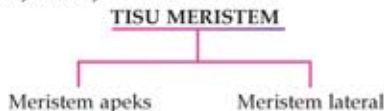
Jadual 1.1 Jenis tisu kekal, struktur dan fungsinya

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 segah 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 penjaanaan 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. - Terdiri 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 umbi.

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.

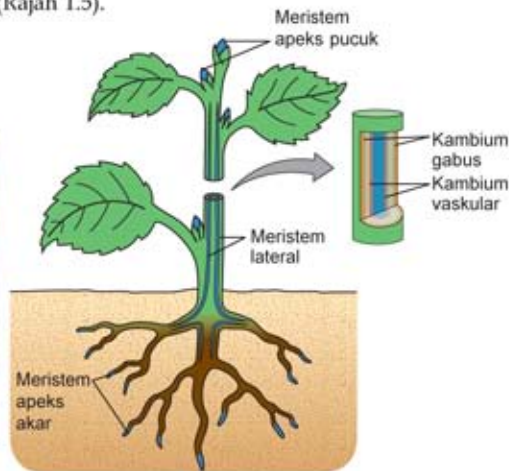


Rajah 1.4 Jenis tisu meristem

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

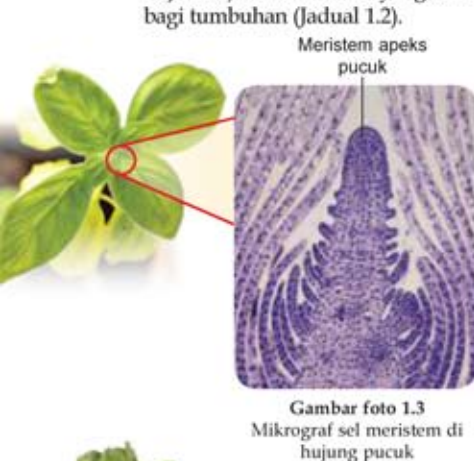


Rajah 1.5
Meristem apeks dan meristem lateral

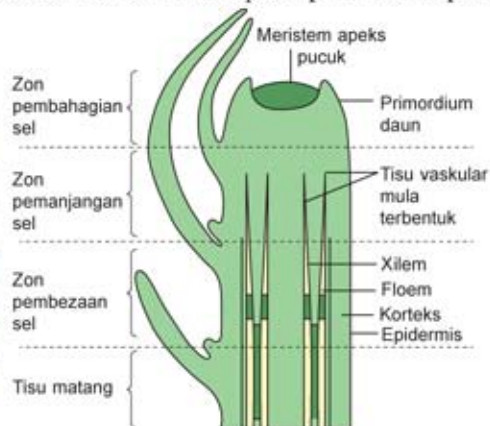
Perubahan yang berlaku dalam organisma bermula daripada peringkat zigot sehingga dewasa disebut sebagai **pertumbuhan** dan **perkembangan**. Semasa di Tingkatan 4, anda telah mempelajari pertumbuhan dalam manusia dan haiwan. Dapatkah anda menyatakan definisi pertumbuhan?

Zon Pertumbuhan Sel

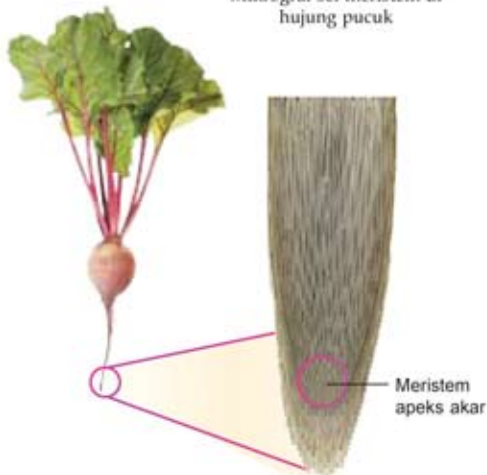
Hujung pucuk dan hujung akar tumbuhan dapat dibahagikan kepada tiga zon pertumbuhan sel, iaitu **zon pembahagian sel**, **zon pemanjangan sel** dan **zon pembezaan sel** (Rajah 1.6 dan Rajah 1.7). Pertumbuhan yang berlaku dalam zon-zon ini merupakan **pertumbuhan primer** bagi tumbuhan (Jadual 1.2).



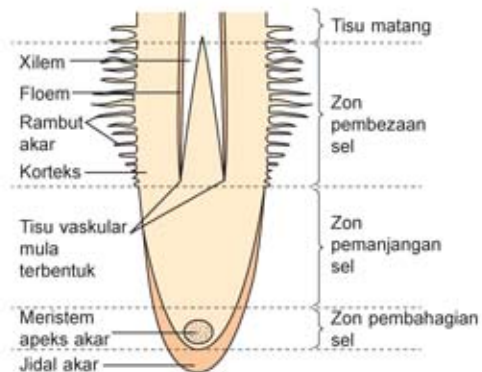
Gambar foto 1.3
Mikrograf sel meristem di hujung pucuk



Rajah 1.6 Zon pertumbuhan sel pada hujung pucuk



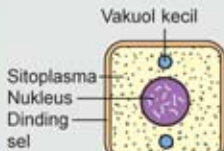
Gambar foto 1.4
Mikrograf sel meristem di hujung akar



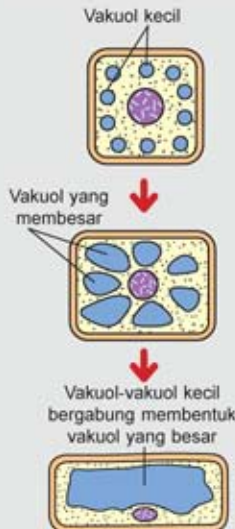
Rajah 1.7 Zon pertumbuhan sel pada hujung akar

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.	• 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).	• 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.



Rajah 1.8
Sel meristem



Rajah 1.9 Pemanjangan sel

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 tengekek

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

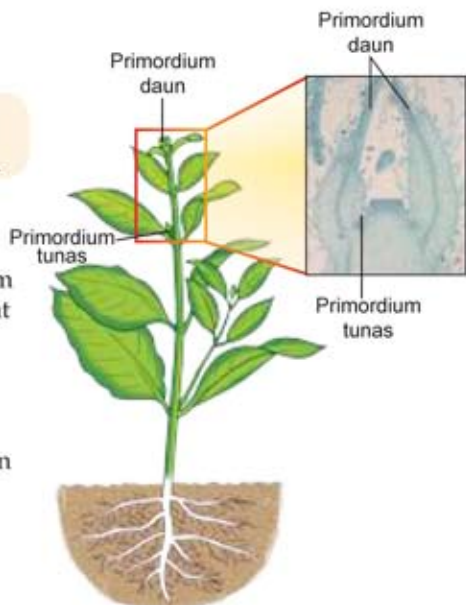
Terdapat dua jenis pertumbuhan yang dialami oleh tumbuhan, iaitu **pertumbuhan primer** dan **pertumbuhan sekunder**.

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.



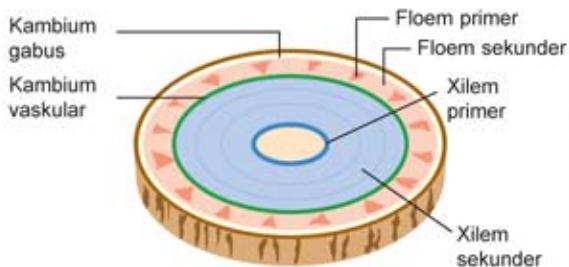
Rajah 1.10

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).

Dapatkan 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

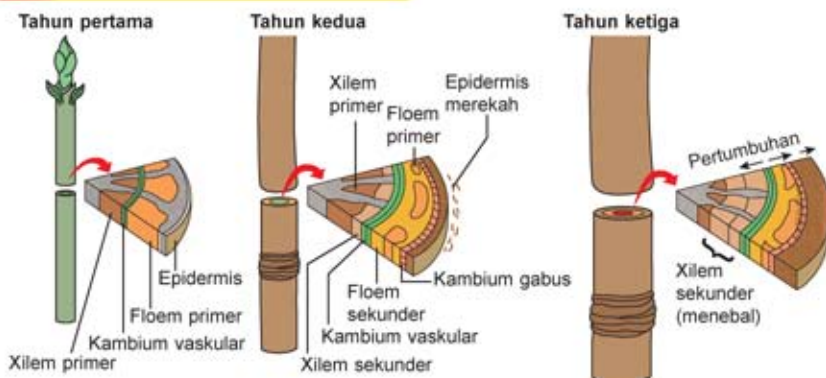
Terletak di antara tisu floem dan tisu xilem dalam berkas vaskular

Kambium gabus

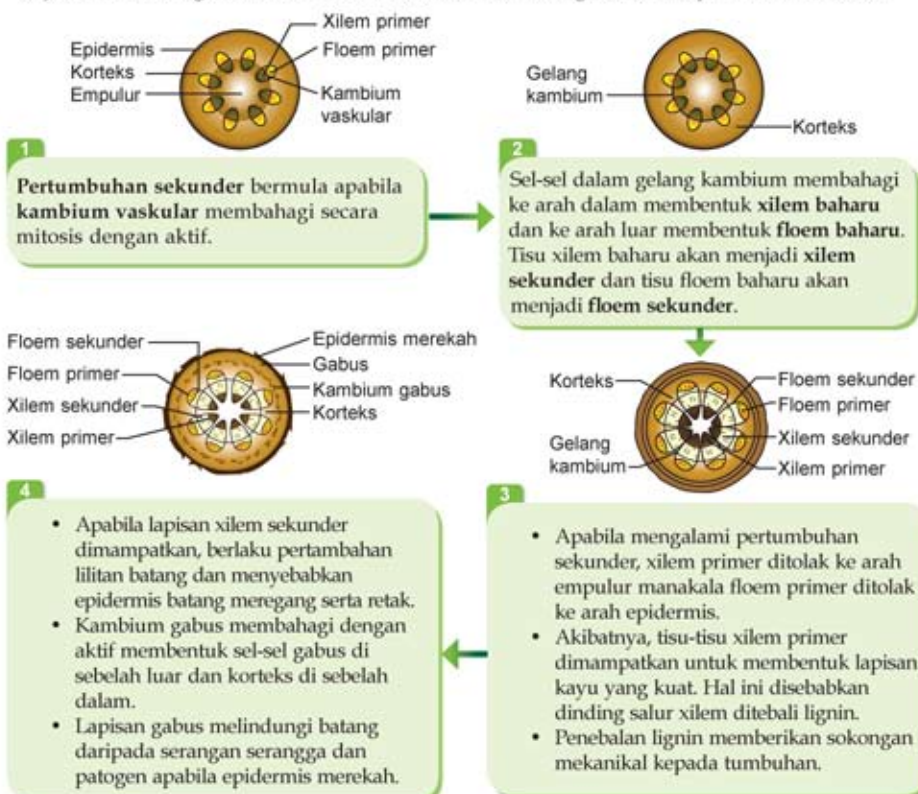
Terletak di bawah lapisan epidermis

Rajah 1.12 Jenis meristem lateral

Pertumbuhan Sekunder pada Batang

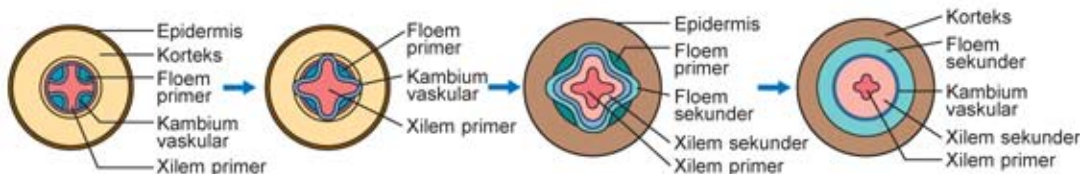


Rajah 1.13 Pembahagian sel di kambium vaskular dan kambium gabus semasa pertumbuhan sekunder



Rajah 1.14 Pertumbuhan sekunder pada batang

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).



Draceana sp.



Aloe sp.



Agave sp.

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 tisu xilem dan floem secara berterusan bagi menggantikan tisu 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.



Perabot

- Kayu dan kulit pokok sesetengah tumbuhan seperti *Hopex* 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.



Buah mangga



Minyak wangi

Gambar foto 1.7 Kegunaan tumbuhan yang mengalami pertumbuhan sekunder



Contoh
Tumbuhan
Sekunder di
Malaysia

Info

bukutekssm.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.

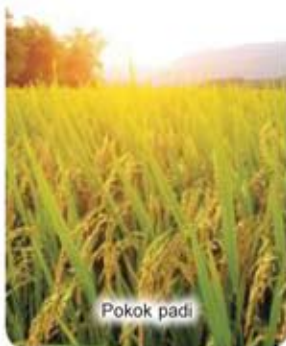
1.3 Lengkung Pertumbuhan

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 tampak**, iaitu pertumbuhan struktur akar, daun dan batang. Manakala musim pertumbuhan kedua ialah **pembiakan**. Kebanyakan tumbuhan dwimusim tumbuh di kawasan beriklim sederhana.

Setelah mengalami pertumbuhan tampak, 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 **rumpun**, **pokok bunga raya** dan **pokok mangga**.

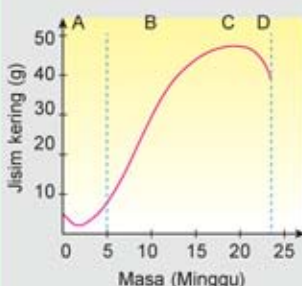


Gambar foto 1.12
Pokok bunga raya

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?

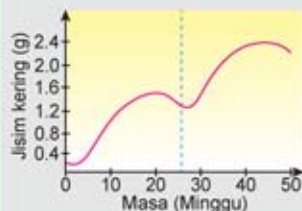
Lengkung Pertumbuhan Tumbuhan Semusim



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.

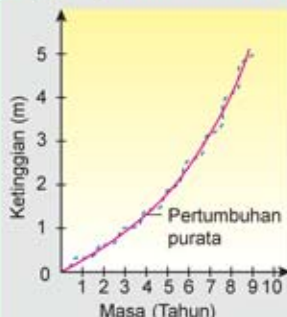
Lengkung Pertumbuhan Tumbuhan Dwimusim



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 umbi
- 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

OVARX STEM

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 kememandiriannya dalam persekitaran yang ekstrim. Wajarkan.

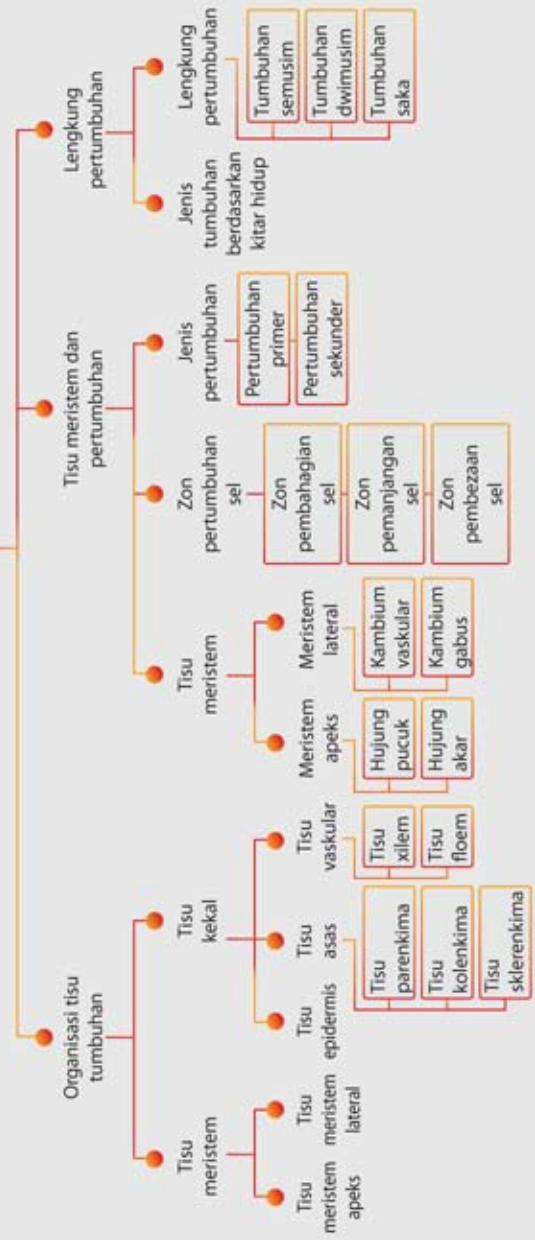


3. Secara umumnya, lengkung pertumbuhan bagi ketiga-tiga jenis tumbuhan adalah berbentuk sigmoid secara tunggal atau gabungan beberapa siri sigmoid. Mengapakah lengkung pertumbuhan tumbuhan saka terdiri daripada jujukan sigmoid yang kecil?



Imbas Memori

Organisasi Tisu Tumbuhan dan Pertumbuhan



REFLEKSI KENDIRI



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

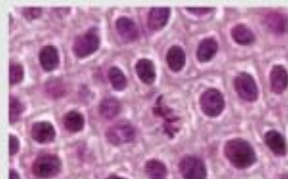


Konsep penting	Sangat baik	Berusaha lagi
Jenis tisu tumbuhan dan fungsi utamanya		
Jenis dan bahagian tisu yang terlibat dalam pertumbuhan		
Kedudukan zon pembahagian sel, zon pemanjangan sel dan zon pembezaan sel dalam pucuk dan akar		
Zon pembahagian sel, zon pemanjangan sel dan zon pembezaan sel dalam 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		

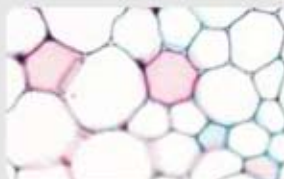
Praktis Sumatif

1

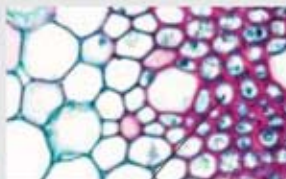
1. Rajah 1 menunjukkan tiga contoh tisu yang terdapat dalam tumbuhan.



Tisu A



Tisu B



Tisu C

Rajah 1

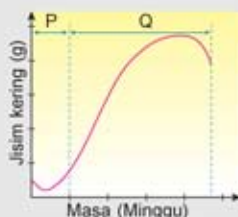
Kenal pasti tisu A, tisu B dan tisu C. Nyatakan **satu** ciri dan fungsi bagi setiap tisu tersebut.

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



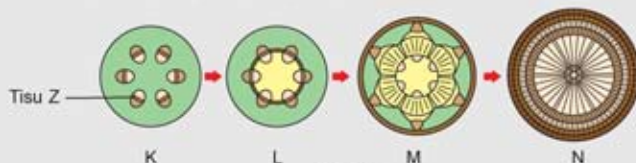
Rajah 2

- 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.