

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.



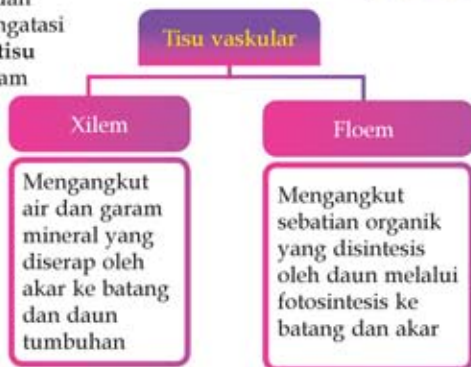
Gambar foto 4.1
Tumbuhan vaskular
dalam hutan hujan
tropika

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*



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).



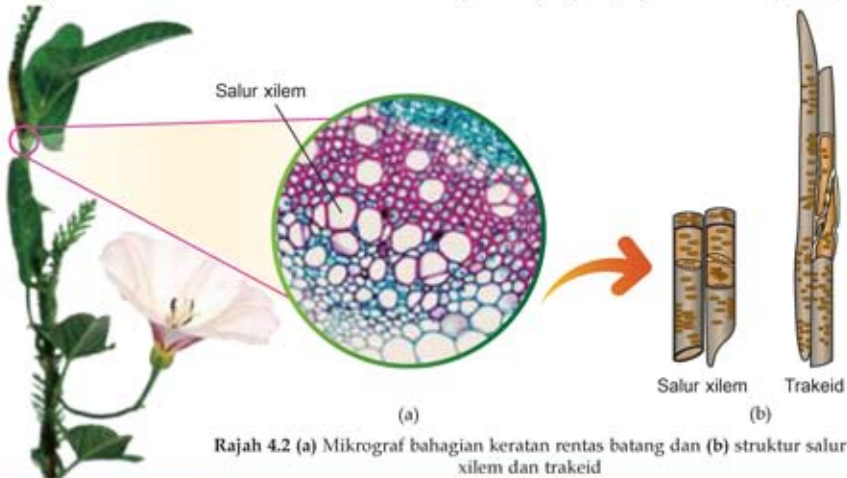
Gambar foto 4.4
Carl Nageli



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).



Rajah 4.2 (a) Mikrograf bahagian keratan rentas batang dan (b) struktur saluran xilem dan trakeid

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 salur xilem mempunyai **penebalan lignin** yang tidak sekata untuk:
 - Memberi kekuatan kepada struktur salur 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 salur xilem dan trakeid

Aktiviti 4.1



Tujuan

Memerhati struktur xilem di dalam keratan membujur batang sadari

Bahan: Batang sadari, 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 sadari ke dalam bikar tersebut dan biarkan selama satu jam (Rajah 4.4).
3. Selepas satu jam, bilas pewarna pada batang sadari dengan menggunakan air suling.
4. Hiris satu lapisan nipis batang sadari 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 sadari.



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.

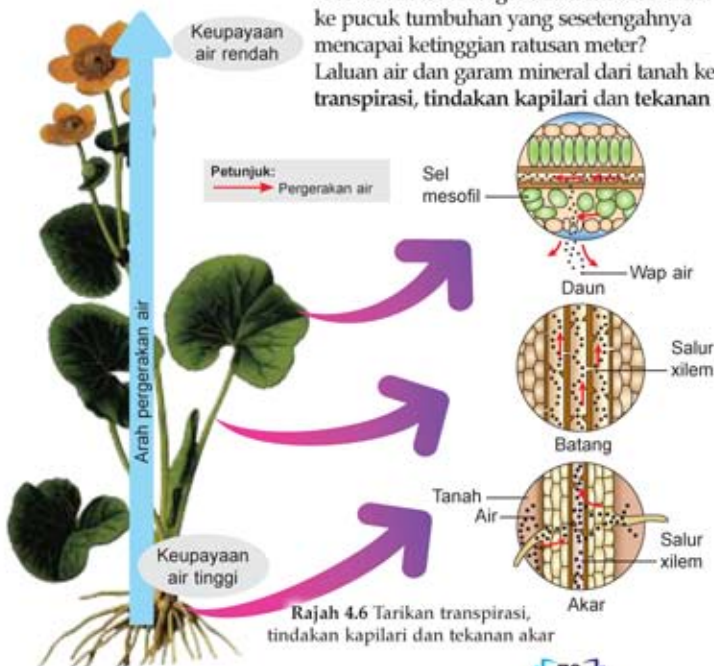


3. Pengangkutan sebatian organik seperti sukrosa secara pengangkutan aktif di sepanjang tiub tapis memerlukan ATP. Bagaimanakah proses ini dapat berlaku walaupun tiub tapis mempunyai bilangan mitokondria yang sedikit?

4.2 Pengangkutan Air dan Garam Mineral

Air sangat penting untuk pertumbuhan Apokok 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? Lalu air dan garam mineral dari tanah ke daun dibantu oleh tarikan transpirasi, tindakan kapilari dan tekanan akar (Rajah 4.6).



Rajah 4.6 Tarikan transpirasi, tindakan kapilari dan tekanan akar

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

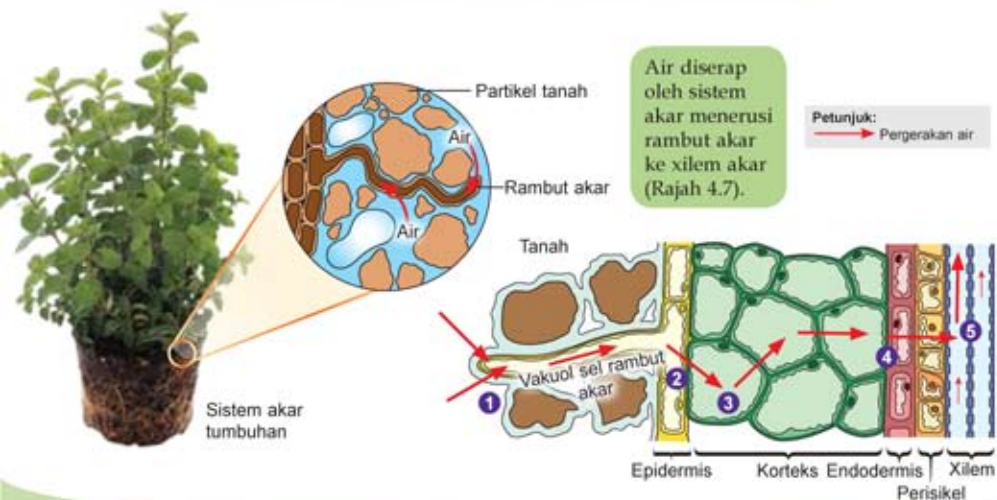
Terhasil apabila air yang tersejat melalui stoma menarik air dari dalam daun.

Tindakan kapilari

Tindakan kapilari yang terhasil daripada daya lekatan dan daya lekitan 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.



1
Keupayaan air di dalam **sel rambut akar** lebih rendah berbanding keupayaan air di dalam tanah. Hal ini dikatakan demikian kerana, ion mineral dipam secara aktif oleh sel rambut akar ke dalam **vakuol** sel rambut akar, menjadikan sap sel rambut akar mempunyai **keupayaan air rendah** berbanding di dalam tanah.

2
Air dari tanah meresap masuk ke dalam sel rambut akar dan sel **epidermis** akar secara **osmosis**.

5
Hal ini mewujudkan tekanan akar yang menolak air ke dalam **salur xilem** akar dan seterusnya ke dalam salur xilem batang.

4
Keadaan ini menyebabkan osmosis berlaku secara berterusan merentas lapisan **kortex**, **endodermis** dan **perisikel**.

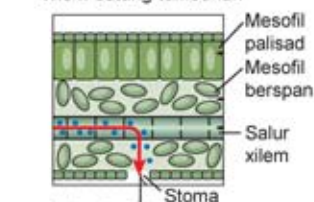
3
Keupayaan air tinggi dalam sel-sel rambut akar menyebabkan air meresap dari sel rambut akar ke sel **kortex** secara osmosis.

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 lekitan dan daya lekatan serta tarikan transpirasi.
- Daya lekitan 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.

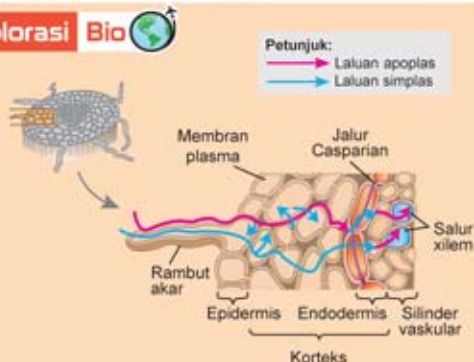
Rajah 4.8 Pergerakan air dalam salur xilem batang dan daun tumbuhan

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

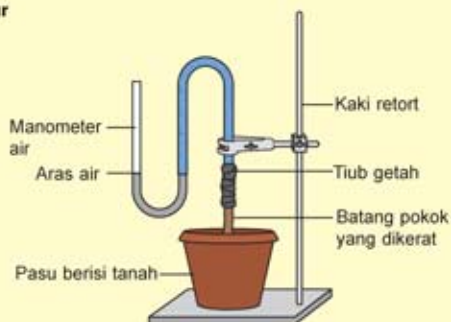
Daya tekanan akar membantu menggerakkan air dari dalam tanah ke pucuk.

Bahan

Pokok keembung segar dalam pasu, jeli petroleum

Radas

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

Prosedur

Rajah 4.10 Susunan radas eksperimen

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.

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 menyahhasilkan 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.



Gutasi dan
transpirasi

[http://bukutekskom.
my/Biologi/TS/
TranspirasiDanGutasi.
mp4](http://bukutekskom.my/Biologi/TS/TranspirasiDanGutasi.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 memerlukannya? 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, umbi dan bebawang (Rajah 4.12).

Laluan Translokasi dalam Tumbuhan

7

Transpirasi menarik air di sepanjang salur xilem melawan arah tarikan graviti.

1

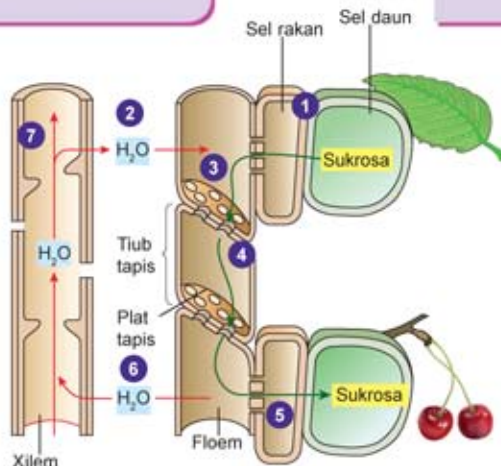
Sukrosa diangkut secara aktif ke dalam tiub tapis.

6

Keupayaan air yang tinggi di floem akan mengakibatkan resapan air kembali ke dalam xilem secara osmosis.

2

Pengangkutan sukrosa ke dalam tiub tapis melalui sel rakan daripada sel daun akan mengurangkan keupayaan air di dalam tiub tapis. Hal ini menyebabkan air dari xilem meresap masuk ke dalam tiub tapis secara osmosis.



5

Kandungan floem (sukrosa) akan diangkut daripada tiub tapis ke dalam bahagian seperti batang, akar, pucuk, buah dan umbi melalui pengangkutan aktif.

4

Peningkatan tekanan hidrostatik menyebabkan kandungan floem ditolak sepanjang tiub tapis sehingga ke organ tumbuhan yang lain.

3

Peresapan air ini meningkatkan tekanan hidrostatik di dalam tiub tapis.

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

ANALISIS ISTILAH

Fitoremediasi berasal dari perkataan

Phyto (Yunani kuno) = tumbuhan

Remedium (Latin) = memperbaiki

Alam 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.

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

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

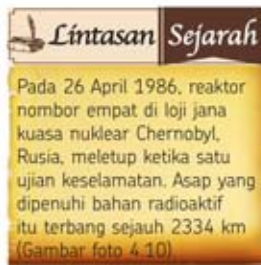


Gambar foto 4.9 *Eichhornia crassipes* (Keladi bunting)

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 menyinkirkan logam berat seperti **zink, kromium, kuprum, plumbum** dan **nikel** serta bahan radioaktif **sesium** dan **strontium**.



Gambar foto 4.11
Pokok bunga matahari



Gambar foto 4.10 Keadaan di Chernobyl selepas letupan loji nuklear

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 4.13
Pokok kiambang



Gambar foto 4.12 Loji kumbahan

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

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

Keputusan

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

Perbincangan

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

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Pernyataan masalah

Adakah tumbuhan fitoremediasi berkesan dalam pengawasan pencemaran tanah?

Tujuan

Mengkaji keberkesanan tumbuhan fitoremediasi dalam pengawasan pencemaran tanah.

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

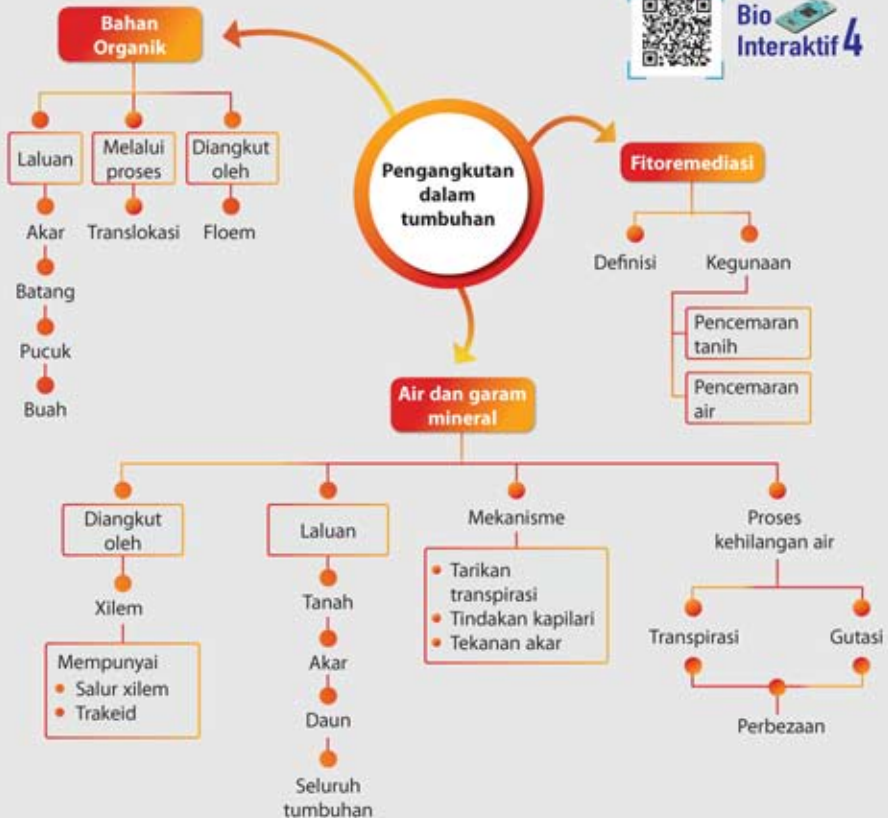
1. Apakah maksud fitoremediasi?
2. Nyatakan **dua** kegunaan fitoremediasi dalam kehidupan.



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 sayurinya 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