

# 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
- Petiol
- Mesofil palisad
- Mesofil berspan
- Transpirasi
- Neraca mikro
- Herbarium
- Granum
- Tilakoid
- Stroma
- Fotolisis
- 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

## 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
- Tanah : 9/10/2020
- Tempat : Taman Mewah, Perak
- Nota : • Daunnya berwarna hijau muda.
- Separuh daunnya bergerigi di tepi yang menghala ke bahagian atas.
- Bunganya menonjol.
- Bilangan bunga sekuntum dan terletak pada hujung tangkai yang panjang.

## Struktur Dalam Lamina Daun

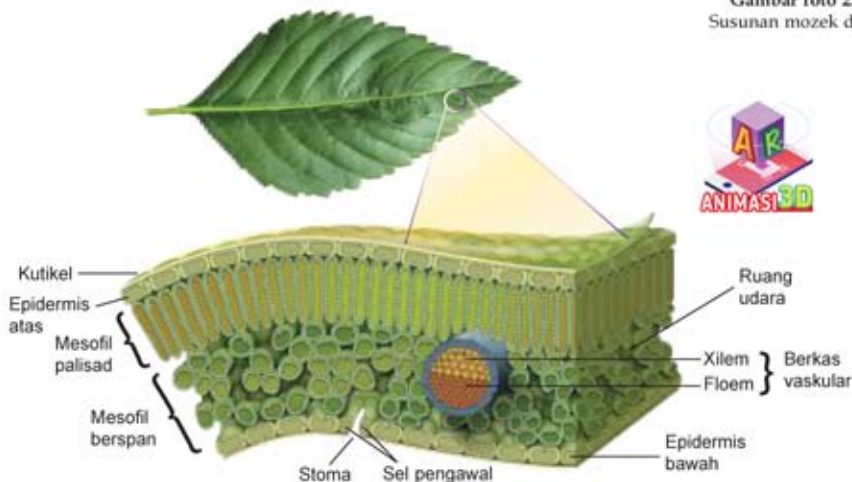
Bagi kebanyakan tumbuhan, lamina daun tersusun supaya tidak bertindih. Ini membolehkan daun menerima cahaya yang optimum untuk menjalankan fotosintesis. Susunan ini disebut **mozek daun** (Gambar foto 2.3). Mari kita kaji keratan rentas lamina daun (Rajah 2.1) dan penerangan struktur dalam lamina daun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

### ZON AKTIVITI

Lukis dan labelkan struktur dalam lamina daun.



Gambar foto 2.3  
Susunan mozek daun



Rajah 2.1 Keratan rentas lamina daun

Jadual 2.1 Struktur dalam lamina daun

Struktur	Penerangan
Kutikel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kutikel merupakan lapisan berlilin, kalis air dan lut sinar yang melapisi bahagian epidermis atas dan epidermis bawah daun.</li> <li>Lapisan kutikel menghalang kehilangan air berlebihan melalui penyejatan (transpirasi).</li> <li>Kutikel yang lut sinar membenarkan cahaya matahari menembusnya.</li> </ul>
Epidermis atas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Epidermis atas terletak di permukaan atas daun, iaitu di bawah kutikel.</li> <li>Sel-sel dalam lapisan ini tidak mengandungi kloroplas dan bersifat lut sinar supaya cahaya dapat menembusnya.</li> </ul>
Epidermis bawah	<ul style="list-style-type: none"> <li>Epidermis bawah terletak di permukaan bawah daun.</li> <li>Lapisan ini mempunyai <b>stoma</b> yang terdiri daripada sepasang sel pengawal.</li> </ul>

Mesofil palisad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sel mesofil palisad tersusun secara tegak dan padat untuk memperoleh cahaya yang maksimum.</li> <li>Sel ini merupakan tapak fotosintesis. Oleh itu, sel ini mempunyai banyak <b>kloroplas</b>.</li> </ul>
Mesofil berspan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sel mesofil berspan berbentuk tidak sekata yang dapat menambah luas permukaan dalam bagi pertukaran gas.</li> <li>Sel ini tersusun longgar dan mempunyai banyak ruang udara di antara sel.</li> <li>Ini memudahkan peresapan gas <b>karbon dioksida</b> dan <b>air</b> merentasi daun ke sel-sel mesofil palisad semasa fotosintesis.</li> <li>Kandungan kloroplasnya adalah kurang berbanding dengan mesofil palisad.</li> </ul>
Berkas vaskular	<p>Xilem</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Xilem mengangkut air dan garam mineral yang diserap oleh akar ke daun.</li> <li>Dinding tisu xilem yang <b>berlignin</b> dan tebal adalah untuk memberi sokongan dan kekuatan mekanikal kepada tumbuhan.</li> </ul> <p>Floem</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Floem mengangkut <b>bahan organik</b> hasil fotosintesis dari daun ke bahagian lain tumbuhan.</li> </ul>

## 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

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

### Perbincangan

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

## Praktis Formatif 2.1

- Nyatakan **dua** struktur luar daun.
- Apakah kepentingan kutikel pada daun?
- Nyatakan **lima** struktur dalaman daun.
- Nyatakan fungsi xilem dan floem.
- Lapisan kutikel pada epidermis atas bersifat lut sinar. Wajarkan.
- 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

### Ekplorasi 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

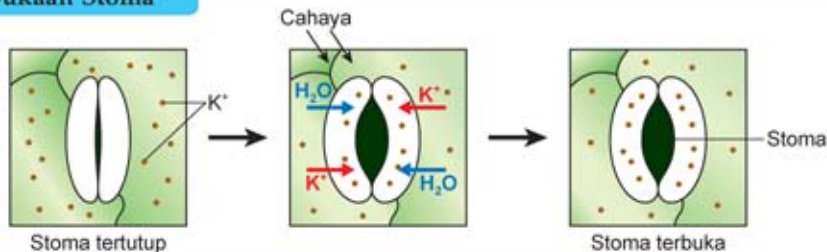
## Mekanisme Pembukaan dan Penutupan Stoma

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
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengumpulan atau penyingkiran ion kalium (<math>K^+</math>) di dalam sel pengawal akan mengubah keupayaan larutan.</li> <li>Hal ni akan meningkatkan atau menurunkan keupayaan air di dalam sel-sel pengawal.</li> <li>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.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pada waktu siang atau dengan kehadiran cahaya, fotosintesis berlaku dan menghasilkan gula yang larut (sukrosa).</li> <li>Pada waktu malam atau semasa ketiadaan cahaya pula, gula yang terdapat dalam sel pengawal ditukarkan kepada kanji.</li> </ul>

## Pembukaan Stoma



Rajah 2.2 Mekanisme pembukaan stoma

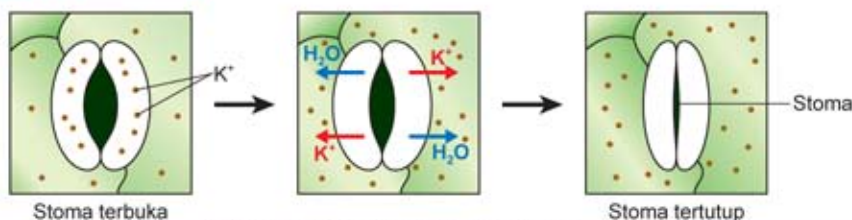
### Pengambilan ion kalium oleh sel pengawal

- 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 segh 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 segh 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 menghubungkaitkan 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****Aktiviti**

Mereka bentuk neraca mikro  
<https://bit.ly/3h0t60Y>

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 flasid.
- 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.



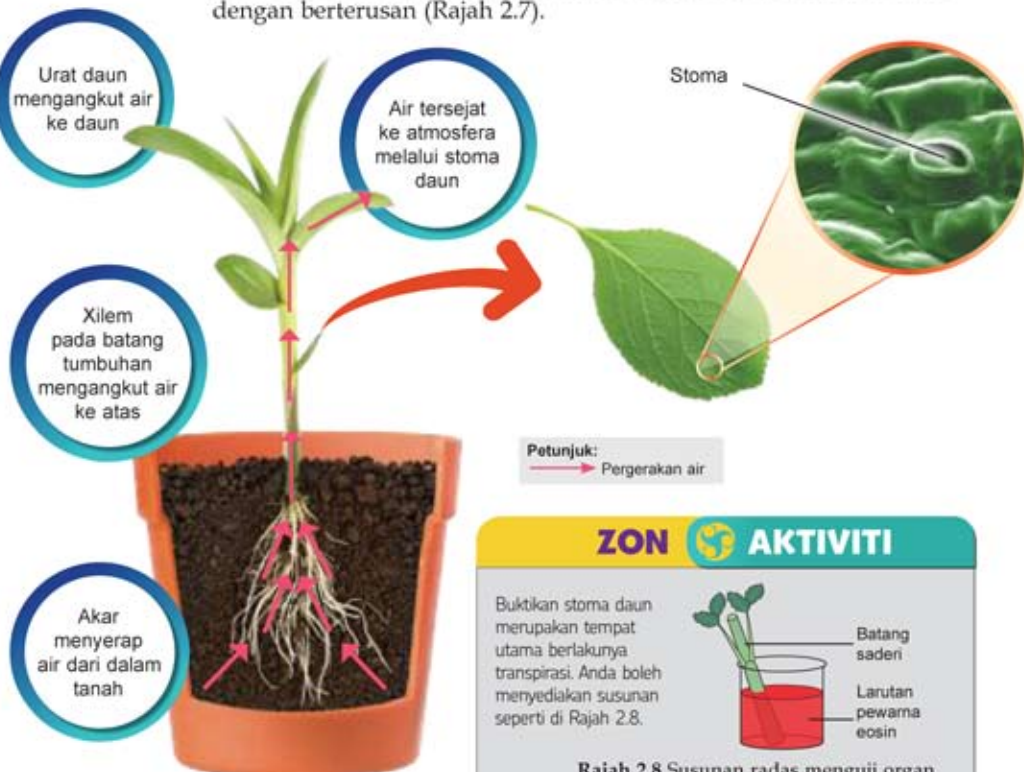
4. Apakah kepentingan penutupan stoma semasa tumbuhan kekurangan air?

# 2.3

## Organ Utama Transpirasi

### Keperluan Transpirasi dalam Tumbuhan

**T**ranspirasi 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 tersejat 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).



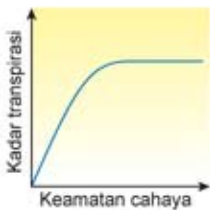
Adakah kadar transpirasi tumbuhan di gurun berbeza dengan tumbuhan di hutan hujan tropika?



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

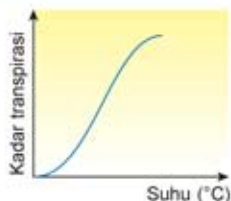
Semakin rendah kelembapan relatif udara di sekeliling, semakin cepat wap air tersejat daripada stoma. Oleh itu, semakin tinggi kadar transpirasi.



Rajah 2.10

### Suhu

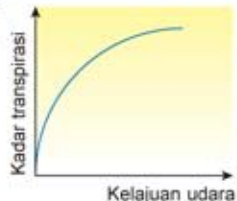
Peningkatan suhu meningkatkan tenaga kinetik molekul air dan menambahkan kadar transpirasi.



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.
- 
- Rajah 2.13** Susunan radas potometer
- Tandakan kedudukan awal gelembung udara dalam potometer sebagai P.
  - Bedahkan potometer di dalam bilik tanpa kipas berputing dan diikuti dengan mendedharkannya 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)

- (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) Kelembapan relatif udara	Tinggi		
	Rendah		


#### Perbincangan

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

#### Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

## Praktis Formatif 2.3

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

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.



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



**Kesimpulan Priestly:**  
Tumbuhan membebaskan oksigen.

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.



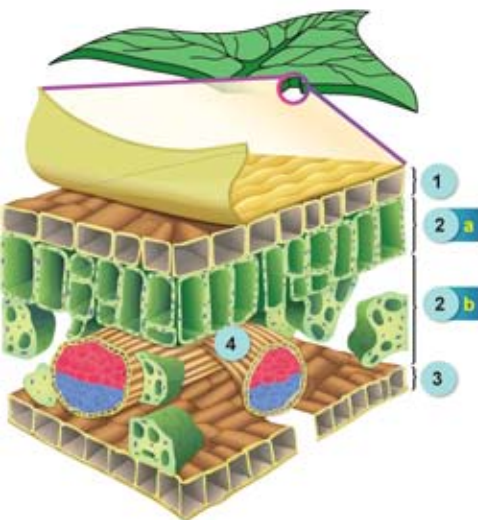
Rajah 2.14 (b) Eksperimen Joseph Priestly

## 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**

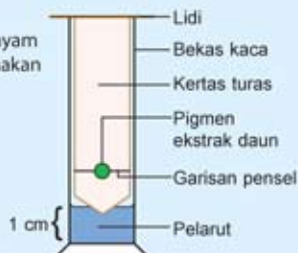
Menjalankan penyiasatan untuk mengasingkan pigmen-pigmen fotosintesis di dalam daun dengan menggunakan kromatografi kertas

**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



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

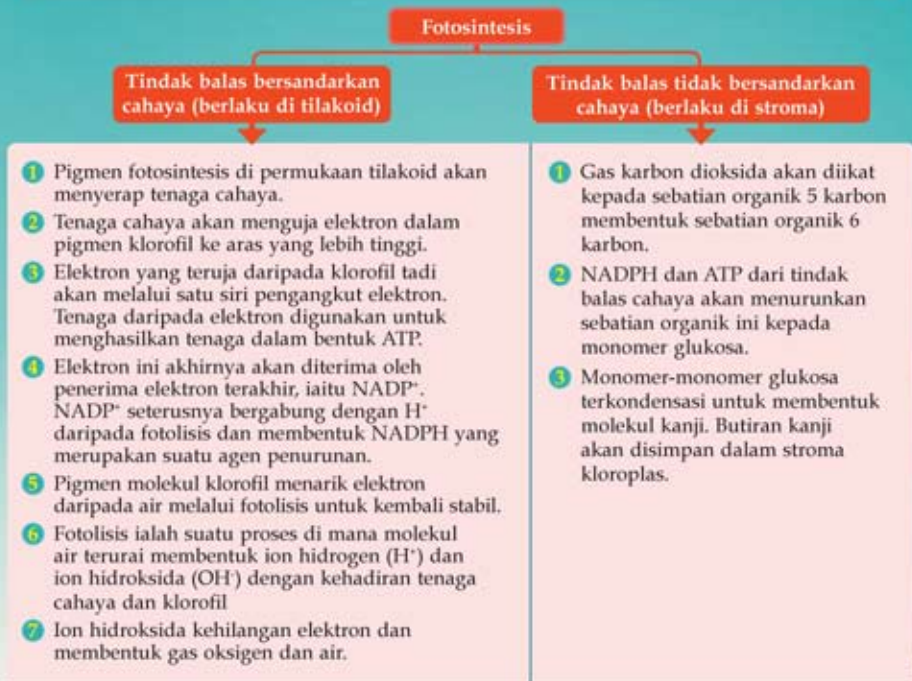
$$R_f = \frac{\text{Jarak yang dilalui oleh pigmen}}{\text{Jarak yang dilalui oleh pelarut}}$$

Jadual 2.3 Nilai  $R_f$  dan warna pigmen tumbuhan

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).



Tindak balas keseluruhan fotosintesis dapat diwakili oleh persamaan kimia berikut:



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

### Eksplorasi Bio

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

## Persamaan dan Perbezaan antara Tindak Balas Berdasarkan Cahaya dengan Tindak Balas Tidak Berdasarkan Cahaya



### Bijak Fikir

Tumbuhan menyerap 83% cahaya matahari. Hanya 4% digunakan untuk fotosintesis. Apakah yang terjadi pada lebih tenaga tersebut?

Rajah 2.19 Perbandingan antara tindak balas berdasarkan cahaya dengan tindak balas tidak berdasarkan 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?

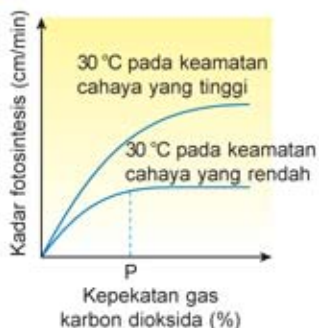
Gambar foto 2.8 Rumah hijau

# 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

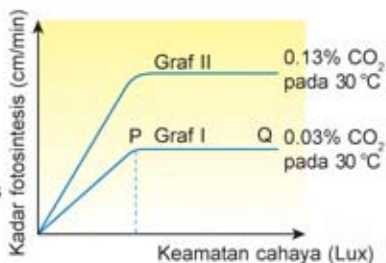
Faktor pengehad ialah faktor yang mengawal kadar sesuatu proses biokimia dan berubah mengikut pemboleh ubah yang lain. Peningkatan faktor pengehad akan meningkatkan kadar sesuatu proses biokimia jika faktor lain dimalarkan.

## 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.



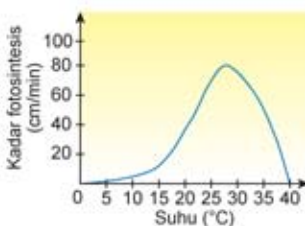
Rajah 2.21 Hubungan antara kadar fotosintesis dengan keamatan cahaya



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 menyahagikan 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 berais 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

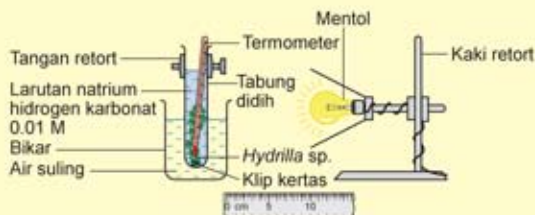
**Bahan**

*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

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

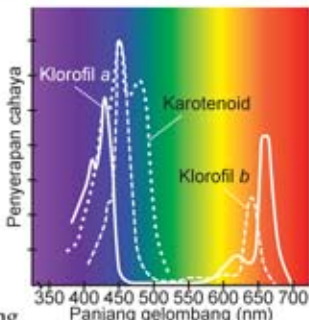
## Kesan Perubahan Keamatan Cahaya dan Warna Cahaya terhadap Kadar Fotosintesis



Apakah warna cahaya yang paling sesuai untuk memaksimumkan 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 berdasarkan 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



## 2.4

## Warna Cahaya yang Terbaik untuk Tumbuhan Akuatik

## EKSPERIMEN

## 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.

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.

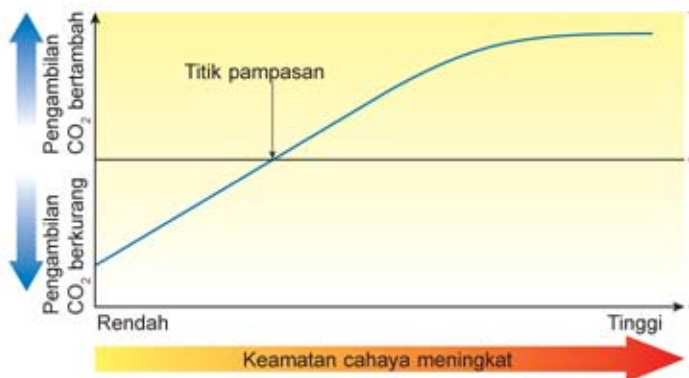
Adakah anda setuju dengan pernyataan ini? Jelaskan.

# 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.



**Untung bersih dalam glukosa** (kadar fotosintesis melebihi kadar respirasi)

**Rugi bersih dalam glukosa** (glukosa digunakan dalam respirasi lebih cepat berbanding yang dihasilkan oleh fotosintesis)

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	Mitochondria
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

- Berikan definisi titik pampasan.
- 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?
- Pada titik pampasan, kadar fotosintesis dan respirasi sel adalah sama. Nyatakan kesannya terhadap:
  - Penghasilan glukosa oleh tumbuhan
  - Pembebasan oksigen ke atmosfera



# Imbas Memori



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 berdasarkan cahaya dan tindak balas tidak berdasarkan 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

- (a) Petiol dan lamina merupakan struktur luar daun. Nyatakan fungsi kedua-dua struktur ini.  
(b) 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 dihiasi 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. 