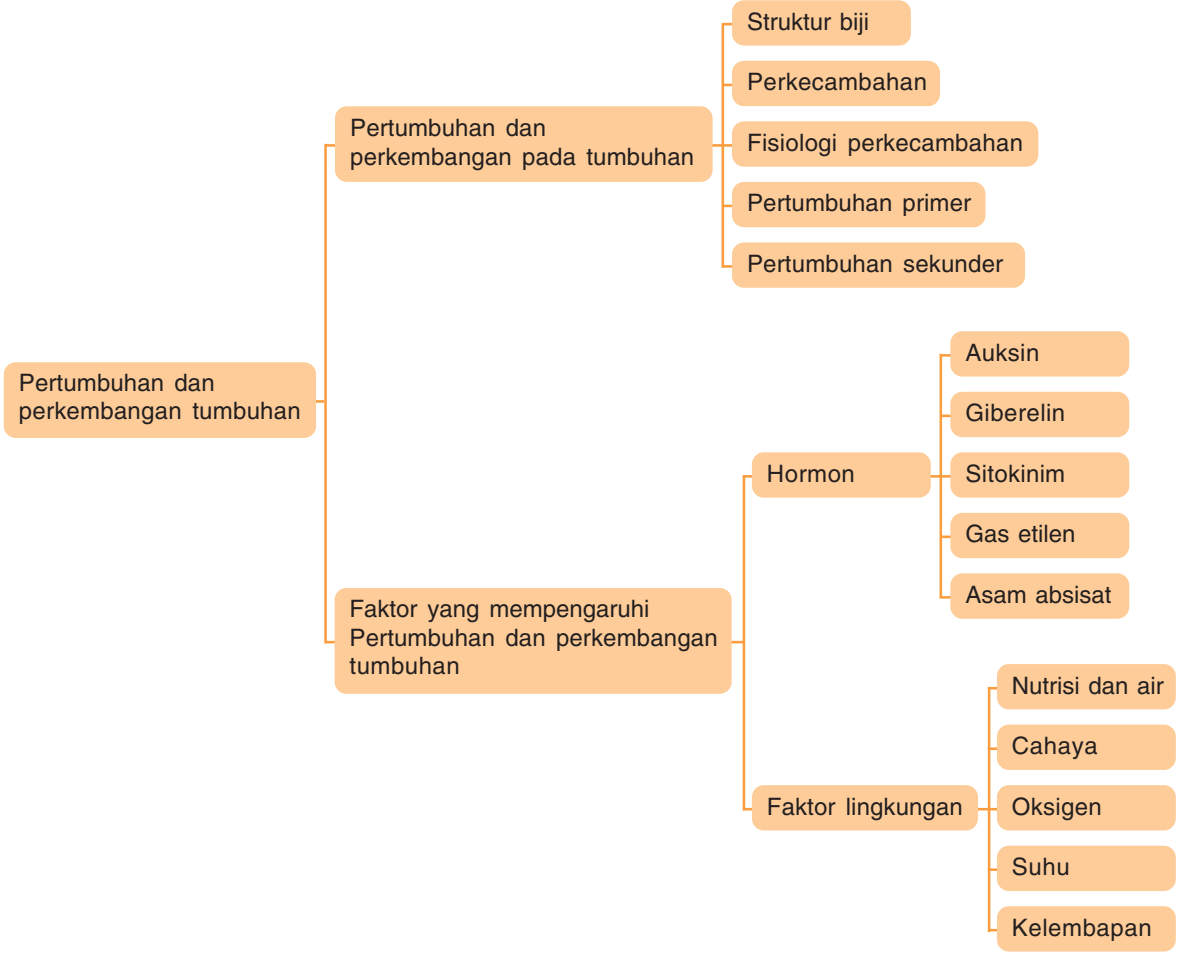
Bab 1 Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

Peta Konsep



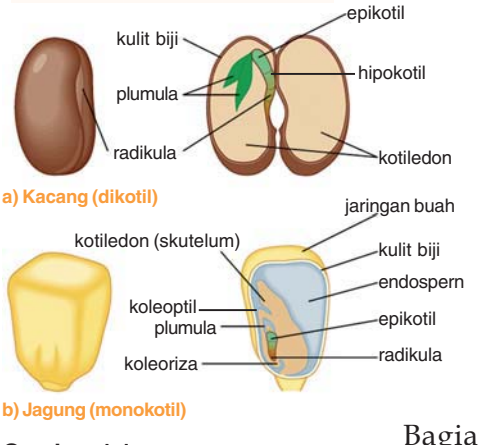
Pernahkah kamu memperhatikan tinggi badanmu? Coba kamu bandingkan tinggi badanmu sewaktu di SMP dengan sekarang. Apakah ada perubahan? Kamu sekarang bertambah tinggi. Hal ini terjadi karena kamu mengalami pertumbuhan. Pertumbuhan adalah suatu proses pertambahan ukuran, baik volume, bobot, jumlah sel atau protoplasma yang bersifat *irreversible* (tidak dapat kembali ke asal).

Pertumbuhan dan perkembangan terjadi pada makhluk hidup, baik pada manusia, hewan, maupun tumbuhan. Sekarang, kamu akan mempelajari pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan. Bagaimana proses pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan, faktor-faktor apa saja yang mempengaruhinya? Kamu akan mengetahui jawabannya setelah mempelajari bab ini, mari ikuti pembahasan berikut ini.

A Pertumbuhan dan Perkembangan pada Tumbuhan

Tumbuhan merupakan salah satu organisme hidup yang memiliki ciri-ciri, antara lain tumbuh dan berkembangbiak. Tumbuhan berbiji (monokotil dan dikotil) memiliki alat perkembangbiakan berupa biji. Mari cermati.

1. Struktur Biji



Sumber: Image.google.co.id

Gambar 1.1
Struktur biji monokotil (a) dan dikotil (b)

Biji adalah alat reproduksi, penyebaran, dan kelangsungan hidup suatu tumbuhan. Selain itu, bagi tumbuhan berbiji, biji merupakan awal dari kehidupan tumbuhan baru di luar induknya.

Jika biji tanaman dikotil seperti kacang-kacangan, kamu belah menjadi dua, kamu akan mendapatkan struktur biji yang terdiri atas plumula, hipokotil, radikula, kotiledon dan embrio. Sedangkan, struktur biji tanaman monokotil, misalnya jagung terdiri atas koleoptil, plumula, radikula, koleoriza, skutelum dan endosperma.

Bagian-bagian biji tersebut mempunyai fungsi masing-masing untuk pertumbuhan tanaman. Pada biji tanaman dikotil maupun monokotil, plumula merupakan poros embrio yang tumbuh ke atas yang selanjutnya akan tumbuh menjadi daun pertama, sedangkan radikula adalah poros embrio yang tumbuh ke bawah dan akan menjadi akar primer. Pada tanaman monokotil, misalnya jagung, kotiledon mengalami modifikasi menjadi *skutelum* dan *koleoptil*. Skutelum berfungsi sebagai alat penyerap makanan yang terdapat di dalam endosperma, sedangkan koleoptil berfungsi melindungi plumula. Selain itu, pada jagung juga terdapat koleoriza yang berfungsi melindungi radikula.

Diskusikan dengan teman sebangkumu.

Apa perbedaan biji monokotil dan dikotil?

2. Perkecambahan

Perkecambahan adalah peristiwa tumbuhnya embrio di dalam biji menjadi tanaman baru. Biji akan berkecambah jika berada dalam lingkungan yang sesuai. Proses perkecambahan ini memerlukan suhu yang cocok, banyaknya air yang memadai, persediaan oksigen yang cukup, kelembapan, dan cahaya.

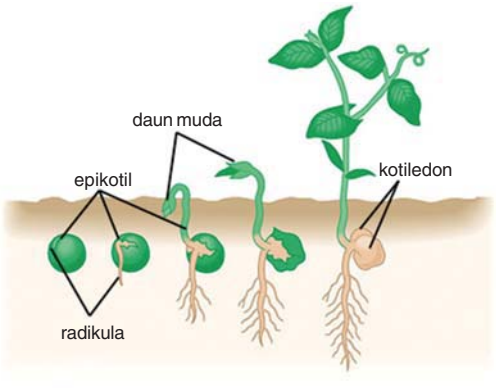
Struktur biji yang berbeda antara tumbuhan monokotil dan dikotil akan menghasilkan struktur kecambah yang berbeda pula. Pada tumbuhan monokotil, struktur kecambah meliputi radikula, akar primer, plumula, koleoptil, dan daun pertama. Sedangkan, pada kecambah tumbuhan dikotil terdiri atas akar primer, hipokotil, kotiledon, epikotil, dan daun pertama.

Berdasarkan letak kotiledonnya, perkecambahan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu *epigeal* dan *hipogeal*.

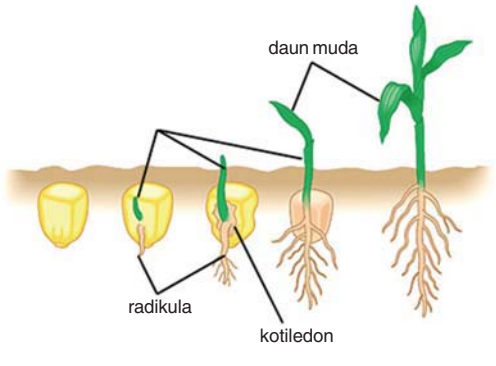
a. Pada perkecambahan *epigeal*, kotiledon terdapat di permukaan tanah karena terdorong oleh pertumbuhan hipokotil yang memanjang ke atas.
b. Pada perkecambahan *hipogeal*, kotiledon tetap berada di bawah tanah, sedangkan plumula keluar dari permukaan tanah disebabkan pertumbuhan epikotil yang memanjang ke arah atas.

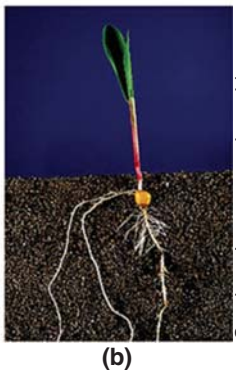
Diskusikan dengan teman sebangkumu.

Apa perbedaan antara perkecambahan epigeal dan hipogeal?



(a)





(b)

Sumber: Image.google.co.id

Gambar 1.2
Perkecambahan epigeal (a) dan hipogeal (b)

Untuk mengetahui struktur biji dan kecambah monokotil dan dikotil. Coba kamu lakukan percobaan berikut ini.

Mari Mencoba

Bekerjalah dengan teman sekelompokmu.

Judul

Struktur Biji dan Kecambah Monokotil dan Dikotil

Tujuan

Mempelajari perbedaan struktur biji dan kecambah jagung (monokotil) dan kacang tanah (dikotil).

Bahan dan Alat

1) Biji jagung dan kacang tanah masing-masing ± 10 butir
2) Wadah plastik yang berisi media kapas basah

Cara Kerja

A. Mempelajari Struktur Biji

1) Amati biji jagung dan biji kacang tanah dengan cara membelah biji tersebut. Sehingga, kamu dapat mengamati embrio yang ada di dalam biji.
2) Gambarlah struktur biji jagung dan kacang tanah tersebut dan tuliskan bagian-bagiannya.

B. Mempelajari Struktur Kecambah

1) Kecambahkan biji jagung dan biji kacang tanah dalam wadah plastik dengan media kapas basah.
2) Setelah berumur ± 1 minggu, gambar dan tuliskan bagian-bagian kecambah.

Pertanyaan

1) Tuliskan perbedaan antara struktur biji jagung dan biji kacang tanah.
2) Jelaskan fungsi dari bagian-bagian embrio biji yang telah kamu amati.
3) Tuliskan perbedaan antara kecambah jagung dan kacang tanah.
4) Tuliskan perbedaan antara tanaman dikotil dan monokotil.

Apa yang dapat disimpulkan? Diskusikan hasil kelompokmu dengan kelompok lain.

3. Fisiologi Perkecambahan

Untuk memulai kehidupannya, biji harus berkecambah menjadi tanaman baru. Perkecambahan biji dimulai dengan imbibisi dan diakhiri ketika radikula memanjang atau muncul melewati kulit. Perkecambahan biji dapat dibagi menjadi 4 tahap, yaitu:

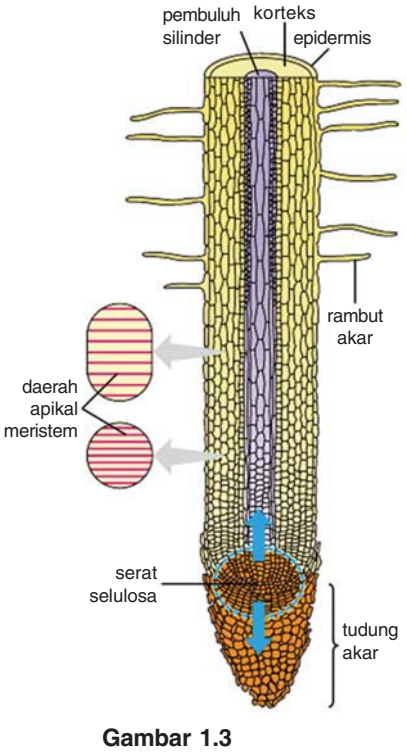
a) Hidrasi atau imbibisi; selama kedua periode tersebut, air masuk ke dalam embrio dan membasahi protein dan koloid lain.
b) Pembentukan atau pengaktifan enzim yang menyebabkan peningkatan aktivitas metabolik.
c) Pemanjangan sel radikula, diikuti munculnya radikula dari kulit biji.
d) Pertumbuhan kecambah selanjutnya adalah pertumbuhan primer.

4. Pertumbuhan Primer

Setelah proses perkecambahan, tumbuhan mengalami pertumbuhan dan perkembangan lebih lanjut. Tumbuhan akan membentuk akar, batang, dan daun. Ujung batang dan ujung akar akan tumbuh memanjang karena adanya aktivitas sel-sel meristematis. Proses ini disebut *pertumbuhan primer*. Sel-sel meristem dapat juga berdiferensiasi menjadi sel-sel yang memiliki struktur dan fungsi yang khusus.

Daerah pertumbuhan pada ujung batang dan ujung akar dapat dibedakan menjadi 3 daerah, yaitu:

a) Daerah pembelahan terdapat pada ujung akar. Sel-sel meristem di daerah ini akan mengalami pertumbuhan dan perkembangan struktur akar pertama.
b) Daerah pemanjangan terletak setelah daerah pembelahan. Pada daerah ini, sel-sel mengalami pembesaran dan pemanjangan.
c) Daerah diferensiasi. Daerah yang sel-selnya berdiferensiasi menjadi sel-sel yang memiliki struktur dan fungsi khusus.



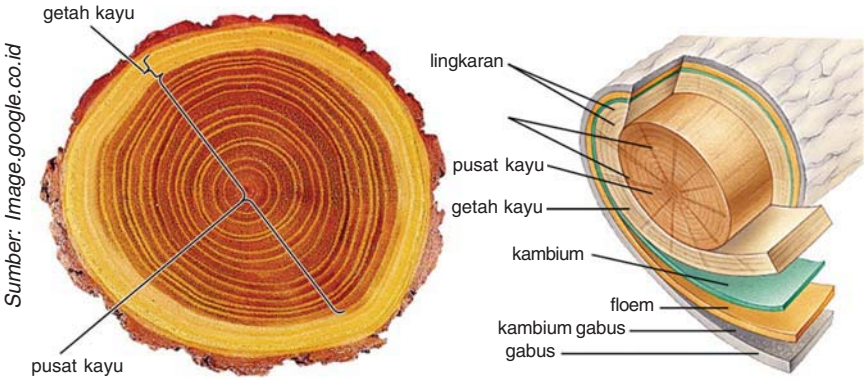
Gambar 1.3
Daerah pemanjangan akar

5. Pertumbuhan Sekunder

Di antara xilem dan floem terdapat kambium yang sel-selnya aktif membelah. Pada tumbuhan dikotil, jaringan xilem dan floem primer terdapat pada batang dan akar yang hidup selama periode yang relatif pendek. Kemudian, fungsinya diambil alih oleh jaringan pembuluh sekunder yang dihasilkan oleh kambium yang aktif membelah.

Pertumbuhan kambium ke arah luar membentuk floem sekunder, dan ke arah dalam membentuk xilem sekunder sehingga batang tumbuhan bertambah besar. Aktivitas kambium yang membentuk xilem dan floem sekunder ini disebut *pertumbuhan sekunder*. Semua jaringan yang ada di sebelah dalam kambium disebut *kayu*, sedangkan di sebelah luar kambium disebut *kulit* atau papagan.

Pembentukan xilem dan floem sekunder pada batang terjadi karena aktivitas kambium yang dipengaruhi oleh musim. Jika kondisi lingkungan kurang menguntungkan, maka aktivitas kambium menjadi rendah sehingga xilem dan floem sekunder yang dihasilkan sedikit. Namun sebaliknya, pada musim hujan, aktivitas kambium ini akan meningkat. Perbedaan aktivitas kambium akan menghasilkan jejak pada batang yang disebut *lingkaran tahun*.



Sumber: Image.google.co.id

Gambar 1.4
Lingkaran tahun

B
Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

Pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan sangat dipengaruhi oleh faktor dalam dan faktor luar tumbuhan. Faktor dalam adalah semua faktor yang terdapat dalam tubuh tumbuhan antara lain faktor genetik yang terdapat di dalam gen dan hormon. Gen berfungsi mengatur sintesis enzim untuk mengendalikan proses kimia dalam sel. Hal ini yang menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan. Sedangkan, hormon merupakan senyawa organik tumbuhan yang mampu menimbulkan respon fisiologi pada tumbuhan.

Faktor luar tumbuhan yang sangat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, yaitu faktor lingkungan berupa cahaya, suhu, oksigen dan kelembapan. Untuk lebih memahami, mari cermati uraian berikut ini.

1. Hormon

Hormon tumbuhan adalah suatu senyawa organik yang disintesis di salah satu bagian tumbuhan dan dipindahkan ke

bagian yang lain, pada konsentrasi yang sangat rendah mampu menimbulkan respon fisiologis. Hormon mempengaruhi respon pada bagian tumbuhan, seperti pertumbuhan akar, batang, pucuk, dan pembungaan. Respon tersebut tergantung pada spesies, bagian tumbuhan, fase perkembangan, konsentrasi hormon, interaksi antar hormon, dan berbagai faktor lingkungan.

Terdapat lima hormon tumbuhan yang dikenal, yaitu auksin, giberelin, sitokinin, gas etilen, dan asam absisat (ABA). Mari cermati.

a. Auksin

Istilah *auksin* pertama kali digunakan oleh **Frits Went** yang menemukan bahwa suatu senyawa menyebabkan pembengkokan koleoptil ke arah cahaya. Pembengkokan koleoptil yang terjadi akibat terpacunya pemanjangan sel pada sisi yang ditempeli potongan agar yang mengandung auksin.

Auksin yang ditemukan **Went** kini diketahui sebagai asam indol asetat (IAA). Selain IAA, tumbuhan mengandung tiga senyawa lain yang dianggap sebagai hormon auksin, yaitu 4-kloro indolasetat (4 kloro IAA) yang ditemukan pada biji muda jenis kacang-kacangan, asam fenil asetat (PAA) yang ditemui pada banyak jenis tumbuhan, dan asam indolbutirat (IBA) yang ditemukan pada daun jagung dan berbagai jenis tumbuhan dikotil.

Auksin berperan dalam berbagai macam kegiatan tumbuhan di antaranya adalah:

1) Perkembangan buah

Pada waktu biji matang berkembang, biji mengeluarkan auksin ke bagian-bagian bunga sehingga merangsang pembentukan buah. Dengan demikian, pemberian auksin pada bunga yang tidak diserbuki akan merangsang perkembangan buah tanpa biji. Hal ini disebut *partenokarpi*.

2) Dominansi apikal

Dominansi apikal adalah pertumbuhan ujung pucuk suatu tumbuhan yang menghambat perkembangan kuncup lateral di batang sebelah bawah. Dominansi apikal merupakan akibat dari transpor auksin ke bawah yang dibuat di dalam meristem apikal.

3) Absisi

Daun muda dan buah muda membentuk auksin, agar keduanya tetap kuat menempel pada batang. Tetapi, bila pembentukan auksin berkurang, selapis sel khusus terbentuk di pangkal tangkai daun dan buah sehingga daun dan buah gugur.

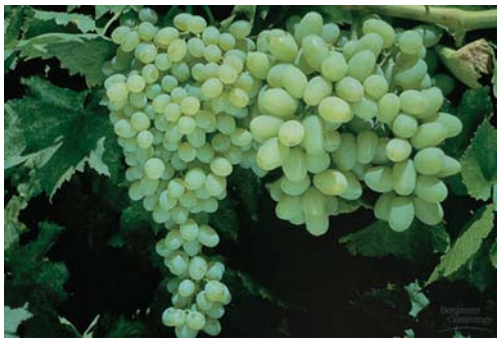
Sumber: Image.google.co.id

Gambar 1.5
Auksin di pucuk hilang apabila pucuk dipangkas

4) Pembentukan akar adventif

Auksin merangsang pembentukan akar liar yang tumbuh dari batang atau daun pada banyak spesies.

b. Giberelin



Sumber: Image.google.co.id

Gambar 1.6
Pengaruh giberelin pada buah anggur (kanan)

Giberelin pertama kali ditemukan di Jepang pada 1930 dari kajian terhadap tanaman padi yang sakit. Padi yang terserang jamur *Gibberella fujikuroi* tersebut tumbuh terlalu tinggi. Para ilmuwan Jepang mengisolasi zat dari biakan jamur tersebut. Zat ini dinamakan *giberelin*. Bentuk-bentuk giberelin diantaranya adalah GA3, GA1, GA4, GA5, GA19, GA20, GA37, dan GA38. Giberelin diproduksi oleh jamur dan tumbuhan tinggi.

Giberelin disintesis di hampir semua bagian tanaman, seperti biji, daun muda, dan akar. Giberelin memiliki beberapa peranan, antara lain:

1) Memacu perpanjangan secara abnormal batang utuh.
2) Perkecambahan biji dan mobilisasi cadangan makanan dari endosperm untuk pertumbuhan embrio.
3) Perkembangan bunga dan buah.
4) Menghilangkan sifat kerdil secara genetik pada tumbuhan.
5) Merangsang pembelahan dan pemanjangan sel.

c. Sitokinin

Kinetin merupakan sitokinin sintetik yang pertama ditemukan oleh *Carlos Miller* pada ikan kering. Setelah itu ditemukan senyawa sitokinin yang lain dalam endosperma cair jagung, yaitu *zeatin*. Sitokinin sintetik lainnya adalah BAP (6-benzilaminopurin) dan 2-ip.

Sitokinin mempunyai beberapa fungsi, antara lain:

1) Memacu pembelahan sel dalam jaringan meristematik.
2) Merangsang diferensiasi sel-sel yang dihasilkan dalam meristem.
3) Mendorong pertumbuhan tunas samping dan perluasan daun.
4) Menunda penuaan daun.
5) Merangsang pembentukan pucuk dan mampu memecah masa istirahat biji (*breaking dormancy*).

d. Gas etilen

Buah-buahan terutama yang sudah tua melepaskan gas yang disebut *etilen*. Etilen disintesis oleh tumbuhan dan

menyebabkan proses pemasakan yang lebih cepat. Selain etilen yang dihasilkan oleh tumbuhan, terdapat etilen sintetik, yaitu etepon (asam 2-kloroetifosfonat). Etilen sintetik ini sering di gunakan para pedagang untuk mempercepat pemasakan buah.

Selain memacu pematangan, etilen juga memacu perkecambahan biji, menebalkan batang, mendorong gugurnya daun, dan menghambat pemanjangan batang kecambah. Selain itu, etilen menunda pembungaan, menurunkan dominansi apikal dan inisiasi akar, dan menghambat pemanjangan batang kecambah.

e. Asam absisat (ABA)

Asam absisat (ABA) merupakan penghambat (inhibitor) dalam kegiatan tumbuhan. Hormon ini dibentuk pada daun-daun dewasa. Asam absisat mempunyai peran fisiologis diantaranya adalah:

1) Mempercepat absisi bagian tumbuhan yang menua, seperti daun, buah dan dormansi tunas.
2) Menginduksi pengangkutan fotosintesis ke biji yang sedang berkembang dan mendorong sintesis protein simpanan.
3) Mengatur penutupan dan pembukaan stomata terutama pada saat cekaman air.

Untuk lebih memahami pengaruh hormon pada tumbuhan, coba kamu lakukan kegiatan di bawah ini.

Mari Mencoba

Bekerjalah dengan teman sekelompokmu.

Judul

Pengaruh Berbagai Konsentrasi Auksin terhadap Inisiasi Akar

Tujuan

Mengetahui pengaruh auksin terhadap inisiasi akar.

Bahan dan Alat

1) Kecambah kacang panjang berumur lima hari sebanyak 12 buah
2) Botol dengan tutup yang berlubang dan di luarnya dilapisi oleh plastik hitam sebanyak 4 buah
3) Pisau atau silet dan penggaris

Cara Kerja

1. Siapkan 4 buah botol yang berisi 200 ml larutan:
   a. Destilata (air)
   b. Larutan IAA dengan konsentrasi 0,1 mg/l
   c. Larutan IAA dengan konsentrasi 0,5 mg/l
   d. Larutan IAA dengan konsentrasi 1,0 mg/l
2. Potong kecambah kacang panjang tepat di atas permukaan media tanamnya.
3. Hilangkan kotiledon, dan potong hipokotil pada 5 cm dari bekas tempat menempelnya kotiledon. Dengan cepat masukkan hipokotil tersebut ke dalam lubang pada tutup botol sehingga daun berada di luar botol. Letakkan semua botol pada meja lab. Seminggu kemudian, lakukan pengamatan terhadap inisiasi akar. Hitunglah jumlah akar dan panjang akar. Bandingkan hasil inisiasi akar antara kontrol, Larutan IAA 0,1 mg/l, Larutan IAA 0,5 mg/l, dan Larutan IAA 1,0 mg/l.

Apa yang dapat disimpulkan? Diskusikan hasil kelompokmu dengan kelompok lain.

2. Faktor Lingkungan

Faktor-faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, antara lain: cahaya, air, mineral, kelembapan, suhu, dan gaya gravitasi.

a. Nutrisi dan Air

Pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan membutuhkan nutrisi. Nutrisi ini harus tersedia dalam jumlah cukup dan seimbang, antara satu dengan yang lain. Nutrisi diambil tumbuhan dari dalam tanah dan udara. Unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tumbuhan dikelompokkan menjadi dua, yaitu *zat-zat organik* (C, H, O, dan N) dan *garam anorganik* (Fe^{2+}. Ca^{2+}, dan lain-lain).

Berdasarkan jumlah kebutuhan tumbuhan, unsur-unsur dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu *unsur makro* dan *unsur mikro*. Unsur yang dibutuhkan tumbuhan dalam jumlah besar disebut unsur makro. Contohnya: C, H, O, N, P, K, S, dan asam nukleat. Sedangkan, unsur mikro adalah unsur-unsur yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit. Contohnya: Cl, Mn, Fe, Cu, Zn, B, dan Mo.

Pertumbuhan tanaman akan terganggu jika salah satu unsur yang dibutuhkan tidak terpenuhi. Misalnya, kurangnya unsur nitrogen dan fosfor pada tanaman menyebabkan tanaman menjadi kerdil. Kekurangan magnesium dan kalsium menyebabkan tanaman mengalami *klorosis* (daun berwarna pucat).

Pemenuhan kebutuhan unsur tumbuhan diperoleh melalui penyerapan oleh akar dari tanah bersamaan dengan penyerapan air. Air dibutuhkan tanaman untuk fotosintesis, tekanan turgor sel, mempertahankan suhu tubuh tumbuhan, transportasi, dan medium reaksi enzimatis.

Penemuan zat-zat yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk pertumbuhan dan perkembangan menyebabkan manusia mengembangkan suatu cara penanaman tumbuhan dengan memberikan nutrisi yang tepat bagi tumbuhan. Contoh aplikasinya adalah kultur jaringan dan hidroponik. Kultur jaringan membudidayakan suatu jaringan tanaman menjadi tanaman kecil yang mempunyai sifat seperti induknya. Media tanam kultur jaringan berupa larutan atau padatan yang kaya nutrisi untuk tumbuh tanaman. Kultur jaringan ini dapat menghasilkan tanaman baru dalam jumlah banyak dalam waktu yang relatif singkat. Sedangkan, hidroponik adalah metode penanaman dengan menggunakan air kaya nutrisi sebagai media tanam. Untuk lebih memahami, mari cermati Tabel 1.1 Nutrisi tumbuhan berikut ini.

Sumber: Image.google.co.id

Gambar 1.7
Tanaman hidroponik

Tabel 1.1 Nutrisi Tumbuhan

Nutrien	Bentuk yang Tersedia	Fungsi Utama	Gejala Kekurangan
Makronutrien			
Karbon (C)	CO_2 (udara)	Penyusun bahan organik (karbohidrat, lemak, protein, enzim dan turunannya)	Pertumbuhan dan metabolisme terhambat, akhirnya mati
Hidrogen (H)	H_2O (air)	Penyusun bahan organik (karbohidrat, lemak, protein, enzim dan turunannya)	Pertumbuhan dan metabolisme terhambat, akhirnya mati
Oksigen (O)	O_2 (udara), H_2O (air)	Penyusun bahan organik (karbohidrat, lemak, protein, enzim dan turunannya)	Pertumbuhan dan metabolisme terhambat, akhirnya mati
Fosfor (P)	H_2PO_4, HPO_4^-	Penyusun asam nukleat, fosfolipid membran sel, ATP, NADP, koenzim	Pertumbuhan terhambat, daun berwarna hijau tua, daun bercak kemerahan, ada bagian yang mati
Kalium (K)	K^+	Kofaktor atau aktivator enzim dalam sintesis protein dan metabolisme karbohidrat, untuk meniaga keseimbangan ion	Perubahan kabohidrat terhambat, daun bercak-bercak kuning
Nitrogen (N)	NO_3^-, NH_4^- dari tanah		
Sulfur (S)	SO_4^{2-}	Penyusun asam amino, protein, asam nukleat, klorofil, hormon, dan enzim	Pertumbuhan terhambat, daun pucat dan kuning
Kalsium (Ca)	Ca^{2+}	Penyusun asam amino sistein dan metionin, koenzim-A dan beberapa vitamin: tiamin dan biotin	Daun mengalami klorosis (menguning)
Besi (Fe)	Fe^{3+}, Fe^{2+}	Menjaga permeabilitas membran, membentuk kofaktor enzim dalam metabolisme karbohidrat	Pertumbuhan terhambat, gangguan aktivitas meristem ujung akhirnya mati, klorosis

Magnesium	Mg^{2+}	Berperan dalam pembentukan klorofil, merupakan komponen penting enzim sitokrom, peroksidase, dan katalase	Klorosis, daun menjadi kuning pucat, dan mati
Mikronutrien			
Boron (B)	H_3BO_3	Penyusun klorofil dan kofaktor enzim dalam metabolisme karbohidrat	Klorosis dari batang bawah ke ujung daun, pucat dan mati
Mangan (Mn)	Mn^{2+}	Berperan dalam translokasi glukosa	Ujung batang mengering dan rusak
Molibdenum (Mo)	MoO_4	Komponen enzim yang mereduksi nitrat menjadi nitrit. Penting untuk fiksasi N pada bakteri	Pertumbuhan terhambat
Seng (Zn)	Zn^{2+}	Dibutuhkan dalam sintesis triptofan (prekursor auksin), aktivator beberapa enzim dehidrogenase dan berperan dalam sintesis protein	Ukuran daun dan panjang ruas-ruas menjadi berkurang
Tembaga (Cu)	CU^{+}, CU^{2+}	Berperan dalam transfer elektron di dalam kloroplas, komponen enzim yang berperan dalam reaksi redoks	Daun muda berwarna hijau tua, daun berguguran
Klor (Cl)	Cr	Aktivator fotosintesis dan kesetimbangan ionik	Daun layu, klorosis, akar pendek dan menebal

b. Cahaya

Kualitas, intensitas, dan lamanya radiasi yang mengenai tumbuhan mempunyai pengaruh yang besar terhadap berbagai proses fisiologi tumbuhan. Cahaya mempengaruhi pembentukan klorofil, fotosintesis, fototropisme, dan fotoperiodisme. Efek cahaya meningkatkan kerja enzim untuk memproduksi zat metabolik untuk pembentukan klorofil. Sedangkan, pada proses fotosintesis, intensitas cahaya mempengaruhi laju fotosintesis saat berlangsung reaksi terang. Jadi cahaya secara tidak langsung mengendalikan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, karena hasil fotosintesis berupa karbohidrat digunakan untuk pembentukan organ-organ tumbuhan.

Perkembangan struktur tumbuhan juga dipengaruhi oleh cahaya (fotomorfogenesis). Efek fotomorfogenesis ini dapat dengan mudah diketahui dengan cara membandingkan kecambah yang tumbuh di tempat terang dengan kecambah dari tempat gelap. Kecambah yang tumbuh di tempat gelap akan mengalami *etiolasi* atau kecambah tampak pucat dan lemah karena produksi klorofil terhambat oleh kurangnya cahaya. Sedangkan, pada kecambah yang tumbuh di tempat terang, daun lebih berwarna hijau, tetapi batang menjadi lebih pendek karena aktifitas hormon pertumbuhan auksin terhambat oleh adanya cahaya.

1) Fototropisme

Percobaan **N Cholodny** dan **Frits went** menerangkan bahwa pada ujung koleoptil tanaman, pemanjangan sel yang lebih cepat terjadi di sisi yang teduh daripada sisi yang terkena cahaya. Sehingga, koleoptil membelok ke arah datangnya cahaya. Hal ini terjadi, karena hormon auksin yang berguna untuk pemanjangan sel berpindah dari sisi tersinari ke sisi terlindung.

Sumber: Image.google.co.id

Gambar 1.8
Pengaruh auksin terhadap fototropisme

Banyak jenis tumbuhan mampu melacak matahari, dalam hal ini lembar datar daun selalu hampir tegak lurus terhadap matahari sepanjang hari. Kejadian tersebut dinamakan *diafototropisme*. Fototropisme ini terjadi pada famili *Malvaceae*.

Untuk lebih memahami pengaruh cahaya terhadap tanaman atau perkecambahan, coba kamu rencanakan dan laksanakan kegiatan berikut ini dengan teman sekelompokmu.

Mari Mencoba

Bekerjalah dengan teman sekelompokmu.

Judul

Pengamatan Pengaruh Cahaya terhadap Perkecambahan

Tujuan

Mengetahui pengaruh cahaya terhadap perkecambahan.

Alat dan Bahan

1) Dua buah cawan petri
2) Kapas secukupnya
3) Biji kacang hijau sebanyak 20 biji
4) Air secukupnya
5) Penggaris

Cara Kerja

1) Berilah label pada cawan petri (misalnya A dan B)
2) Letakkan kapas pada cawan petri A dan B, kemudian basahi dengan air secukupnya sampai merata.
3) Rendamlah 20 biji kacang hijau selama kurang lebih 2 jam. Kemudian, masukkan 10 biji kacang hijau ke dalam cawan petri A dan 10 biji ke dalam cawan petri B.
4) Letakkan cawan petri A di tempat yang terkena cahaya matahari dan cawan B di tempat gelap. Agar kelembapan tetap terjaga, beri air secukupnya setiap hari.

5) Amati dengan cermat setiap hari, bagaimana kondisi kecambah dan ukurlah panjang kecambah di kedua cawan tersebut. Kemudian, catat hasilnya ke dalam Tabel 1.2 dan buatlah grafiknya setelah 5 hari berkecambah. Bandingkan panjang kecambah, warna, dan ketegaran kecambah pada kedua cawan.

Tabel 1.2 Pengamatan kecambah

Hari ke-	Panjang Kecambah (cm)		Kondisi Kecambah	
	A	B	A	B
1				
2				
3				
4				
5				

6) Buatlah kesimpulan tentang perbedaan panjang dan kondisi kecambah karena pengaruh cahaya terhadap perkecambahan.

7) Diskusikan hasil kelompokmu dengan kelompok lain.

2) Fotoperiodisme

Interval penyinaran sehari-hari terhadap tumbuhan mempengaruhi proses pembungaan. Lama siang hari di daerah tropis kira-kira 12 jam. Sedangkan, di daerah yang memiliki empat musim dapat mencapai 16 - 20 jam. Respon tumbuhan yang diatur oleh panjangnya hari ini disebut *fotoperiodisme*. *Fotoperiodisme* dipengaruhi oleh fitokrom (pigmen penyerap cahaya). Fotoperiodisme menjelaskan mengapa pada spesies tertentu biasanya berbunga serempak. Tumbuhan yang berbunga bersamaan ini sangat menguntungkan, karena memberi kesempatan terjadinya penyerbukan silang.

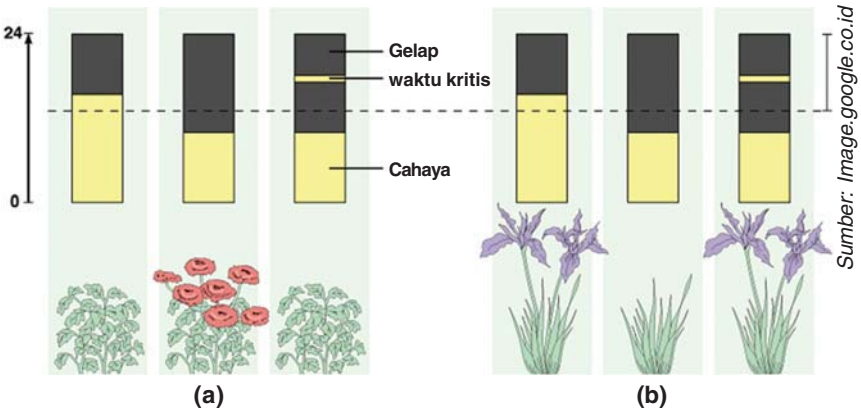
Berdasarkan panjang hari, tumbuhan dapat dibedakan menjadi empat macam, yaitu:

a) Tumbuhan hari pendek, tumbuhan yang berbunga jika terkena penyinaran kurang dari 12 jam sehari. Tumbuhan hari pendek contohnya krisan, jagung, kedelai, anggrek, dan bunga matahari.

b) Tumbuhan hari panjang, tumbuhan yang berbunga jika terkena penyinaran lebih dari 12 jam (14 - 16 jam) sehari. Tumbuhan hari panjang, contohnya kembang sepatu, bit gula, selada, dan tembakau.

c) Tumbuhan hari sedang, tumbuhan yang berbunga jika terkena penyinaran kira-kira 12 jam sehari. Tumbuhan hari sedang contohnya kacang dan tebu.

d) Tumbuhan hari netral, tumbuhan yang tidak responsif terhadap panjang hari untuk pembungaannya. Tumbuhan hari netral contohnya mentimun, padi, wortel liar, dan kapas.



Sumber: Image.google.co.id

Gambar 1.8
Tumbuhan hari pendek (a) dan tumbuhan hari panjang (b)

Diskusikan dengan teman sebangkumu.

Coba kamu amati Gambar 1.8. Jelaskan pengaruh pencahayaan terhadap kedua tanaman tersebut.

c. Oksigen

Oksigen mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan. Dalam respirasi pada tumbuhan, terjadi penggunaan oksigen untuk menghasilkan energi. Energi ini digunakan, antara lain untuk pemecahan kulit biji dalam perkecambahan, dan aktivitas tumbuhan.

d. Suhu udara

Pertumbuhan dipengaruhi oleh kerja enzim dalam tumbuhan. Sedangkan, kerja enzim dipengaruhi oleh suhu. Dengan demikian, pertumbuhan tumbuhan sangat dipengaruhi oleh suhu. Setiap spesies atau varietas mempunyai suhu minimum, rentang suhu optimum, dan suhu maksimum. Di bawah suhu minimum ini tumbuhan tidak dapat tumbuh, pada rentang suhu optimum, laju tumbuhnya paling tinggi, dan di atas suhu maksimum, tumbuhan tidak tumbuh atau bahkan mati.

e. Kelembapan

Laju transpirasi dipengaruhi oleh kelembapan udara. Jika kelembapan udara rendah, transpirasi akan meningkat. Hal ini memacu akar untuk menyerap lebih banyak air dan mineral dari dalam tanah. Meningkatnya penyerapan nutrien oleh akar akan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Kamu telah mempelajari pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Hal-hal penting apa sajakah yang harus diketahui dalam mempelajarinya? Catatlah dalam bentuk rangkuman. Kemudian, tukarlah hasil rangkumanmu dengan rangkuman teman. Berikan masukan dan saran pada rangkuman masing-masing.

Daftar Istilah

Epigeal = tipe perkecambahan yang menghasilkan kotiledon dan epikotil keluar dari biji, karena pemanjangan hipokotil. Sehingga, kotiledon keluar ke atas tanah.

Etiolasi = pertumbuhan tumbuhan dalam keadaan gelap, batangnya memanjang dan daun berwarna pucat karena kurang cahaya.

Hipogeal = tipe perkecambahan yang menghasilkan sedikit hipokotil sehingga kotiledon tetap berada di dalam biji. Oleh karena itu, kotiledon tidak keluar ke atas tanah.

Klorosis = keadaan abnormal pada daun yang kehilangan klorofil sehingga daun berwarna pucat kekuningan. Keabnormalan ini disebabkan karena penyakit, kurang pencahayaan dan defisiensi besi, magnesium atau tembaga.

Koleoptil = selaput yang menyelubungi jaringan ujung pangkal daun pertama pada embrio monokotil.

Kotiledon = kepingan biji yang merupakan daun pertama lembaga pada tumbuhan jumlahnya satu pada monokotil dan dua pada dikotil.

Lingkaran tahun = daerah pada irisan melintang batang yang dapat dibedakan antara floem dan xilem yang terbentuk dalam satu tahun.

Partenokarpi = perkembangan buah tanpa biji, kerena tidak terjadi pembuahan.

Mari Berkompetensi

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat di setiap soal-soal berikut.

1. Makhluk hidup menunjukkan proses pertumbuhan pada peristiwa perubahan biologis, *kecuali* ….
   a. pertambahan volume sel
   b. pertambahan jumlah sel
   c. bersifat reversible atau dapat balik
   d. pertambahan ukuran sel
   e. bersifat irreversible

2. Ujung batang tanaman dapat membengkok ke arah datangnya cahaya karena pengaruh hormon ….
   a. gas etilen
   b. auksin
   c. asam absisat
   d. giberelin
   e. sitokinin

3. Buah semangka tanpa biji dapat kamu peroleh dengan memberikan hormon ….
   a. sitokinin
   b. giberelin
   c. asam absisat
   d. auksin
   e. etilen

4. Unsur makro yang berperan sebagai kofaktor enzim tumbuhan adalah ….
   a. C, H, dan O
   b. O, P, dan H
   c. K, Ca, dan Mg
   d. N, C, dan O
   e. K, Ca, dan N

5. Hormon yang berperan mempercepat proses pemasakan buah adalah hormon ….
   a. gas etilen
   b. asam absisat
   c. auksin
   d. giberelin
   e. sitokinin

6. Yang termasuk pertumbuhan sekunder adalah pertumbuhan pada bagian-bagian ….
   a. xilem sekunder dan floem sekunder
   b. ujung akar dan xilem sekunder
   c. xilem primer dan floem primer
   d. ujung akar dan ujung batang
   e. ujung akar saja

7. Unsur yang diambil dari udara untuk pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan hijau adalah ….
   a. Nitrogen
   b. Oksigen
   c. Karbon
   d. Hidrogen
   e. Natrium

8. Peluruhan daun pada musim kering disebabkan oleh hormon ….
   a. auksin
   b. asam absisat
   c. sitokinin
   d. giberelin
   e. gas etilen

9. Contoh hormon sitokinin adalah ….
   a. asam indolasetat
   b. zeatin
   c. asam fenil asetat
   d. etepon
   e. uilen

10. Jika kamu menanam tumbuhan pada media air disebut ….
    a. hidroponik
    b. aeroponik
    c. media biasa
    d. media gambut
    e. media arang

11. Untuk menghilangkan sifat kerdil secara genetik pada tumbuhan, dibutuhkan hormon ….
    a. auksin
    b. sitokinim
    c. kaukalin
    d. giberelin
    e. traumalin

12. Untuk membentuk kalus pada tumbuhan, dibutuhkan hormon ….
    a. auksin
    b. sitokinim
    c. kaukalin
    d. giberelin
    e. traumalin

13. Unsur yang diperlukan tumbuhan hijau dari udara untuk proses fotosintesis adalah ….
    a. oksigen
    b. nitrogen
    c. fosfat
    d. hidrogen
    e. karbon

14. Pernyataan mengenai cahaya di bawah ini benar, *kecuali* ….
    a. cahaya diperlukan untuk proses fotosintesis
    b. cahaya mempercepat pertumbuhan
    c. tanpa cahaya terjadi etiolasi
    d. cahaya inframerah berperan untuk menentukan suhu lingkungan.
    e. cahaya merah, dan nila diperlukan untuk fotosintesis

15. Tunas dapat membengkok ke atas karena pengaruh hormon ….
    a. auksin
    b. sitokinin
    c. kaukalin
    d. giberelin
    e. traumalin

B. Jawablah soal-soal berikut dengan singkat dan jelas.

1. Tuliskanlah tiga daerah pertumbuhan pada ujung batang dan ujung akar menurut aktivitasnya.
2. Jelaskan bagaimana terbentuknya lingkaran tahun pada batang dikotil.
3. Jelaskan mengenai fototropisme tumbuhan.
4. Tuliskanlah empat jenis tumbuhan berdasarkan pengaruh lamanya siang.
5. Jelaskan penggolongan nutrien tumbuhan berdasarkan kebutuhannya.