

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

### Perkecambahan, Pertumbuhan dan Pembungaan

#### A. Tujuan Pembelajaran

B-Friend yang hebat, setelah melakukan kegiatan pembelajaran 1 ini, diharapkan kalian mampu :

1. Menjelaskan perbedaan pertumbuhan dan perkembangan,
2. Menjelaskan macam-macam perkecambahan pada biji juga
3. Menjelaskan tahap pertumbuhan primer dan sekunder
4. Menyusun laporan hasil percobaan tentang pengaruh faktor eksternal terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman

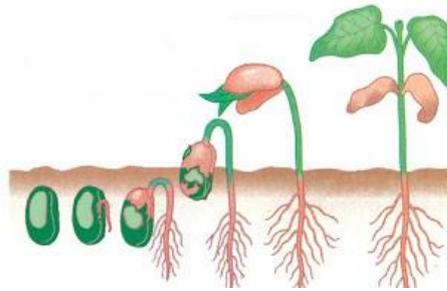
#### B. Uraian Materi

##### Pertumbuhan

Pertumbuhan merupakan proses bertambahnya tinggi, volume, atau massa tubuh pada makhluk hidup yang bersifat kuantitatif (bisa diukur dan dihitung dengan angka).

Proses pertambahan biomassa atau ukuran (berat, volume, atau jumlah) yang sifatnya tetap dan *irreversible* (tidak dapat balik ke kondisi semula) Pertumbuhan ini bisa dilihat dengan melihat tampilan fisik makhluk hidup tersebut.

Contohnya: Bertambahnya tinggi suatu tanaman.



Gambar 1. Proses pertumbuhan  
<https://www.amongguru.com/proses-perkecambahan>

Tabel : Contoh hasil data percobaan pertumbuhan

Kondisi	Panjang kecambah (cm) pada hari ke-							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Tempat Terang	0	0,3	0,9	1,3	2,1	3,0	4,2	5,0
Tempat Gelap	0	0,5	1,1	2,0	3,1	4,3	5,8	6,7

## Perkembangan

Pekembangan merupakan suatu proses differensiasi, organogenesis, dan diakhiri dengan terbentuknya individu baru yang lebih lengkap dan lebih dewasa yang bersifat kualitatif (tidak dapat dituliskan dengan angka)  
 Perkembangan tidak terbatas pada usia, ini berarti makhluk hidup akan terus berkembang seiring pertambahan usianya

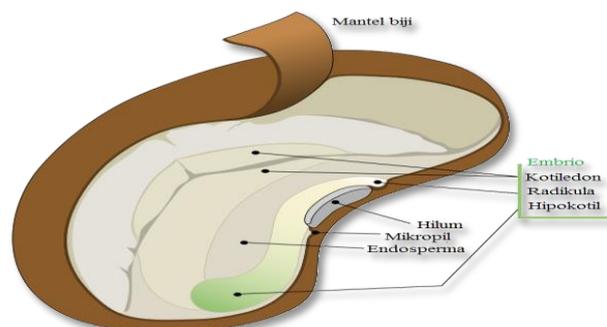


Gambar 2. Proses Perkembangan

Walaupun berbeda dari segi pengertian, namun kedua proses ini, pertumbuhan dan perkembangan berjalan secara simultan atau pada waktu yang bersamaan dan saling terkait.

Proses pertumbuhan dan perkembangan dipengaruhi factor internal (dari organisme itu sendiri) dan eksternal (dari lingkungan). Pengaruh faktor internal dan eksternal saling berinteraksi, sehingga sulit untuk menentukan mana yang paling berpengaruh

Pertumbuhan tumbuhan, diawali dari biji yang tumbuh menjadi zigot kemudian menjadi embrio yang dilengkapi cadangan makanan (endosperma).



Gb. Struktur Biji

<https://www.google.com/search?q=struktur+biji>

### Struktur Biji terdiri dari :

1. **Testa**, yaitu suatu selubung biji kuat yang berasal dari dinding bakal biji. berfungsi sebagai kulit biji Biji
2. **Plumula** ; Bakal Daun
3. **Radikula** :bakal akar
4. **Epikotil** : Bagian sumbu embrio yang berada di atas kotiledon.
5. **Hipokotil** : bagian sumbu embrio yang berada di bawah kotiledon
6. **Endosperm** : Cadangan makanan ada yang terdapat pada, yaitu jaringan yang mengelilingi embrio, atau terdapat di dalam kotiledon.
7. **Kotiledon** dan satu atau dua keping biji.  
Pada tanaman monokotil, kotiledon mengalami modifikasi menjadi skutelum dan koleoptil.
8. **Skutelum** berfungsi sebagai alat penyerap makanan yang terdapat di dalam endosperma, sedangkan
9. **Koleoptil** berfungsi melindungi plumula.
10. **Koleoriza** yang berfungsi melindungi radikula. Pada tanaman dikotil tidak terjadi modifikasi

Biji terbagi menjadi dua jenis, yaitu biji yang tak berendosperm atau biji eksalbumin, contohnya biji bunga matahari dan biji berendosperm atau biji beralbumin, Biji jagung

Pertumbuhan tumbuhan merupakan hasil dari:

1. Pembelahan sel : Pembelahan mitosis menghasilkan sel anakan baru
2. Pembesaran sel : Pertambahan ukuran sel anak
3. Diferensiasi sel : Perubahan sel hingga terbentuk organ-organ

Peristiwa diferensiasi menghasilkan perbedaan yang tampak pada struktur dan fungsi masing-masing organ, sehingga perubahan yang terjadi pada organisme tersebut semakin kompleks. Auksanometer adalah Suatu alat untuk mengukur pertumbuhan memanjang suatu tanaman, yang terdiri atas sistem kontrol yang dilengkapi jarum penunjuk pada busur skala atau jarum yang dapat menggaris pada silinder pemutar.

### 1. Perkecambahan.

#### Proses Perkecambahan

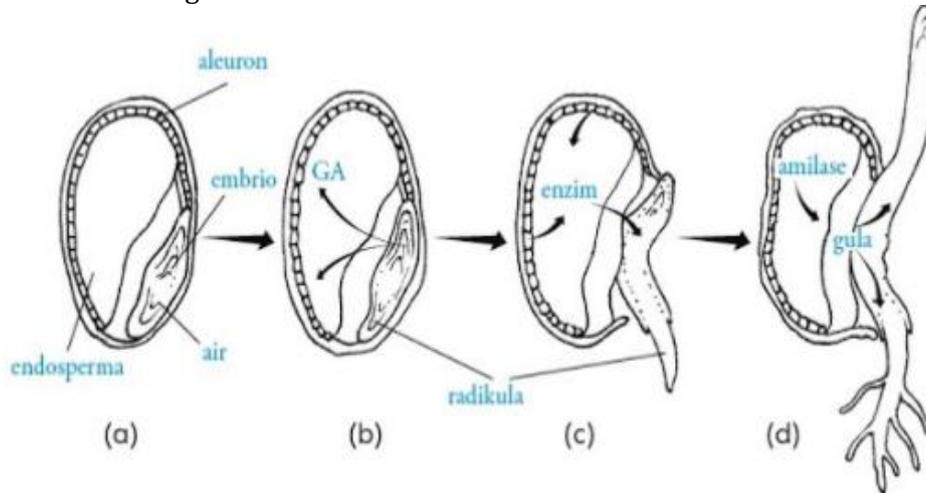
Perkecambahan biji merupakan serangkaian proses penting yang dimulai sejak dorman (periode diam) sampai menjadi bibit yang sedang tumbuh.

Perkecambahan meliputi peristiwa-peristiwa fisiologis dan morfologis sebagai berikut :

1. Imbibisi dan absorpsi
2. Hidrasi jaringan
3. Absorpsi oksigen
4. Pengaktifan enzim dan pencernaan
5. Transport molekul yang terhidrolisis ke sumbu embrio
6. Peningkatan respirasi dan simlasi
7. Munculnya embrio

Perkecambahan dimulai dari penyerapan air oleh biji, sehingga beratnya bertambah. Proses ini disebut dengan proses imbibisi. Pertambahan berat biji yang siap berkecambah pada kacang kira-kira 1,5 kali berat biji semula. Embrio menyekresikan hormon giberelin. Giberelin merangsang aleuron untuk mensintesis dan mengeluarkan enzim. Contohnya : amilase dan protease

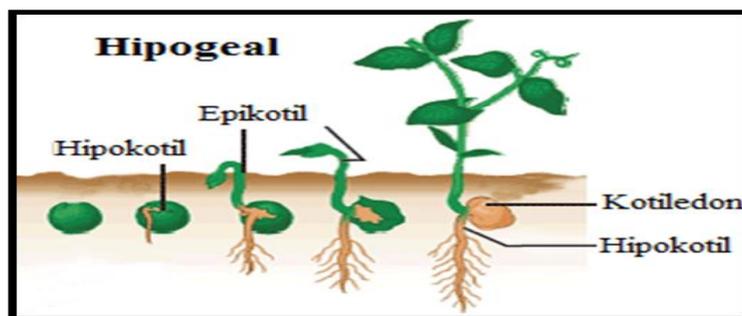
Masuknya air pada biji mengaktifkan enzim dan memungkinkan makanan cadangan (tepung) dihidrolisis menjadi larutan yang sesuai untuk dibawa ke titik tumbuh kecambah. Kecepatan perkecambahan dapat juga ditentukan oleh kecepatan menyiapkan makanan. Namun harus anda ingat, disamping faktor air dan makanan, terdapat faktor lain yang dapat mengendalikan perkecambahan yaitu faktor suhu dan persediaan oksigen.



Gambar : Perkecambahan  
<https://www.nafiun.com>

Tahap perkecambahan ialah munculnya plantula ( tanaman kecil ) dari dalam biji yang merupakan hasil pertumbuhan dan perkembangan embrio, pada saat biji mengalami perkecambahan, bagian plumula akan tumbuh dan berkembang menjadi batang sedangkan radikula akan tumbuh menjadi akar.

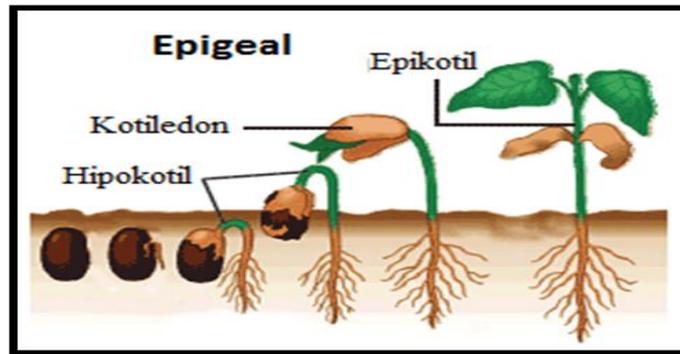
Ada dua tipe perkecambahan :



<https://www.amongguru.com/proses-perkecambahan>

Kotiledon tetap berada di dalam tanah. Plumula terbawa ke atas tanah karena pertumbuhan memanjang bagian epikotil.

Hal itu disebabkan pertumbuhan hipokotilnya sangat sedikit atau tidak memanjang sama sekali sehingga kotiledonnya tetap berada di dalam testa, dengan tunas muda dan akar muncul dari dalam biji.



<https://www.amongguru.com/proses-perkecambahan>

**Kotiledon** terangkat ke **atas tanah** karena pertumbuhan memanjang bagian **hipokotil**.

Kotiledon muncul sebagai **keping biji** hijau. **Hipokotil** berbentuk **kait** dan ujung plumula terletak di **antara dua keping biji**.

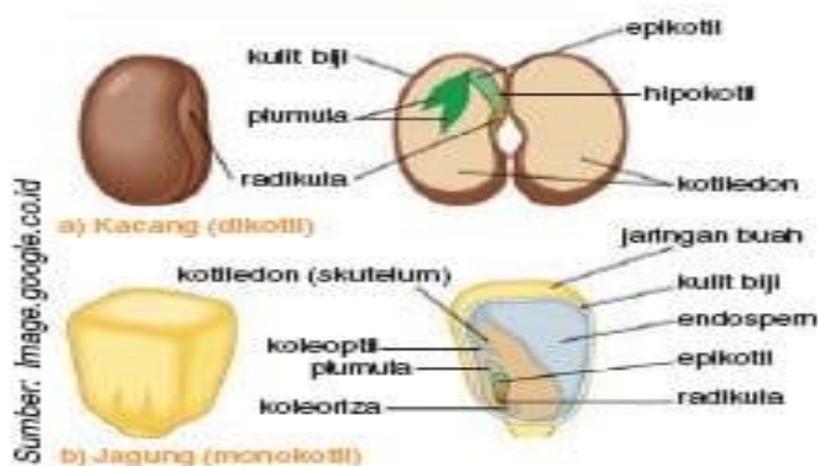
Tujuannya, agar ujung **plumula** terlindung dari **kerusakan** akibat abrasi tanah.

## 2. Pertumbuhan Primer

Terjadi sebagai hasil pembelahan sel-sel jaringan meristem primer. Berlangsung pada embrio, bagian ujung-ujung dari tumbuhan seperti akar dan batang.

Embrio memiliki 3 bagian penting :

1. Tunas embrionik yaitu calon batang dan daun
2. Akar embrionik yaitu calon akar
3. Kotiledon yaitu cadangan makanan



**Gambar Embrio Tumbuhan**

<https://www.google.com/search?q=pertumbuhan+primer>

Daerah pertumbuhan pada akar dan batang berdasar aktivitasnya terbagi menjadi 3 daerah:

1. Daerah pembelahan Sel-sel di daerah ini aktif membelah (meristematik)
2. Daerah pemanjangan Berada di belakang daerah pembelahan
3. Daerah diferensiasi Bagian paling belakang dari daerah pertumbuhan.

Sel-sel mengalami diferensiasi membentuk akar yang sebenarnya serta daun muda dan tunas lateral yang akan menjadi cabang. Setelah fase perkecambahan, diikuti pertumbuhan tiga sistem jaringan meristem primer yang terletak di akar dan batang. Pada fase ini tumbuhan membentuk akar, batang, dan daun. Tiga sistem jaringan primer yang terbentuk sebagai berikut.

1. Protoderm, yaitu lapisan terluar yang akan membentuk jaringan epidermis.
2. Meristem dasar yang akan berkembang menjadi jaringan dasar yang mengisi lapisan korteks pada akar di antara stela dan epidermis.
3. Prokambium, yaitu lapisan dalam yang akan berkembang menjadi silinder pusat, yaitu floem dan xilem.

#### a. Pertumbuhan Primer Pada Akar

Akar muda yang keluar dari biji segera masuk ke dalam tanah, selanjutnya membentuk sistem perakaran tanaman.

Titik tumbuh akar dibedakan menjadi daerah

##### 1. Pembelahan

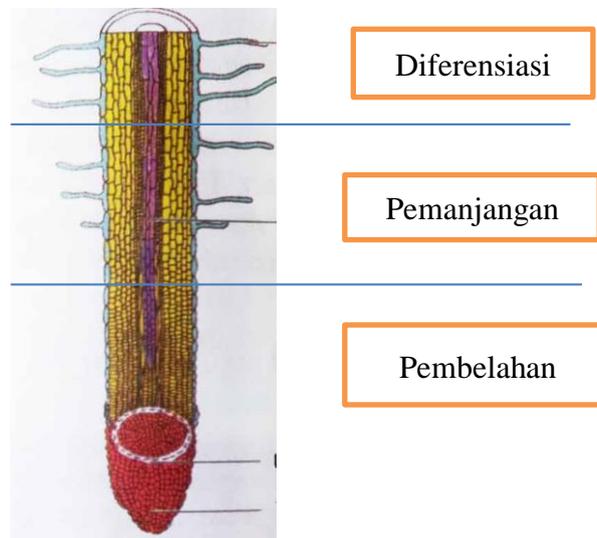
Tersusun oleh sel-sel meristem yang berbentuk kotak dan berukuran sangat kecil. terdapat pada bagian ujung, di belakang tudung akar. Pada daerah ini terdapat meristem primer dan meristem apikal dengan sel-sel yang aktif membelah (meristematik). Meristem apikal merupakan pusat pembelahan sel.

##### 2. Pemanjangan

Tersusun atas sel-sel yang memiliki kemampuan untuk membesar dan memanjang. Pembentangan sel di daerah ini akan mendorong akar untuk menembus tanah

##### 3. Diferensiasi

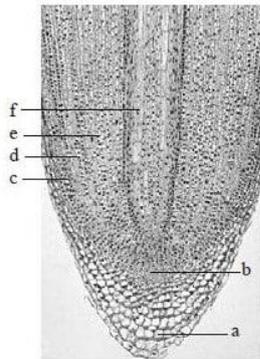
Tersusun atas sel-sel yang mengalami proses diferensiasi, sehingga memiliki struktur dan fungsi khusus. Epidermis pada daerah diferensiasi sudah terdiferensiasi dan tumbuh bulu-bulu akar, xilem dan floem



<https://www.google.com/search?q=pertumbuhan+primer>

- Tudung akar (kaliptra). Tudung akar atau kaliptra berfungsi sebagai pelindung terhadap benturan fisik ujung akar terhadap tanah sekitar pertumbuhan. Fungsi lain ujung akar, yaitu memudahkan akar menembus tanah karena tudung akar dilengkapi dengan sekresi cairan polisakarida. Perbedaan antara tudung akar dikotil dan monokotil sebagai berikut:

1. Pada tudung akar dikotil, antara ujung akar dengan kaliptra tidak terdapat batas yang jelas dan tidak memiliki titik tumbuh pada kaliptra tersebut.
2. Pada tudung akar monokotil, antara ujung akar dan kaliptra terdapat batas yang jelas atau nyata dan mempunyai titik tumbuh tersendiri yang disebut kaliptrogen.
3. Sel-sel kaliptra yang dekat dengan ujung akar mengandung butir-butir tepung yang disebut kolumela.



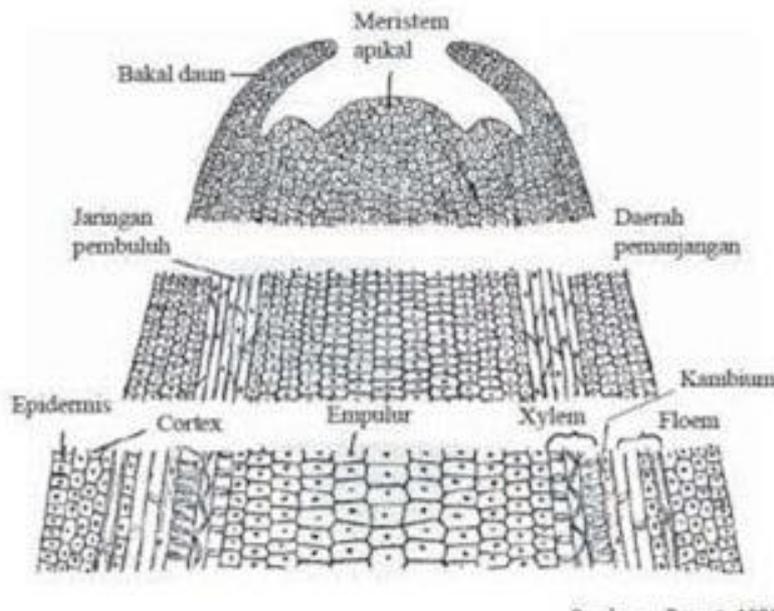
Gambar Jaringan meristem apikal akar.

- a. tudung akar
- b. meristem
- c. daerah pemanjangan sel
- d. korteks
- e. floem
- f. xylem

<https://satujam.com/>

### b. Pertumbuhan Primer pada Batang

Pertumbuhan dan perkembangan primer pada batang meliputi daerah pertumbuhan (titik tumbuh), daerah pemanjangan, dan daerah diferensiasi. Meristem apikal pada batang dibentuk oleh sel-sel yang senantiasa membelah pada ujung tunas yang biasa disebut kuncup. Di dalam kuncup, ruas batang dan tonjolan daun kecil (primordia) memiliki jarak sangat pendek karena jarak internodus (antar ruas) sangat pendek. Pertumbuhan, pembelahan, dan pemanjangan sel terjadi di dalam internodus.

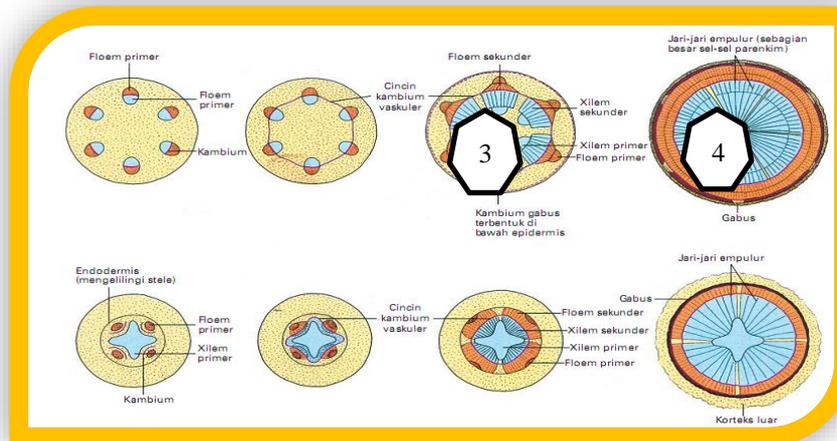


Gambar Irisan membujur ujung batang

<https://nuriloka29.wordpress.com/blog/>

### 3. Pertumbuhan Sekunder

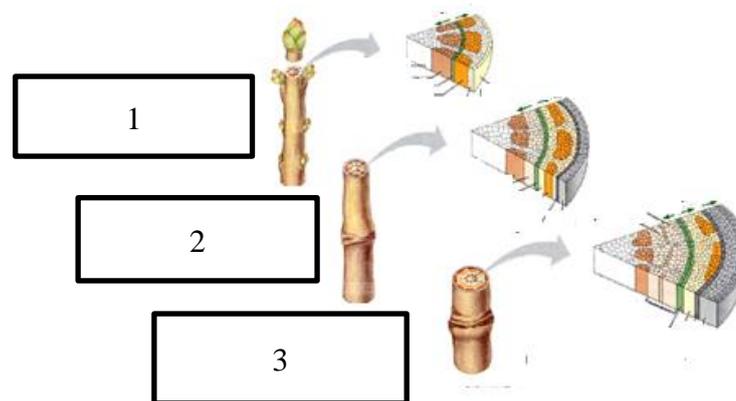
Merupakan aktivitas sel-sel meristem sekunder yaitu kambium dan kambium gabus. Pertumbuhan ini dijumpai pada tumbuhan dikotil, gymnospermae dan menyebabkan membesarnya ukuran (diameter) tumbuhan.



<https://forestechugm.wordpress.com/>

Tahapan pertumbuhan sekunder akar dan batang

1. Sel-sel kambium vaskuler terletak di antara xilem dan floem
2. Sel-sel kambium vaskuler melakukan pembelahan ke arah dalam membentuk jaringan xilem sekunder dan ke arah luar membentuk jaringan floem sekunder
3. Pembelahan sel-sel kambium vaskuler menghasilkan pertambahan diameter batang sehingga epidermis terkelupas/mati. Pembelahan Kambium gabus akan menggantikan fungsi epidermis yang rusak



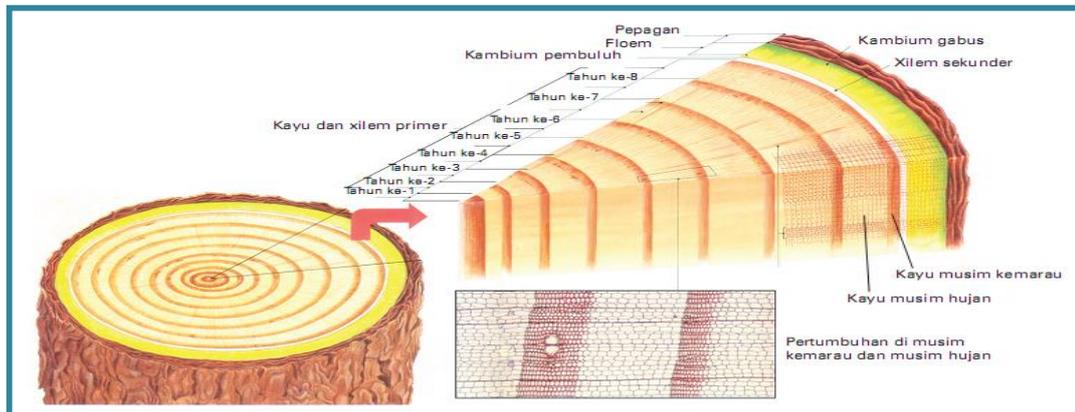
Tahapan pertumbuhan sekunder batang

<http://rizanaamalia.blogspot.com/>

Pembelahan kambium vaskuler terjadi sepanjang tahun, tetapi kecepatan pembelahan pada musim hujan dan musim kemarau tidak sama.

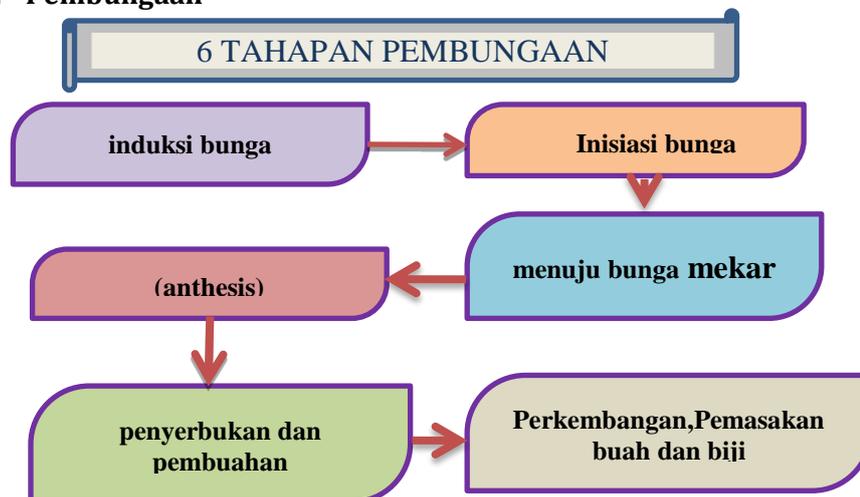
Pada musim hujan, kecepatan pembelahannya lebih tinggi sehingga menghasilkan pertambahan diameter batang yang lebih besar.

Jika mengamati penampang melintang batang pohon yang ditebang, Anda akan mendapatkan bentuk lingkaran-lingkaran pada batang pohon yang disebut...



<https://www.kompasiana.com/>

#### 4. Pembungaan



**Tahapan pembungaan :**

1. **induksi bunga (evokasi).**  
jaringan meristem berubah menjadi jaringan meristem reproduktif.
2. **Inisiasi bunga**  
perubahan morfologis dari tunas vegetatif menjadi bentuk **kuncup reproduktif**.
3. **menuju bunga mekar.**  
terjadinya diferensiasi bagianbagian bunga/ megasporogenesis dan mikrosporogenesis untuk penyempurnaan serta pematangan organorgan reproduksi jantan dan betina.
4. **bunga mekar (anthesis).** Sesuai dengan namanya, pada tahap ini terjadi pemekaran bunga. Biasanya, anthesis terjadi bersamaan dengan masaknya organ reproduksi jantan dan betina
5. **penyerbukan dan pemuahan.**  
terbentuknya buah muda.
6. **perkembangan pemasakan buah dan biji.**  
diawali dengan perbesaran bakal buah (ovarium) yang diikuti oleh perkembangan endosperm (cadangan makanan) dan selanjutnya terjadi perkembangan embrio.

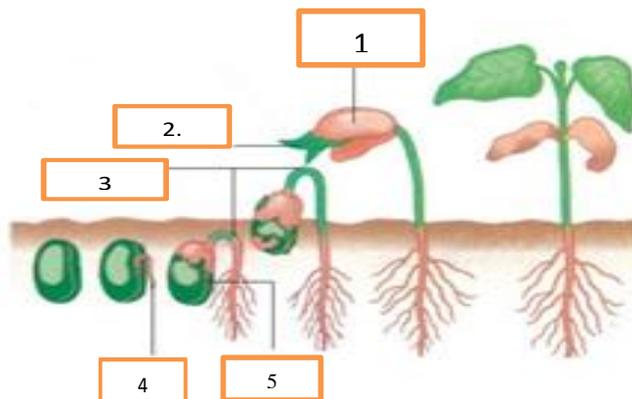
### C. Rangkuman

1. Pertumbuhan adalah penambahan jumlah sel pada suatu organisme. Pertumbuhan bersifat tidak dapat kembali (irreversible). Sedangkan, perkembangan merupakan proses untuk mencapai kematangan fungsi suatu organisme
2. Secara umum pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan diawali untuk stadium zigot yang merupakan hasil pembuahan sel kelamin betina dengan jantan
3. Pertumbuhan primer, terjadi sebagai hasil pembelahan sel-sel jaringan meristem primer. Berlangsung pada embrio, bagian ujung-ujung dari tumbuhan seperti akar dan batang.
4. Pertumbuhan sekunder, merupakan aktivitas sel-sel meristem sekunder yaitu kambium dan kambium gabus. Pertumbuhan ini dijumpai pada tumbuhan dikotil, gymnospermae dan menyebabkan membesarnya ukuran (diameter) tumbuhan.
5. Pembungaan terjadi melalui enam proses yaitu induksi bunga (evokasi).  
Inisiasi bunga, menuju bunga mekar, bunga mekar (anthesis), penyerbukan dan pembuahan. Dilanjutkan dengan perkembangan pemasakan buah dan biji.

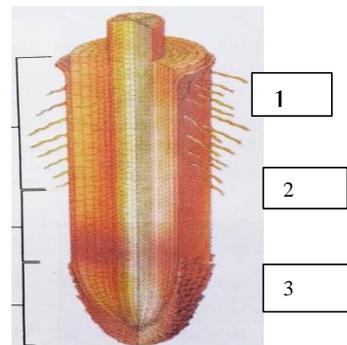
### D. Penugasan Mandiri

Setelah kalian mempelajari materi tentang pertumbuhan dan perkembangan, cobalah menjawab pertanyaan-pertanyaan di bawah ini !

1. Lengkapi keterangan gambar pada kotak yang sesuai pada gambar !



2. Lengkapilah tiga daerah pertumbuhan primer pada akar di samping, dan berikan penjelasan



## KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

### Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan

#### A. Tujuan Pembelajaran

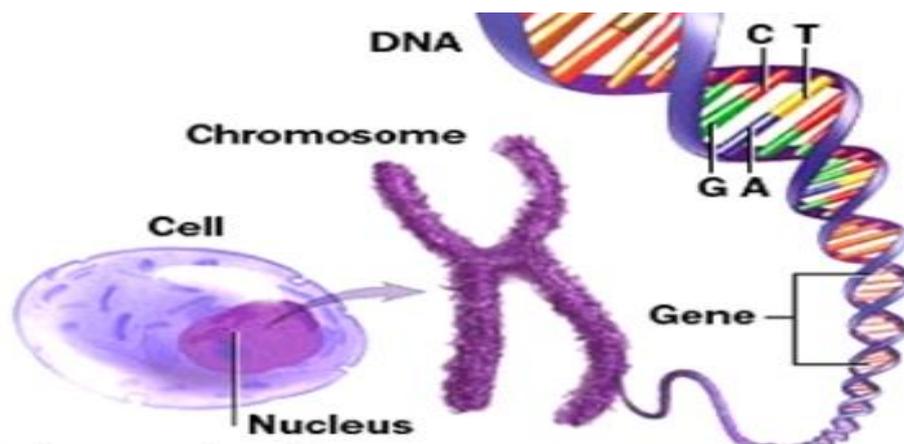
B-Friend yang hebat, melalui kegiatan pembelajaran kedua ini, ini diharapkan kalian mampu dan menjabarkan faktor internal maupun factor eksternal.

#### B. Uraian Materi

Tahukah B-friend, tumbuhan bisa berkembang seperti kita, lho ! Ada 2 faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Yuk, kita pelajari lebih lanjut mengenai faktor-faktor pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan!

##### 1. Factor dalam (internal)

Faktor dalam (internal) yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman meliputi faktor genetis dan fitohormon. Gen merupakan faktor hereditas atau pembawa sifat yang terdapat dalam tubuh tanaman.



<https://agrotek.id/>

Faktor ini sangat berperan dalam mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Selain faktor genetis, faktor internal yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman adalah zat pengatur tumbuh yang disebut fitohormon. Hormon pertumbuhan merupakan zat organik yang dihasilkan oleh jaringan tertentu dan diedarkan ke jaringan lainnya, yang dalam jumlah sedikit dapat mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan. Fitohormon adalah sekumpulan zat yang membantu pertumbuhan, sering disebut sebagai zat penumbuh atau hormon pertumbuhan. Hormon pertumbuhan pada tumbuhan ada bermacam-macam diantaranya (1) auksin; (2) giberelin (3) sitokinin; (4) asam absisat, (5) etilen

##### Hormon pertumbuhan

Hormon pertumbuhan bertugas memacu atau merangsang bagian tertentu untuk melakukan pembelahan sel agar tumbuhan semakin besar. Hormon yang utama yaitu :

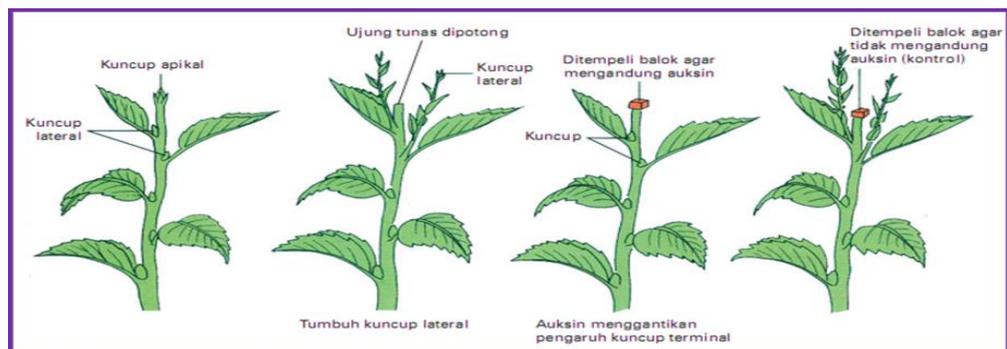
##### a. Auksin (Bahasa Yunani Auxein = meningkatkan)

Banyak terdapat di ujung-ujung koleoptil, atau ujung-ujung tunas.

Diketahui sebagai senyawa Asam Indol Asetat (AIA) atau Indol Acetic Acid (IAA). Kerjanya akan efektif bila tak ada cahaya.

Bekerja mempengaruhi/mempercepat proses pembelahan sel-sel meristem di ujung-ujung tunas (batang dan akar)

Dengan sifat auksin ini, tumbuhan dapat tumbuh sangat cepat ditempat gelap (etiolasi). Dalam percobaan dilaboratorium, auksin juga memacu pertumbuhan daun, bunga, buah dan batang rerumputan dan kelompok cemara. Sifat auksin ini digunakan oleh para petani buah untuk merangsang bunga menjadi buah tanpa pembuahan terlebih dahulu, sehingga kini muncul jenis buah tanpa biji, seperti semangka, jeruk, dan durian. Proses pembentukan buah tanpa pembuahan ini disebut *Partenokarpi*. Auksin juga dipakai untuk memacu tumbuhnya akar pada batang-batang stek.

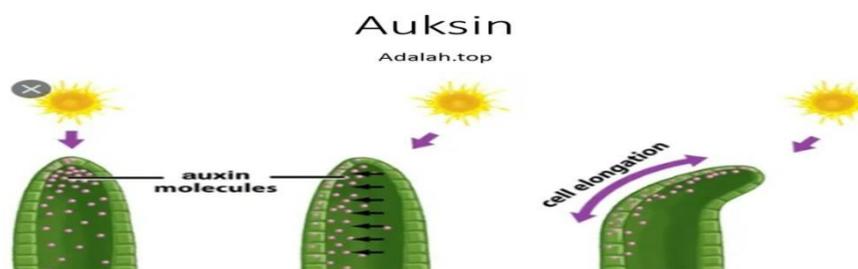


<https://www.pelajaran.co.id/>

B-Friend mengapa tanaman tumbuh bisa melengkung ? apa penyebabnya?

B-Friend yang hebat, kuncup apikal yang sedang tumbuh menghasilkan hormon auksin. Sementara itu, kerja auksin dihambat oleh adanya cahaya. Apabila sebagian kuncup apikal diarahkan pada cahaya matahari, akan terjadi pengangkutan auksin dari bagian yang terkena cahaya ke bagian yang terlindung dari cahaya. Pada keadaan demikian, auksin akan merangsang pertumbuhan selsel pada bagian yang terlindung tersebut.

Pada saat yang bersamaan, pertumbuhan selsel pada bagian yang terkena cahaya matahari akan terhambat karena konsentrasi auksin yang rendah. Akibatnya, batang akan tumbuh melengkung ke arah datangnya cahaya matahari



<https://adalah.top/auksin>

#### b. Gibberelin (Dari kata *Gibberella fujjuroi*)

*Gibberella fujikuroi* adalah jamur yang menghasilkan hormon gibberelin. Secara liar, *Gibberella fujikuroi* menginjeksikan tanaman lain dan mengeluarkan ekstrak gibberelin. Akibatnya tanaman inang tumbuh raksasa.

Setelah ditemukan pada *Gibberela fujikuroi* sebanyak 25 macam senyawa giberelin, ternyata ditemukan pula 73 macam lainnya pada tumbuhan tinggi. Giberelin dapat mempercepat tumbuhnya tunas, dan mempercepat perbungaan (vernalisasi), yang berarti mempercepat pematangan. Sekarang dapat ditemukan produk buah-buahan melimpah sebelum musimnya. Ini berkat penggunaan giberelin oleh para petani buah diluar musim berbuah.

Didunia pertanian, giberelin banyak dimanfaatkan karena fungsinya yang istimewa, antara lain

- Digunakan untuk partenokarpi, menghasilkan buah tanpa biji.
- Mempercepat pematangan daun (sayuran) dan buah (Jeruk)
- Memacu pertumbuhan padang rumput untuk ternak.
- Menyebabkan gerombol buah anggur lebih panjang.
- Anggur tahan cendawan
- Mendorong produksi benih
- Oleh pembuat bir digunakan untuk mempercepat proses pembuatan malt
- Merenyahkan tangkai daun seledri
- Meningkatkan tanaman tebu dan produksi gulanya.



Gambar ; Tanaman pot sebelah kanan yang diberi hormon giberelin  
<https://8villages.com/>

c. Sitokinin

Dinamakan sitokinin karena memacu sitokinesis (Pembelahan plasma sel). Sitokinin terdapat di jaringan pembuluh berbagai jenis tumbuhan. Sitokinin ditemukan pula pada endosperma cair buah kelapa muda, kapang, bakteri, dan bahkan hewan primata, lumut, ganggang coklat, ganggang merah, pinus, dan diatom.

Sitokinin paling banyak terdapat disekitar biji muda, buah muda, dan tunas daun, serta ujung akar. Didunia pertanian, sitokinin diperlukan untuk:

- Pertumbuhan pada kultur jaringan
- Menunda pematangan bagian tubuh tumbuhan
- Memacu pembesaran sel-sel keping biji dan sel daun dikotil.
- Memacu perkembangan kloroplas dan sintesis klorofil

d. Asam Absisat

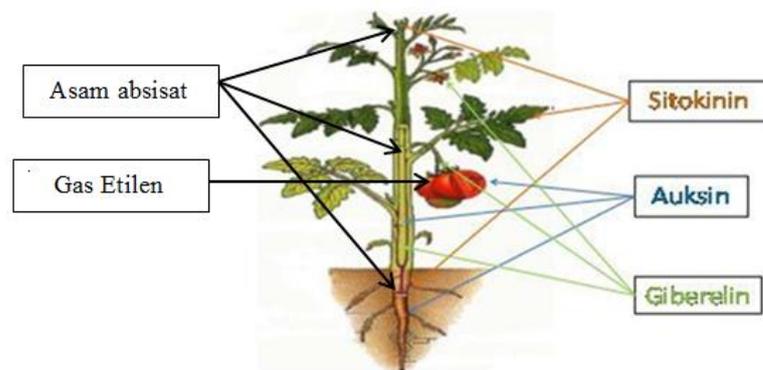
Musim dingin atau masa kering merupakan waktu dimana tanaman beradaptasi menjadi dorman (penundaan pertumbuhan). Pada saat itu, ABA yang dihasilkan oleh kuncup menghambat pembelahan sel pada jaringan meristem apikal dan pada cambium pembuluh sehingga menunda pertumbuhan primer maupun sekunder. ABA juga memberi sinyal pada kuncup untuk membentuk sisik yang akan melindungi kuncup dari kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Dinamai dengan asam absisat karena diketahui bahwa ZPT ini menyebabkan absisi/rontoknya daun tumbuhan pada musim gugur. Nama tersebut telah

populer walaupun para peneliti tidak pernah membuktikan kalau ABA terlibat dalam gugurnya daun.

Pada kehidupan suatu tumbuhan, merupakan hal yang menguntungkan untuk menunda/menghentikan pertumbuhan sementara. Dormansi biji sangat penting terutama bagi tumbuhan setahun di daerah gurun atau daerah semiarid, karena proses perkecambahan dengan suplai air terbatas akan mengakibatkan kematian. Sejumlah faktor lingkungan diketahui mempengaruhi dormansi biji, tetapi pada banyak tanaman ABA tampaknya bertindak sebagai penghambat utama perkecambahan. Biji-biji tanaman setahun tetap dorman di dalam tanah sampai air hujan mencuci ABA keluar dari biji.

#### Peranan Asam Absisat (ABA)

- Dormansi Biji
- Menahan cekaman kekeringan
- Asam absisat menginduksi dormansi pada biji. Ketika mekanisme kerjanya terblokir, dalam hal ini, dengan mutasi yang menyebabkan faktor transkripsi yang mengatur asam absisat, menyebabkan perkecambahan sebelum waktunya.



<https://www.pelajaran.co.id/>

- e. 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 digunakan 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.
- f. Kalin:  
Kalin adalah hormon yang merangsang pembentukan organ tubuh. Berdasarkan organ yang dibentuknya, kalin dibedakan atas:  
Kaulokalin : merangsang pembentukan batang  
Rhyzokalin : merangsang pembentukan akar. Sekarang telah diketahui bahwa rhyzokalin identik dengan vitamin B1 (thiamin)  
Filokalin : merangsang pembentukan daun  
Antokalin : merangsang pembentukan bunga

- g. Asam traumalin :  
Batang atau akar tumbuhan dapat mengalami luka.  
Tumbuhan memiliki kemampuan untuk memperbaiki bagian yang luka, disebut daya restitusi atau regenerasi.  
Peristiwa ini terjadi dengan bantuan hormon luka atau kambium luka atau asam traumalin.  
Lukaluka yang terjadi dapat tertutup kembali dengan membentuk jaringan kalus dan jaringan yang rusak dapat diganti dengan yang baru.  
Bahkan dari luka pada bagian tertentu dari tubuh tumbuhan dapat tumbuh tunas baru.

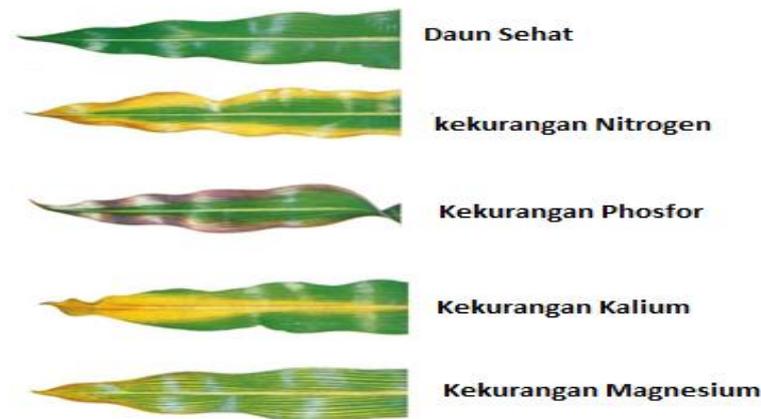
## 2. Faktor Luar(eksternal)

Faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan merupakan faktor yang berasal dari luar tubuh tumbuhan. Faktor eksternal tersebut antara lain **nutrisi , cahaya, suhu, kelembapan dan aerasi.**

### a. Nutrisi

Nutrisi adalah unsur makronutrien dan mikronutrien, misalnya karbondioksida. Nutrisi diperlukan sebagai sumber energi dan sebagai penyusun komponen-komponen sel bagi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan  
Apabila suatu unsur tidak dapat tercukupi, tanaman akan mengalami defisiensi . Defisiensi suatu unsur akan menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman terganggu

Coba kita lihat contoh daun dari tanaman yang mengalami defisiensi dibawah ini :



<https://belajartani.com/>

- ✓ Defisiensi nitrogen  
menyebabkan tumbuhan tumbuh jelek dan berwarna hijau muda. Permukaan daun bagian bawah berwarna kuning atau cokelat muda dan batang pendek serta kurus
- ✓ Defisiensi potasium (kalium)  
menyebabkan tumbuhan memiliki tunas yang kecil dan ujungujung daun mudanya mati. Daun yang lebih tua memperlihatkan gejala klorosis dengan ujung pinggirnya mengering dan berwarna kecokelatan. Pada pinggir daun biasanya terdapat banyak bercak cokelat
- ✓ Defisiensi fosfor  
menyebabkan tumbuhan tumbuh jelek dengan daun berwarna hijau

kebiruan. Bagian bawah daun kadang berwarna seperti karat dengan bercak ungu atau cokelat

- ✓ Defisiensi magnesium akan menunjukkan gejala klorosis (daun tidak berwarna hijau karena kekurangan klorofil). Hal itu terjadi karena magnesium diperlukan untuk pembentukan klorofil.

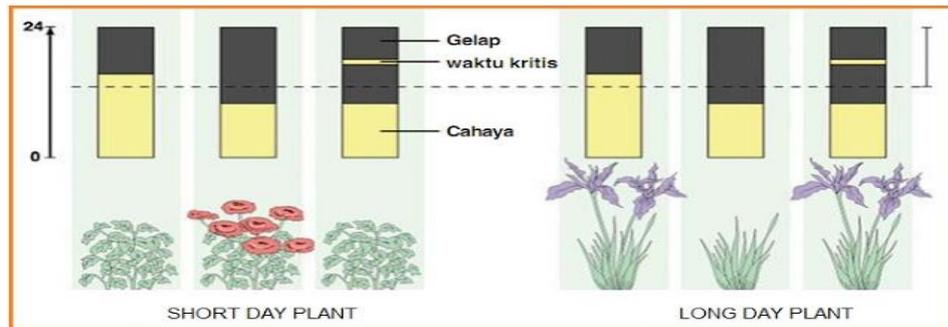
### Fungsi Berbagai Nutrisi bagi Tanaman

Nutrien	Bentuk yang Tersedia	Fungsi Utama	Gejala Kekurangan
<b>Makronutrien</b> Karbon (C)	CO <sub>2</sub> (udara)	Penyusun bahan organik (karbohidrat, lemak, protein, enzim dan turunannya)	Pertumbuhan dan metabolisme terhambat, akhirnya mati
Hydrogen (H)	H <sub>2</sub> O (air)	Penyusun bahan organik (karbohidrat, lemak, protein, enzim dan turunannya)	Pertumbuhan dan metabolisme terhambat, akhirnya mati
Oksigen (O)	O <sub>2</sub> (udara), H <sub>2</sub> O (air)	Penyusun bahan organik (karbohidrat, lemak, protein, enzim dan turunannya)	Pertumbuhan dan metabolisme terhambat, akhirnya mati
Fosfor (P)	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> , HPO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	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 <sup>-</sup>	Kofaktor atau aktivator enzim dalam sintesis protein dan metabolisme karbohidrat, untuk meniaga keseimbangan ion	Perubahan karbohidrat terhambat, daun bercak-bercak kuning
Nitrogen (N)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> dari tanah	Penyusun asam amino, protein, asam nukleat, klorofil, hormon, dan enzim	Pertumbuhan terhambat, daun pucat dan kuning
Sulfur (S)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Penyusun asam amino sistein dan metionin, koenzim-A dan beberapa vitamin: tiamin dan biotin	Daun mengalami klorosis (menguning)
Besi (Fe)	Fe <sup>3+</sup> , Fe <sup>2+</sup>	Menjaga permeabilitas membran, membentuk kofaktor enzim dalam Berperan dalam pembentukan klorofil, merupakan komponen penting enzim sitokrom, peroksidase, dan katalase	Pertumbuhan terhambat, gangguan aktivitas meristem ujung akhirnya mati, Klorosis, daun menjadi kuning pucat, dan mati
Magnesium	Mg <sup>2+</sup>	Menjaga permeabilitas membran, membentuk kofaktor enzim dalam Berperan dalam pembentukan klorofil, merupakan komponen penting enzim sitokrom, peroksidase, dan katalase	Pertumbuhan terhambat, gangguan aktivitas meristem ujung akhirnya mati, Klorosis, daun menjadi kuning pucat, dan mati
<b>Mikronutrien</b> Boron (B)	H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub>	Penyusun klorofil dan kofaktor enzim dalam metabolisme karbohidrat	Klorosis dari batang bawah ke ujung daun, pucat dan mati
Mangan (Mn)	Mn <sup>2+</sup>	Berperan dalam translokasi glukosa	Ujung batang mengering dan rusak
Molibdenum (Mo)	MoO <sub>4</sub>	Komponen enzim yang mereduksi nitrat menjadi nitrit. Penting untuk fiksasi N pada bakteri	Pertumbuhan terhambat
Seng (Zn)	Zn <sup>2+</sup>	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 <sup>+</sup> , CU <sup>2+</sup>	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

Cahaya berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup. Tanaman sangat membutuhkan cahaya matahari untuk fotosintesis. Namun keberadaan cahaya ternyata dapat menghambat pertumbuhan tumbuhan karena cahaya dapat merusak hormon auksin yang terdapat pada ujung batang. Selain nutrisi, cahaya dan air juga memiliki fungsinya sendiri sebagai faktor eksternal dalam perkembangan sebuah tumbuhan.

Lamanya penyinaran dapat direspon oleh tumbuhan dengan berbeda-beda Respon tumbuhan terhadap lama waktu terang (siang) dan gelap (malam) setiap harinya disebut dengan **foto periodisme**.



<https://www.slideshare.net/>

- 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.
- 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.

c. Suhu

Suhu memiliki pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Enzim merupakan senyawa protein yang dapat berperan sebagai katalisator dalam reaksi kimia di dalam sel.

Enzim hanya dapat bekerja secara optimal jika suhunya optimal.

Peran suhu terhadap transpirasi, jika suhu naik, transpirasi meningkat, sehingga tanaman kekurangan air dan hal ini akan mengganggu pertumbuhan

d. Kelembaban

Berpengaruh terhadap laju penguapan atau transpirasi, Jika kelembaban rendah, laju transpirasi meningkat sehingga penyerapan air dan zat-zat mineral juga meningkat, Hal itu akan meningkatkan ketersediaan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman

e. Aerasi

Kandungan oksigen di dalam tanah, dipergunakan untuk aerasi pada akar, jika kandungan oksigen cukup maka aerasinya baik dan hal ini bermanfaat dalam perkembangan sel-sel akar dan juga berguna untuk membantu penyerapan nutrisi

### C. Rangkuman

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan  
Pertumbuhan tanaman dikendalikan oleh dua faktor yaitu faktor luar (eksternal) dan faktor dalam (internal) .
2. Gen merupakan faktor hereditas atau pembawa sifat yang terdapat dalam tubuh tanaman
3. Hormon pertumbuhan pada tumbuhan ada bermacam-macam diantaranya (1) auksin; (2) giberelin (3) sitokinin; (4) asam absisat, (5) etilen
4. Faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan merupakan faktor yang berasal dari luar tubuh tumbuhan. Faktor eksternal tersebut antara lain nutrisi , cahaya, suhu, kelembapan dan aerasi