# KONSEP TUMBUHAN

FARIDA NUR KUMALA

MATAKULIAH IPA SD

**Konsep Tumbuhan**
**Matakuliah IPA SD**

© Ediide Infografika, 2019

**Penulis : Farida Nur Kumala, Hartatik**

Cetakan pertama, 2019
**ISBN**: 978-623-90310-0-8

**Diterbitkan pertama kali oleh**

**Penerbit Ediide Infografika,** Jl. Bandara Eltari Blok VE 03, Cemorokandang, Kota Malang
Email: penerbit@ediide.com | website: www.ediide.com | Telp/Fax: 0341-714886

*All Right Reserved.* Hak Cipta Dilindungi oleh undang-undang. Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku tanpa izin tertulis dari penerbit.

## DAFTAR ISI

**HALAMAN SAMPUL** ..... **i**
**DAFTAR ISI** ..... **ii**
**KATA PENGANTAR** ..... **v**

**BAB I. KLASIFIKASI TUMBUHAN** ..... **1**
a. Thallophyta ..... 1
b. Cormophyta ..... 10
c. Tumbuhan Paku ..... 13
d. Cormophyta Berbiji ..... 20
Rangkuman ..... 30
Tes ..... 31

**BAB II. BAGIAN TUBUH TUMBUHAN** ..... **31**
a. Akar ..... 31
b. Batang ..... 36
c. Daun ..... 40
d. Bunga ..... 45
e. Buah ..... 48
f. Biji ..... 49
Rangkuman ..... 52
Tes ..... 53

**BAB III. FOTOSINTESIS** ..... **54**
a. Proses Fotosintesis ..... 54
b. Reaksi Terang dan Gelap ..... 57
c. Faktor yang Mempengaruhi Fotosintesis ..... 61
Rangkuman ..... 63
Tes ..... 65

**BAB IV. PERKEMBANGBIAKAN TUMBUHAN ..... 66**
Perkembangbiakan tumbuhan secara generatif ..... 66
b. Perkembangbiakan tumbuhan secara vegetative ..... 71
Rangkuman..... 76
Tes..... 77
**GLOSARIUM..... .....78**
**DAFTAR PUSTAKA..... ...80**

# KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya kami bisa menyelesaikan bahan ajar matakuliah IPA SD berbasis karakter untuk mahasiswa S1- PGSD (Pendidikan Guru Sekolah Dasar).

Kesuksesan belajar berawal dari kemauan dan ditunjang oleh berbagai sarana, salah satu diantaranya adalah buku. Harapan kami, buku ini dapat membantu mahasiswa memahami tentang konsep tumbuhan yang erat kaitannya dengan lingkungan.

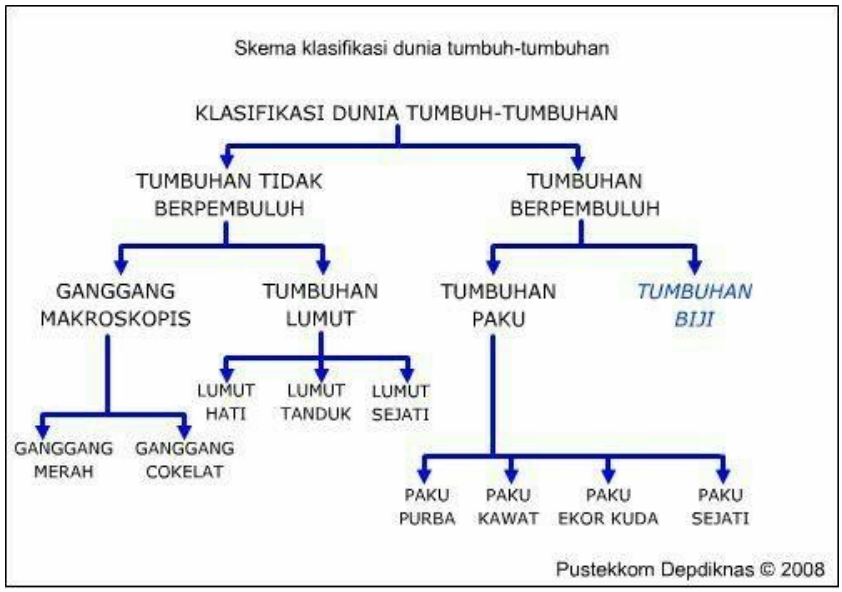
Akhir kata kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan buku ini. Kritik dan saran sangat kami harapkan untuk perbaikan buku ini di masa yang akan datang.

**September 2016**

**Tim Penyusun**

# BAB I
# KLASIFIKASI TUMBUHAN

Secara umum, klasifikasi tumbuhan dapat dilihat dari peta konsep dibawah ini.




**Gambar 1.1 Klasifikasi Tumbuhan**

*Sumber: https://www.picswe.com/pics/klasifikasi-tumbuhan-8a.html*

## A. THALLOPHYTA

Thallophyta (tumbuhan talus) adalah tumbuhan yang belum dapat dibedakan akar, batang dan daun sehingga dikatakan dengan tumbuhan talus. Tubuh yang berupa talus itu mempunyai struktur dan bentuk dengan variasi yang sangat besar, dari yang terdiri atas satu sel berbentuk bulat sampai yang terdiri atas banyak sel dengan bentuk yang kadang-kadang telah mirip dengan kormusnya tumbuhan tingkat tinggi. Contoh tumbuhan Thallopyta adalah Alga. Mari kita bahas tentang Alga:

### 1) Alga

Berikut ini sekilas tentang Alga:

- Alga (tumbuha ganggang) merupakan tumbuhan talus yang hidup di air tawar maupun air laut atau selalu menempati habitat yang basah dan lembab.
- Ganggang bersifat autotrof (dapat menyusun makanannya sendiri). Hampir semua ganggang bersifat eukaryotik. Habitat hidupnya di air tawar, laut dan tempat-tempat yang lembab.
- Alga mempunyai zat warna yaitu: fikosianin (biru), klorofil (hijau), fikosantrin (pirang/coklat), fikoeritrin (merah), karoten (keemasan), xantofil (kuning)
- Ganggang terbagi menjadi beberapa kelas :
  - Cyanophyta (ganggang biru), masih prokaryotik.
  - Chlorophyta (ganggang hijau)
  - Chrysophyta (ganggang keemasan)
  - Phaeophyta (ganggang coklat/ perang)
  - Rhodophyta (ganggang merah)

**Gambar 1.1 Ganggang Coklat Dan Hijau**

*Sumber; http://bogor.tribunnews.com/2017/07/11/hasil-penelitian-ternyata-alga-coklat-bisa-turunkan-berat-badan*

- Tubuh alga menunjukkan keanekaragaman yang sangat besar, tetapi sernua selnya selalau jelas mempunyal inti dan plastida dan dalam plastidnya terdapat zat-zat warna derivat kiorofil yaltu kiorofil a, b atau

kedua-duanya. Selain derivat-derivat klorofil terdapat pula zat-zat warna lain yang justru kadang-kadang lebih inenonjol dan menyebabkan ketompok-kelompok ganggang tertentu diberi nama menurut warna tadi.

- Ganggang memiliki pigmen hijau daun yang disebut klorofil sehingga dapat melakukan fotosintesis. Selain itu juga memiliki pigmen-pigmen tambahan lain yang dominan.
- Ganggang memiliki ukuran yang beraneka ragam ada yang mikroskopis, bersel satu, berbentuk benang atau pita, atau bersel banyak berbentuk lembaran.
- Ganggang merupakan penyusun vitoplankton yang biasanya melayang-layang dalam air, tetapi juga dapat hidup melekat didasar perairan disebut neustonik.
- Alga menyimpan hasil kegiatan fotosintesis sebagal hasil bahan makanan cadangan didalam selnya. Sebagal contoh adalah alga hijau yang dapat menyimpan pati seperti pada tumbuhan tingkat tinggi.
- Alga adalah organisme berkloroplas yang dapat menghasilkan oksigen mclalui proses fotosintesis. Ukuran alga beragam dan beberapa micrometer sarnpai beberapa meter panjangnya.
- Alga tersebar luas di alam dan dijumpai hanipir di segala macam lingkungan yang terkena sinar matahari
- Kebanyakan alga adalah organisme akuatik yang tumbuh pada air tawar atau air laut. Beberapa jenis alga fotosintetik yang menggunakan CO sebagai sumber karbon dapat tumbuh dengan baik di tempat gelap (dengan menggunakan senyawa organik sebagai sumber karbon, jadi berubah dan metabolisme fotosintesis menjadi I metabolisme pernafasan dan perubahan ini bergantung pada keberadaan matahari.

- **Jenis Ganggang**

  Berdasarkan habitat yang ditempatinya diperairan , dibedakan atas:

  a. Ganggang Subbaerial yaitu ganggang yang hidup didaerah permukaan,
  b. Ganggang Intertidal, yaitu ganggan secara periodic muncul kepermukaan karena naik turun air akibat pasang surut.

c. Ganggang Subritorsal, yaitu ganggang yang berada dibawah permukaan air,
d. Ganggang Edafik, yaitu ganggang yang hidup diddalam tanah pada dasar perairan.

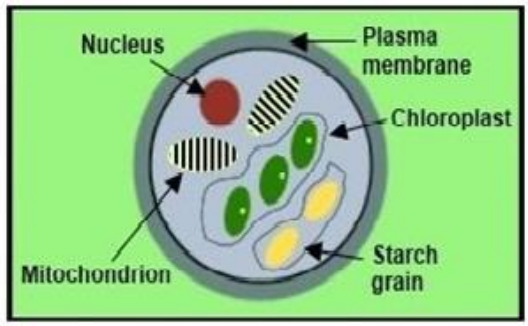
- **Sruktur Tubuh Sel Alga (Ganggang)**

  Bentuk tubuh ada yang bulat, filament, lembaran, dan ada yang menyerupai tumbuhan tinggi, misalnya bryopsis.

- **Sel**

  Sel-sel ganggang hijau mempunyai khloroplas yang berwarna hijau, dan mengandung khlorofil a dan b serta karetinoid. Pada chloroplas terdapat perenoid. Hasil asimilasi berupa tepung dan lemak, terdiri dari sel-sel yang merupakan koloni berbentuk benang yang bercabang-cabang, hidupnya ada yang diair tawar, air laut dan juga pada tanah yang lembab atau yang basah. Sel ganggang terdiri dari beberpa bagian diantaranya:

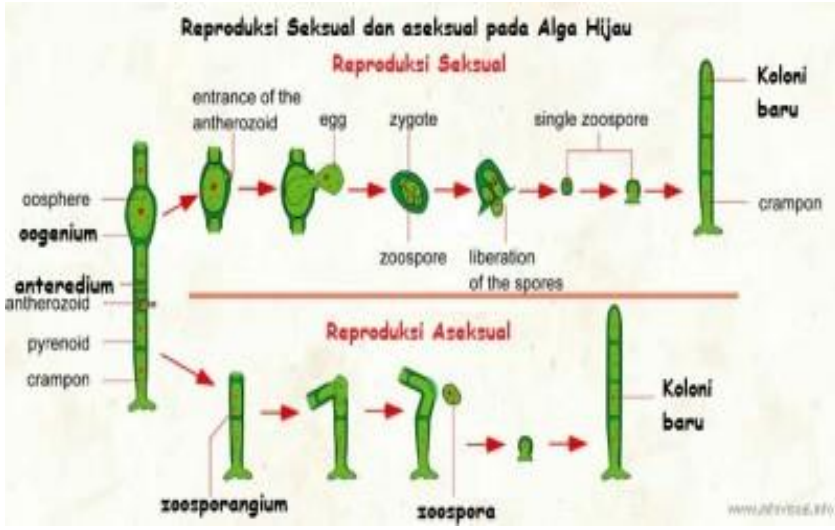
a. Nukleus (inti sel)
b. Membran plasma
c. Kloroplas
d. Mitokondria
e. Stracht (zat tepung)




**Gambar 1.2 Sel Ganggang**

*Sumber; http://www.nafiun.com/2013/02/alga-dan-water-mold-struktur-sel-contoh-gambar-ganggang-fotosintesis-pigmen.html*

- **Perkembangbiakan**
  - Reproduksi alga akan menghasilkan dua sel anakan yang masing-masing akan menjadi individu baru, terjadi pada ganggang bersel tunggal.
  - Sedangkan ganggang yang membentuk koloni tanpa filament, taupun koloni yang berupa filament, reproduksi melalui fragmentasi. Fragmentasia dalah terpecah – pecahnya koloni menjadi beberapa bagian.
  - Perkembangbiakan alga ada dua macam yaitu secara aseksual san seksul. Secara aseksual terjadi pada alga hijau dan alga pirang dimana perkembangbiakan dilakukan dengan cara membentuk zoospora yang dilengkapi flagel berambut. Sedangkan perkembangbiakan alga hijau adalah anisogami dimana gamet jantan selalu bergerak mendekati gamet betina dengan cara kemotaksis. Perkembangbiakan seksual pada alga pirang dengan isogami dan anisogami.




**Gambar 1.3 Gambar Reproduksi Seksual dan Aseksual pada Alga**

*Sumber: http://umum-pengertian.blogspot.com/2016/04/proses-reproduksi-ganggang-alga-secara.html*

b) Macam Macam Alga:

***1). Chlorophyta***

- Chlorophyta (alga hijau) adalah tumbuhan yang berwarna hijau yang mirip dengan tumbuhan tinggi berdasarkan pigmennya, khlorofil a dan b, karotin dan xantofil. Dinding sel terdiri dari sellulosa dan pektin, dan hasil fotosintesisnya adalah karbohidrat (tepung). Terdapat perkapuran pada beberapa jenis,. Jenis-jenis dari divisi ini adalah makroskopis, filamen, (benang), sefon (bunga karang) atau bentuk thallus.

**Gambar 1.4 Alga Hijau**

*Sumber: http://www.g-excess.com/ciri-ciri-chlorophyta-alga-hijau.html*

- Adapun ciri-ciri dari alga ini adalah :
  a) Reproduksi mempunyai stadia berbuluk cambuk, seksual dan aseksual.
  b) Mengandung khlorofil a dan b, beta, gamma karoten dan santhofil.
  c) Berwarna hijau
  d) Persediaan (cadangan) makanan berupa kanji dan lemak.
  e) Dalam dinding selnya terdapat selulosa, sylan dan mannan.

***2).Phaeophyta***

- Phaeophyta (ganggang coklat/perang). Hidup di pantai, warna coklat karena adanya pigmen fikosantin (coklat), klorofil a, klorofil b dan xantofil. Tubuh berbentuk seperti benang atau lembaran yang dapat mencapai puluhan meter.
- Reproduksi vegetatif dengan fragmentasi, sedangkan generatif dengan isogami dan oogami.

**Gambar 1.5 Gambar Alga Coklat**

*Sumber: http://bogor.tribunnews.com/2017/07/11/hasil-penelitian-ternyata-alga-coklat-bisa-turunkan-berat-badan*

- Adapun alga divisio ini memiliki ciri-ciri sebagai berikut :
  - Saat reproduksi alga ini memiliki stadia gamet atau zoospora berbulu cambuk seksual dan aseksual.
  - Mempunyai pigmen khlorofil a dan c, beta karoten, Violasantin dan Fukosantin.
  - Warna umumnya coklat.
  - Mengandung pirenoid dan tilakoid (lembaran fotosintesis).
  - Umumnya tumbuh sebagai algae benthik.

***3). Rhodophyta***

- Rhodophyta (algae merah) umumnya warna merah karena adanya protein fikobilin, terutama fikoeritrin, tetapi warnanya bervariasi mulai dari merah ke coklat atau kadang-kadang hijau karena jumlahnya pada setiap pigmen. Dinding sel terdiri dari sellulosa dan gabungan pektik, seperti agar-agar, karaginan dan fursellarin. Hasil makanan cadangannya adalah karbohidrat yang kemerah-merahan. Ada perkapuran di beberapa tempat pada beberapa jenis. Jenis dari divisi ini umumnya makroskopis, filamen, sipon, atau bentuk thallus, beberapa dari mereka bentuknya seperti lumut.

**Gambar 1.6 Alga Merah**

*Sumber: https://biologismakita.blogspot.com/2016/04/alga-merah.html*

- Umumnya hidup di laut dan beberapa jenis di air tawar, mengandung pigmen kklorofi a, klorofil d, karoten, fikoeritrin, fikosianin. Tubuh bersel banyak menyerupai benang atau lembaran.
- Adapun alga dari devisi ini ditandai oleh sifat-sifat sebagai berikut :

  Ø Dalam reproduksinya tidak mempunyai stadia gamet berbulu cambuk

  Ø Reproduksi seksual denga karpogonia dan spermatia

  Ø Pertumbuhannya bersifat uniaksial (satu sel diujung thallus) dan multikasial (banyak sel diujung thallus).

  Ø Alat perekat (Holdfast) terdiri dari perakan sel tunggal atau sel banyak.

  Ø Memilki persediaan makanan berupa kanji (Floridean starch).

  Ø Dalam dinding selnya terdapat selulosa, agar, carragean, porpiran dan fulselaran

***4). Chrysophyta***

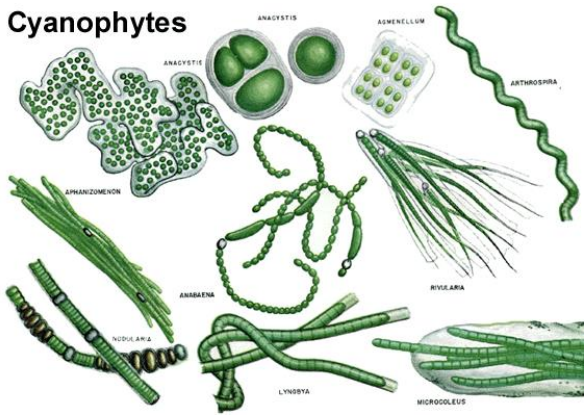
- Bersel tunggal atau banyak, mempunyai pigmen klorofil a, klorofil c, karoten, xantofil dan fikosantin.
- Hidup di tempat yang basah, laut, air tawar, dan merupakan fitoplankton. Habitatnya di air tawar atau air laut, tempat-tempat yang basah, dan merupakan anggota menyusun plankton.
- Ganggang keemasan hidup secara fotoautotrof, artinya dapat mensintesis makanan sendiri dengan memiliki klorofil untuk berfotosintesis.

**Gambar 1.7 Alga Emas**

*Sumber: https://www.biologijk.com/2017/11/pengertian-ciri-klasifikasi-reproduksi-dan-contoh-chrysophyta-atau-ganggang-keemasan.html*

- Reproduksi aseksual dengan membentuk auksospora dan pembelahan diri, sedangkan reproduksi seksual dengan oogami.

***5).Cyanophyta***




**Gambar 1.8 Cyanophyte**

*Sumber: http://www.botany.hawaii.edu/BOT201/Algae/Cyanophyta%20lecture%20notes.htm*

Memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

a. Bersel tunggal (Uniseluler), ada pula yang berkoloni.
b. Memiliki klorofil, karotenoid serta pigmen fikobilin yang terdiri dari fikosianin dan fikoeritrin.
c. Dinding sel mengandung peptida, hemiselulosa dan selulose, kadang-kadang berlendir.

d. Inti sel tidak memiliki membran (prokariotik).

## B. CORMOPHYTA

Merupakan kelompok tumbuhan yang dengan nyata meperlihatkan perbedaan antara akar (radix), batang (caulis), dan daun (folium). contonya pada tumbuhan paku (pteridophyta) dan tumbuhan biji (spermatophyta).

### 1. Tumbuhan Lumut (Bryophyta)

**Gambar 1.9 Lumut**

*Sumber: https://www.suara.com/tekno/2018/09/25/200000/pertanda-buruk-bagi-manusia-lumut-di-antartika-berubah-warna*

**Lumut** dalam bahasa sehari-hari (kolokial) merujuk pada sekelompok vegetasikecil yang tumbuh pada tempat lembab atau perairan dan biasanya tumbuh meluas menutupi permukaan. Di perairan lumut dapat menutupi dasar atau dinding sungai atau danau.

a. Jenis jenis lumur

Secara botani, lumut dapat digolongkan menjadi beberapa divisio:

1) **Chlorophyta**, alga hijau; beberapa alga hijau yang berwujud berkas-berkas memanjang tanpa memperlihatkan spesifikasi organ yang jelas dapat disebut lumut
2) **Anthocerophyta**, lumut tanduk; yaitu semacam lumut hati namun memiliki organ sporofor berbentuk tanduk

**Gambar 1.10 Lumut Tanduk**

*Sumber: https://www.gurupendidikan.co.id/15-ciri-ciri-lumut-tanduk-serta-penjelasannya/*

3) **Marchantiophyta**, lumut hati; yaitu lumut yang berwujud seperti piringan datar berlapis menutupi permukaan batu atau dinding

**Gambar 1. 11 Lumut Hati**

*Sumber: http://bobo.grid.id/read/08675569/manfaat-lumut-hati?page=all*

4) **Bryophyta**, lumut sejati; yaitu tumbuhan lumut yang terlihat memiliki pembagian organ yang jelas.

**Gambar 1.12 Lumut Sejati**

*Sumber: https://la.wikipedia.org/wiki/Bryophyta*

## b. Karakteristik Lumut

- Tumbuhan lumut merupakan tumbuhan pelopor, yang tumbuh di suatu tempat sebelum tumbuhan lain mampu tumbuh. Ini terjadi karena tumbuhan lumut berukuran kecil tetapi membentuk koloni yang dapat menjangkau area yang luas. Jaringan tumbuhan yang mati menjadi sumber hara bagi tumbuhan lumut lain dan tumbuhan yang lainnya.Klasifikasi tradisional menggabungkan pula lumut hati ke dalam Bryophyta.
- Lumut merupakan tumbuhan kecil, lembut. Mereka tidak mempunyai bunga atau biji, dan daun-daun yang sederhananya menutupi batang liat yang tipis
- Lumut mempunyai klorofil sehingga sifatnya autotrof
- Lumut tumbuh di berbagai tempat, yang hidup pada daun-daun disebut sebagai epifit. Jika pada hutan banyak pohon dijumpai epifit maka hutan demikian disebut hutan lumut.
- Akar dan batang pada lumut tidak mempunyai pembuluh angkut (xilem dan floem).
- Pada tumbuhan lumut terdapat Gametangia (alat-alat kelamin) yaitu:a. Alat kelamin jantan disebut Anteridium yang menghasilkan Spermtozoidb. Alat kelamin betina disebut Arkegonium yang menghasilkan Ovum
- Jika kedua gametangia terdapat dalam satu individu disebut berumah satu (Monoesius). Jika terpisah pada dua individu disebut berumah dua (Dioesius).
- Gerakan spermatozoid ke arah ovum berupakan Gerak Kemotaksis, karena adanya rangsangan zat kimia berupa lendir yang dihasilkna oleh sel telur.
- Sporogonium adalah badan penghasil spora, dengan bagian bagian :– Vaginula (kaki) – Seta (tangkai) – Apofisis (ujung seta yang melebar) – Kotak Spora : Kaliptra (tudung) dan Kolumela (jaringan dalam kotak spora yang tidak ikut membentuk spora). Spora lumut bersifat haploid.
- Bryophyta mempunyai bentuk badan seperti daun
- Ada yang mempunyai jasad taloid seperti piring yang pipih secara dorsiventral

a. **Habitat Lumut**

Lumut ditemukan terutama di area sedikit cahaya / ringan dan lembab. Lumut umum di area berpohon-pohon dan di tepi arus. Lumut juga ditemukan di batu, jalan di kota besar. Beberapa bentuk mempunyai menyesuaikan diri dengan kondisi-kondisi ditemukannya. Beberapa jenis dengan air, seperti *Fontinalis antipyretica*, dan Sphagnum tinggal / menghuni rawa.

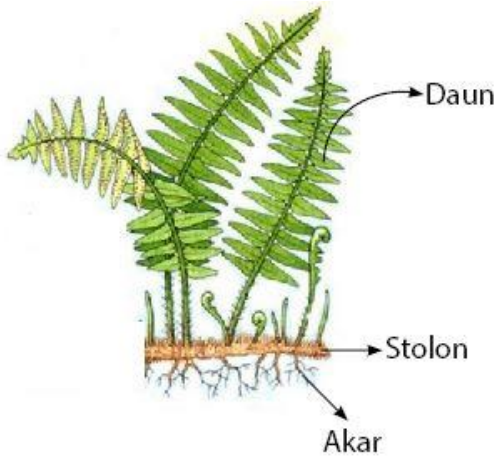
2. **TUMBUHAN PAKU (PTERIDOPHYTA)**

Merupakan golongan tumbuhan yang telah berkosmus (mempunyai akar , batang dan daun).

**a. Ciri – ciri tumbuhan paku:**

1) Memiliki 4 struktur penting,yaitu lapisan pelindung sel (jaket steril)yang terdapat disekeliling organ reproduksi, embrio multiseluler yang terdapat dalam arkegonium , kutikula pada bagian luar , sistem transport internal yang mengangkut air dan zat makanan dari dalam tanah.
2) Sistem transport ini sama baiknya seperti pengorganisasian transport air dan zat makanan pada tumbuhan tingkat tinggi.

**B. Struktur tubuh**




**Gambar 1.14 Struktur Tubuh Paku**

*Sumber: https://www.ilmudasar.com/2017/07/Pengertian-Struktur-Ciri-dan-Klasifikasi-Pteridophyta-Tumbuhan-Paku-adalah.html*

**1) Akar**

**Bersifat seperti akar serabut,** ujungnya dilindungi kaliptra yang terdiri atas sel – sel yang dapat dibedakan dengan sel – sel akarnya sendiri.

**2) Batang**

Pada sebagian jenis tumbuhan paku tidak tampak karena terdapat didalam tanah berupa rimbang , mungkin menjalar atau sedikit tegak. Jika muncul diatas permukaan tanah, batangnya sangat pendek sekitar 0,5 m. akan tetapi ada batang bebrapa jenis tumbuhan paku seperti paku pohon /paku tiang yang oanjangnya mencapai 5 m dan kadang – kadang bercabang misalnya: Alsophilla dan cyathea.

**3) Daun**

Daun selalu melingkar dan menggulung pada usia muda . berdasarkan bentuk ukuran dan susunanya, daun paku dibedakan antara epidermis, daging daun, dan tulang daun.

**a) Mikrofil**

Daun ini berbentuk kecil – kecil seperti rambut atau sisik, tidak bertangkai dan tidak bertulang daun, belum memperlihatkan diferensiasi sel, dan tidak dapat dibedakan antara epidermis, daging daun dan tulang daun.

**b) Makrofil**

Merupakan daun yang bentuknya besar, bertangaki dan bertulang daun, serta bercabang – cabang. Sel – sel penyusunnya telah memperlihatkan diferensiasi, yaitu dapat dibedakan antara jaringan tiang, jaringan bunga karang, tulang daun, serta stomata (mulut daun).

Ditinjau dari fungsinya , daun tumbuhan paku dibedakan atas:

**1. Tropofil**

Merupakan daun yang khusus untuk fotosintesis.

**2. Sporofil**

Daun ini berfungsi untuk menghasilkan spora. Tetapi daun ini juga dapat melakukan fotosintesis, sehingga disebut pula sebagai troposporofil.

**Gambar 1.15 Bentuk daun Tumbuhan Paku**

*Sumber: https://www.edubio.info/2016/01/struktur-tumbuhan-paku.html*

## C. Macam Spora

Ditinjau dari macam spora yang dihasilkan , tumbuhan paku dapat dibedakan menjadi tiga golongan seperti berikut ini.

1) **Paku Homospora (isospora)**

   Menghasilkan satu jenis spora , misalnya Lycopodium (paku kawat)

2) **Paku Heterospora**

   Menghasilkan dua jenis spora yang berlainan; yaitu mikrospora berkelamin jantan dan makrospora (mega spora) berkelamin betina, misalnya : Marsilea (semanggi), Selaginella (paku rane).

3) **Paku Peralihan**

   Paku ini merupakan peralihan antara homospora dengan heterospora, yaitu paku yang menghasilkan spora yang bentuk dan ukurannya sama tetapi berbeda jenis kelaminnya, satu berjenis kelamin jantan dan lainnya berjenis kelamin betina, misalnya Equisetum debile (paku ekor kuda)

## D. Habitat Paku

Habitatnya didarat, terutama pada lapisan bawah tanah didataran rendah , tepi pantai , lereng gunung , 350 meter diatas permukaan laut terutama didaerah lembab, dan ada juga yang bersifat epifit(menempel) pada tumbuhan lain.

## E. Reproduksi Paku

**1)** Reproduksi tumbuhan ini dapat secara aseksual (vegetative), yakni dengan stolon yang menghasilkan gemma (tunas).**Gemma** adalah anakan pada tulang daun atau kaki daun yang mengandung spora.

**2)** Reproduksi secara seksual (generative)melalui pembentukan sel kelamin jantan dan betina oleh alat – alat kelamin (gametogonium). Gametogonium jantan (anteredium) menghasilkan spermatozoid dan gametogonium betina menghasilkan sel telur (ovum).sepertihalnya tumbuhan lumut , tumbuhan paku mengalami metagenesis (pergiliran keturunan).

## F. PERANAN TUMBUHAN PAKU DALAM KEHIDUPAN MANUSIA.

Dibawah ini adalah beberapa tumbuhan paku yang bermanfaat bagi manusia diantaranya adalah;

1) Dipelihara sebagai tanaman hias, misalnya paku tanduk rusa (platycerium bifurcatum), paku sarang burung (Asplenium sp), suplir (Adiantum sp) dan paku rane (selaginella sp
2) Penghasil obat – obatan misalnya: Aspidium sp, Dryopteris filix mas, dan Lycopodium clavatum
3) Sebagai sayuran , misalnya semanggi (marsilea crenata) dan pteridium aqualium
4) Sebagai bahan pupuk hijau , misalnya azolla piñata,
5) Sebagai salah satu bahan dalam pembuatan karangan bunga, misalnya Lycopodium cernuum.
6) Tumbuhan paku lebih maju dari pada lumut karena sporofit tumbuhan paku memiliki :
   a. Sistem transportasi (xylem dan floem) yang berkembang dengan baik.
   b. Kutikula dan stoma tahan air yang mengontrol kekurangan air.
   c. Adanya akar, batang dan daun.

## G. KLASIFIKASI TUMBUHAN PAKU

Dibagi menjadi 4 subdivisi, yaitu psilophyta, Lycophyta, Sphenophyta dan Pterophyta.

1) ***Psilophyta***

Merupakan tumbuhan paku sederhana dan hanya memiliki dua genera, contoh yang sudah dikenal adalah Psilotum sp. Yang tersebar luas didaerah tropic dan subtropik.

**Gambar 1.16 Psilotum sp**

*Sumber: https://www.pinterest.com/pin/431501208030149117/*

2) **Lycophyta**

Lycodium sp dapat menghasilkan spora tunggal yang akan berkembang menjadi gametofit biseksual yang memiliki organ jantan maupun betina. Sellaginella sp merupakan tanaman heterospora, karena dapat menghasilkan dua jenis spora . spora yang berukuran besar disebut megaspore, yaitu merupakan gamet betina yang akan membentuk arkegonia. Spora yang berukuran kecil disebut mikrospora yang akan membentuk gamet jantan atau anteridia.

**Gambar 1.17. Lycophyta**

*Sumber: http://www1.biologie.uni-hamburg.de/b-online/library/webb/BOT311/CellTissOrgan/Lycophyta.htm*

3) Sphenophyta

Sering disebut paku ekor kuda . peristiwa meiosis pada tumbuhan ini terjadi dalam sporangia dan akan menghasilkan spora haploid. Gametofit yang berkembang dari spora berukuran sangat kecil , tetapi dapat melakukan fotosintesis dan hidup secara bebas.

**Gambar 1.18 Paku Ekor Kuda**

*Sumber: https://en.wikipedia.org/wiki/Equisetopsida*

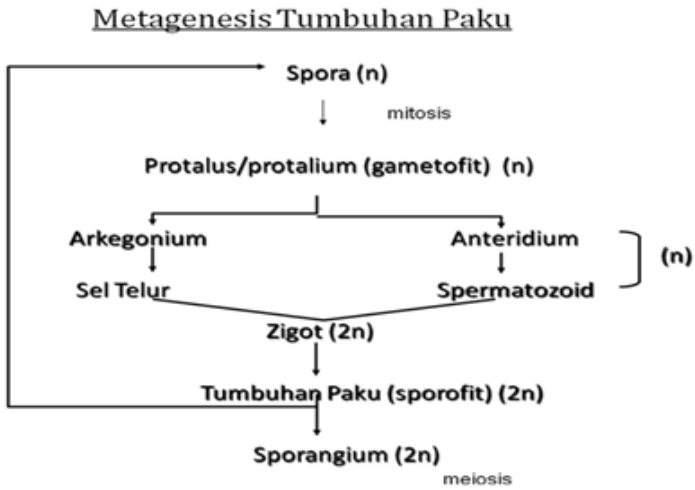
4) Pterodophyta

Banyak terdapat dihutan subtropis maupuan didaerah tropis . paku pterophyta mempunyai daun – daun yang lebih besar dibandingkan divisi lainnya

**Gambar 1.19 Pterodophyta**

*Sumber: https://tentativeplantscientist.wordpress.com/tag/pteridophyta/*

## H. METAGENESIS TUMBUHAN PAKU




**Gambar 1.20 Metagenesis Tumbuhan Paku**

*Sumber: https://learniseasy.com/metagenesis-tumbuhan-paku-skema-metagenesis-paku.html*

Daur hidup tumbuhan paku mengenal pergiliran keturunan, yang terdiri dari dua fase utama:gametofit dan sporofit. Tumbuhan paku yang mudah kita lihat merupakan bentuk fase sporofit karena menghasilkan spora. Bentuk generasi fase gametofit dinamakan **protalus** (*prothallus*) atau **protalium** (*prothallium*), yang berwujud tumbuhan kecil berupa lembaran berwarna hijau, mirip lumut hati, tidak berakar (tetapi memiliki rizoid sebagai penggantinya), tidak berbatang, tidak berdaun. Prothallium tumbuh dari spora yang jatuh di tempat yang lembab. Dari prothallium berkembang **anteridium** (*antheridium*, organ penghasil *spermatozoid* atau sel kelamin jantan) dan **arkegonium**(*archegonium*, organ penghasil *ovum* atau sel telur). Pembuahan mutlak memerlukan bantuan air sebagai media spermatozoid berpindah menuju archegonium. Ovum yang terbuahi berkembang menjadi zigot, yang pada gilirannya tumbuh menjadi tumbuhan paku baru.

## B. CORMOPHYTA BERBIJI (TUMBUHAN BERBIJI)

### 1) Tumbuhan Biji Terbuka (Gymnospermae)

Tumbuhan biji terbuka adalah tumbuhan yang bijinya tidak ditutup oleh bakal buah. Berdasarkan fosil yang ditemukan, tumbuhan ini sudah ada sejak 345 juta tahun lalu. Sebagian besar anggotanya sudah menjadi fosil.

**a. Ciri Ciri tumbuhan biji terbuka**

Ciri-ciri tumbuhan biji terbuka adalah:

1) Pada umumnya perdu atau pohon, tidak ada yang berupa herba Batang dan akar berkambium sehingga dapat tumbuh membesar
2) Bentuk perakaran tunggang
3) Daun sempit, tebal dan kaku
4) Tulang daun tidak beraneka ragam
5) Tidak memiliki bunga sejati
6) Alat perkembangbiakannya berbentuk kerucut yang disebut strobilus atau runjung.
7) Alat kelamin terpisah, serbuk sari terdapat dalam strobilus jantan dan sel telur terdapat dalam strobilus betina.

**b. Macam – macam tumbuhan biji terbuka:**

**1) Cycadales**

Ciri khas bangsa atau ordo ini adalah batang tidak bercabang, daunnya majemuk, tersusun sebagai tajuk di puncak pohon. Merupakan tumbuhan berumah dua, artinya memiliki strobilus jantan saja atau strobilus betina saja.

Contoh: *Zamia furfuracea, Cycas revoluta dan Cycas rumphii* (pakis haji)

**Gambar 1.21 Cycadales**

*Sumber: https://www.pinterest.com/pin/364369426079381442/*

### 2) Ginkgoales

Tumbuhan ini merupakan tumbuhan asli dari daratan Cina. Tinggi pohon dapat mencapai 30 meter, daun berbentuk kipas dan mudah gugur. Serbuk sari dan bakal biji dihasilkan oleh individu yang berlainan. Anggota kelompok ini hanya ada satu species yaitu *Ginkgo biloba*.

**Gambar 1.22 Ginkogales**

*https://ucmp.berkeley.edu/seedplants/ginkgoales/ginkgo.html*

### 3) Coniferales

Coniferales berarti tumbuhan pembawa kerucut, karena alat perkembangbiakan jantan dan betina berupa strobilus berbentuk kerucut. Tumbuhan yang termasuk kelompok ini memiliki ciri selalu hijau sepanjang tahun (*evergreen*).

Contoh: *Agathis alba* (damar), *Pinus merkusii* (pinus), *Cupressus sp.*, *Araucaria sp.*, *Sequoia sp.*, *Juniperus sp.* dan *Taxus sp.*

**Gambar 1.23 Coniferales**

*http://www.biologyreference.com/Ce-Co/Conifers.html*

4) **Gnetales**

Anggota kelompok ini berupa perdu, liana (tumbuhan pemanjat) dan pohon. Daun berbentuk oval/lonjong dan duduk daun berhadapan dengan bentuk urat daun menyirip. Pada xilem terdapat trakea dan floem tidak memiliki sel pengiring. Strobilus tidak berbentuk kerucut, tetapi sudah dapat disebut ⧫bunga⧫. Contoh yang terkenal dari kelompok ini adalah *Gnetum gnemon*(melinjo).

**Gambar 1.24 Gnetales**

http://sudarmanto-spd.blogspot.com/2012/02/ordo-gnetales-divisio-gnetophyta.html

3. **Tumbuhan Biji Tertutup (Angiospermae)**

Tumbuhan biji tertutup adalah tumbuhan yang bijinya terdapat di dalam bakal buah. Ciri-ciri tumbuhan ini adalah:

1) Hidup sebagai pohon, perdu, semak, merambat atau herba/terna
2) Daun pipih dan lebar dengan susunan tulang daun menyirip, menjari, melengkung atau sejajar
3) Memiliki bunga sejati dengan perhiasan bunga berupa kelopak dan mahkota bunga dan alat perkembangbiakannya berupa putik dan benang sari
4) Tumbuhan biji dibagi menjadi dua kelas berdasarkan jumlah keping bijinya, yaitu:
5) Tumbuhan berkeping biji satu (*Monocotyledonae*)
6) Tumbuhan berkeping biji dua (*Dicotyledonae*)

**a) Tumbuhan Berkeping Biji Satu / Monokotil (Monocotyledonae)**

**Ciri-ciri utama Tumbuhan Monokotil:**

1) memiliki satu daun lembaga (satu kotiledon)
2) umumnya berupa herba atau terma, namun ada yang berupa pohon
3) batang bagian atas tidak bercabang atau bercabang sedikit, ruas-ruas batang terlihat jelas
4) daun biasanya berpelepah, berupa daun tunggal
5) memiliki daun sejajar atau melengkung
6) jaringan berpembuluh xylem dan floem tersebar dan tidak berkambium
7) Mahkota bunganya memiliki bagian-bagian dengan kelipatan tiga, bentuk tidak beraturan dan warna tidak mencolok
8) Memiliki system akar serabut
9) Suku-suku berikut jenis-jenis tumbuhan monokotil diantaranya:
   a. Suku rumput-rumputan (*Graminae*), misalnya: padi, jagung, bambu, rumput, tebu, gandum

**Gambar 1.25 Rumput Rumputan**

*https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/sumberbelajar/tampil/Tumbuhan-Biji-2008/konten4.html*

b. Suku pinang-pinangan (*Palmae*), misalnya: kelapa, rotan, kelapa sawit, aren, salak

**Gambar 1.26 Pinang Pinangan**

*https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/sumberbelajar/tampil/Tumbuhan-Biji-2008/konten4.html*

c. Suku jahe-jahean (*Zingiberaceae*), misalnya: kunyit, jahe, lengkuas

**Gambar 1.27 Jahe Jahean**

*https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/sumberbelajar/tampil/Tumbuhan-Biji-2008/konten4.html*

d. Suku nanas-nanasan (*Bromeliaceae*), misalnya: nanas

**Gambar 1.28 Nanas-Nanasan**

*https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/sumberbelajar/tampil/Tumbuhan-Biji-2008/konten4.html*

e. Suku pisang-pisangan (*Musaseae*), misalnya: pisang ambon, pisang kipas, pisang hias

**Gambar 1.29 Pisang Ambon Dan Pisang Kipas**

*Sumber: https://mitalom.com/panduan-lengkap-budidaya-pisang-pemeliharaan-dan-cara-pemupukan-pisang/*
*https://bibitbunga.com/product/tanaman-pisang-kipas-travellers-palm/*

f. Suku anggrek-anggrekan (*Orcidaceae*), misalnya: anggrek bulan, anggrek macan, anggrek yang tumbuh di hutan papua

**Gambar 1.30 Anggrek-Anggrekan**

*Sumber:https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/sumberbelajar/tampil/Tumbuhan-Biji-2008/konten4.html*

**b) Tumbuhan Berkeping Biji Dua / Dikotil (Dicotyledonae)**

**Ciri-ciri dikotil:**

1) memiliki dua daun lembaga (dua kotiledon)
2) batang pada umumya bercabang

3) tulang daun menjari atau menyirip
4) jaringan pembuluh xylem dan floem pada batang terusun dalam lingkaran dan memiliki cambium, sehingga akar dan batang dapat tumbuh membesar
5) Bunga memiliki bagian-bagian dengan kelipatan 4 atau 5, bentuk beraturan dengan warna mencolok
6) Memiliki system akar tunggang
7) Suku-suku berikut jenis-jenis tumbuhan dikotil diantaranya:
   a) Suku getah-getahan (*Euhorbiaceae*), misalnya: singkong, jarak, karet, puring

**Gambar 1.31 Getah-Getahan**

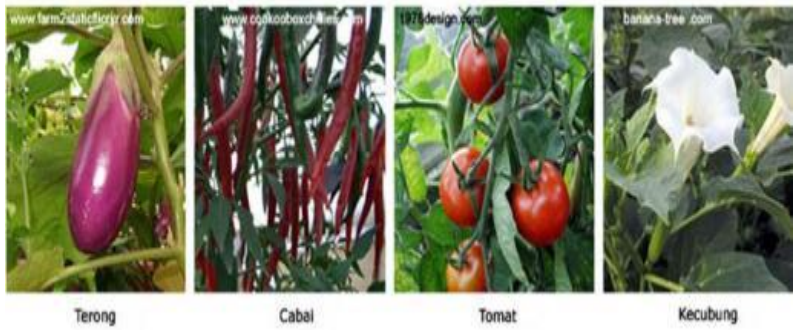
*Sumber:https://www.berpendidikan.com/2016/01/pengertian-dan-macam-macam-contoh-tumbuhan-dikotil.html*

1) Suku polong-polongan (*Leguminosae*), misalnya: putri malu, petai, flamboyan, kembang merak, kacang kedelai, kacang tanah

**Gambar 1.32 Polong Polongan**

*Sumber:https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/sumberbelajar/tampil/Tumbuhan-Biji-2008/konten5.html*

2) Suku terung-terungan (*Solanaceae*), misalnya: kentang, terong, tomat, cabai, kecubung




**Gambar 1.33 Terung Terungan**

*Sumber:https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/sumberbelajar/tampil/Tumbuhan-Biji-2008/konten5.html*

4) Suku jeruk-jerukan (*Rutaceae*), misalnya: jeruk manis, jeruk bali

**Gambar 1.34 Jeruk Jerukan**

*Sumber:https://www.tokopedia.com/jaden-petani/tanaman-jeruk-chokun*

*https://www.bukalapak.com/p/hobi-koleksi/berkebun/bibit-tanaman/8kdtr5-jual-bibit-tanaman-buah-jeruk-bali-pamelo*

5) Suku kapas-kapasan (*Malvaceae*), misalnya: kembang sepatu,

Kembang sepatu Kembang sepatu

**Gambar 1.35. Kapas Kapasan**

*https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/sumberbelajar/tampil/Tumbuhan-Biji-2008/konten5.html*

6) Suku jambu-jambuan (*Mirtaceae*), misalnya: cengkih, jambu biji, jambu air, jambu monyet, jamblang

Cengkeh Jambu biji Jambu air

**Gambar 1.36 Jambu Jambuan**

*Sumber:https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/sumberbelajar/tampil/Tumbuhan-Biji-2008/konten5.html*

7) Suku komposit (*Compositae*), misalnya: bunga matahari, bunga dahlia, bunga krisan

**Gambar 1.37 Suku Komposit**

*Sumber:* [https://joko1234.wordpress.com/2010/08/13/klasifikasi-tumbuhan/](https://joko1234.wordpress.com/2010/08/13/klasifikasi-tumbuhan/)

## Rangkuman

1) Tumbuhan terbagi menjadi dua yakni tumbuhan Thalopyta dan Chormopyta
2) Thalopyta adalah tumbuhan yang tidak dapat dibedakan antara akar, batang, daun, dan buahnya karena termasuk sel tiungkat rendah. Contoh tumbuhan ini adalah tumbuhan alga atau ganggang
3) Alga memilki zat warna dalam tubuhnya yang dapat mempengaruhi warna pada tubuhnya
4) Chormopyta adalah tumbuhan yang dapat dibedakan antara akar, batang, daun, dan buahnya karena termasuk sel tingkat tinggi
5) Chormopyta sendiri terbagi menjadi beberapa bagian yakni tumbuhan berbiji dan tumbuhan paku
6) Tumbuhan paku terbagi menjadi tumbuhan paku dan tumbuhan lumut
7) Tumbuhan berbiji terbagi menjadi tumbuhan berbiji terbuka dan tertutup

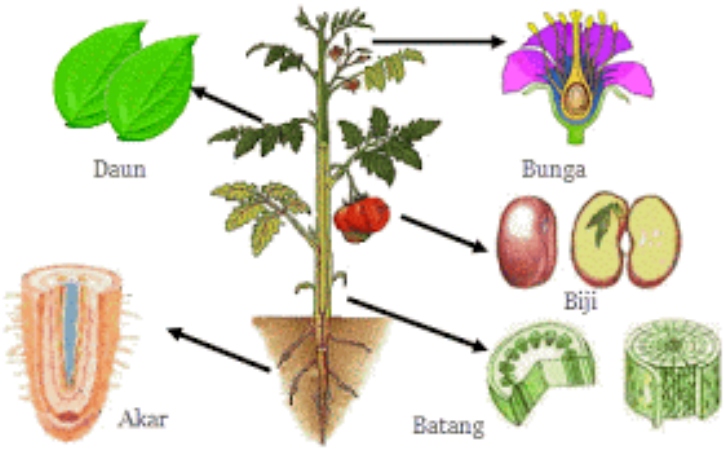
## TES

1. Jelaskan klasifikasi pada tumbuhan
2. Mengapa Thalopyta disebut sebagai hewan tingkat rendah
3. Jelaskan karakteristik tumbuhan paku
4. Jelaskan karakteritik tumbuhan lumut
5. Jelaskan secara detail perbedaan tumbuyhan biji terbuka dan tertutup

# BAB II
# BAGIAN TUBUH TUMBUHAN

Secara umum umbuhan terdiri dari tiga organ dasar: Akar Batang, Daun, buah dan bunga. Marilah kita bahas satu persatu tentang bagian tubuh tumbuhan sebagai berikut: Sebelum kita bahas lebih lanjut ada beberapa pertanyaan yang harus anda cermati: Terdiri dari apa sajakah bagian tumbuhan?, Apa fungsi bagian – bagian tersebut?, Apakah perbedaan tumbuhan dikotil dan monokotil?

Sebelum kita membahas secara detail tentang tumbuhan perhatikan gambar berikut ini:




**Gambar 2.1 Bagian Tubuh Tumbuhan**

*Sumber:http://sobethijau.blogspot.com/2015/12/bagian-bagian-tumbuhan.html?view=magazine*

Seperti manusia, tumbuhan juga memiliki bagian tubuh yang saling berkaitan satu sama lain yang terdiri dari akar, batang, bunga, daun, dan buah. Setiap bagian tersebut memiliki tugasnya masing masing dan saling berhubungan.

## A. Akar

Akar adalah bagian pokok di samping batang dan daun bagi tumbuhan yang tubuhnya telah merupakan kormus.

- **Sifat akar**

  Akar memiliki beberapa sifat sebagai berikut:

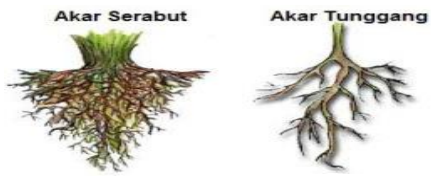
- merupakan bagian tumbuhan yang biasanya terdapat di dalam tanah, dengan arah tumbuh ke pusat bumi (geotrop) atau menuju ke air (hidrotrop), meninggalkan udara dan cahaya.
- tidak berbuku-buku, jadi juga tidak beruas dan tidak mendukung daun-daun atau sisik-sisik maupun bagian-bagian lainya.
- warna tidak hijau, biasanya keputih-putihan atau kekuning-kuningan.
- tumbuh terus pada ujungnya, tetapi umumnya pertumbuhannya masih kalah pesat jika dibandingkan dengan bagian permukaan tanah.
- bentuk ujungnya seringkali meruncing, hingga lebih mudah untuk menembus tanah.

▪ **Secara umum fungsi akar bagi tumbuhan:**

- memperkuat berdirinya tumbuhan.
- untuk menyerap air dan zat-zat makanan yang terlarut di dalam air tersebut dari dalam tanah.
- mengangkut air dan zat-zat makanan yang sudah diserap ke tempat-tempat pada tubuh tumbuhan
- kadang-kadang sebagai tempat untuk penimbunan makanan.

▪ **Secara umum, ada dua jenis akar yaitu**:

- Akar serabut. Akar ini umumnya terdapat pada tumbuhan monokotil. Walaupun terkadang, tumbuhan dikotil juga memilikinya (dengan catatan, tumbuhan dikotil tersebut dikembangbiakkan dengan cara cangkok, atau stek). Fungsi utama akar serabut adalah untuk memperkokoh berdirinya tumbuhan.
- Akar tunggang. Akar ini umumnya terdapat pada tumbuhan dikotil. Fungsi utamanya adalah untuk menyimpan makanan.




**Gambar 2.2 Macam acam Akar**

*Sumber: http://agroteknologi.id/fungsi-dan-peranan-akar-tumbuhan/*

- **Bagian luar akar**

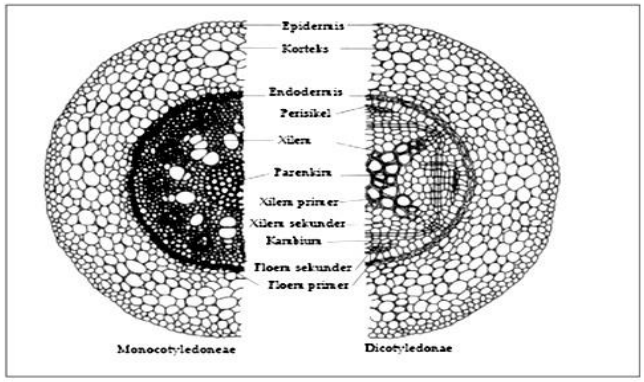
**Gambar 2.3 Penampang akar**

*Sumber:* [http://amaliablog16.blogspot.com/2014/11/struktur-dan-fungsi-bagian-tubuh.html](http://amaliablog16.blogspot.com/2014/11/struktur-dan-fungsi-bagian-tubuh.html)

Bagian luar akar terdiri dari bagian – bagian berikut:

1) Pangkal akar: bagian akar yang bersambungan dengan pangkal batang.
2) Ujung akar: merupakan daerah meristematik yang sifatnya selalu membelah.
3) Batang akar: bagian akar yang terletak diantara pangkal akar dan ujung akar.
4) Cabang akar: akar yang keluar dari akar pokok tetapi tidak berbatasan langsung dengan pangkal batang.
5) Serabut akar: cabang-cabang akar yang yang paling kecil.
6) Rambut akar: merupakan penonjolan sel-sel kulit luar akar yang panjang dan berfungsi untuk memperluas bidang penyerapan.
7) Tudung akar: bagian akar yang terletak paling ujung dan berfungsi sebagai pelindung ujung akar dari kerusakan saat menembus tanah.

- **Bagian Dalam Akar**




**Gambar 2.4 penampang akar monokotil dan dikotil**

*Sumber: https://donnameylinda.wordpress.com/kelas-viii/struktur-dan-fungsi-jaringan-tumbuhan-serta-pemanfaatannya-dalam-teknologi/materi-pembelajaran/struktur-dan-fungsi-jaringan-akar/*

Secara umum, bagian anatomi akar dari luar ke dalam adalah:

1) Epidermis: merupakan sel berdinding tipis, tersusun rapat. Sebagian selnya mengalami modifikasi menjadi bulu-bulu akar untuk memperluas bidang penyerapan.
2) Korteks: terletak di sebelah dalam epidermis, tersusun atas beberapa lapis sel yang tidak teratur dan memiliki banyak ruang antar sel. Memiliki fungsi sebagai tempat cadangan makanan dan pertukaran udara saat respirasi dengan adanya ruang antarsel.
3) Endodermis: sebagai pemisah antara korteks dan silinder pusat, sel-sel endodermis membentuk pita kaspari dari penebalan zat suberin dan lignin. Pita kaspari berfungsi sebagai pelindung selama pengangkutan air dan garam mineral di endodermis sehinggga air tidak langsung masuk ke endodermis dan tertahan di korteks. Air ini lah yang berguna sebagai cadangan air untuk tanaman itu jika persediaan air sedikit.
4) Silinder pusat (stele): tersusun atas berkas pengangkut yaitu xilem dan floem.Pembuluh kayu (xilem) mengangkut cairan menuju daun. Sumbernya dapat berasal dari akar (yang utama) maupun dari bagian

lain tumbuhan. Pembuluh tapis (floem) mengangkut hasil fotosintesis(terutama gula sukrosa) dan zat-zat lain dari daun menuju bagian-bagian tubuh tumbuhan yang lain.

5) Bagian luar dari stele berbatasan dengan endodermis disebut perisikel yang tersusun atas sel-sel parenkim dan bersifat meristematik, sehingga sering disebut sebagai perikambium. Pada bagian dalam perisikel terdapat berkas pengangkut xilem dan floem. Xilem pada tumbuhan dikotil mengumpul di bagian tengah silinder pusat, tersusun seperti bentuk bintang, sedangkan pada tumbuhan monokotil xilem dan floem terletak berselang-seling.

- Modifikasi akar
  - Akar napas. Akar naik ke atas tanah, khususnya ke atas air seperti pada genera Mangrove (Avicennia, Soneratia).

**Gambar 2.5 Akar Napas**

*Sumber: http://wawansome.blogspot.com/2011/02/mangrove-beradaptasi-dengan-lingkungan.html*

  - Akar gantung. Akar sepenuhnya berada di atas tanah. Akar gantung terdapat pada tumbuhan epifit Anggrek.

**Gambar 2.6 Akar Gantung**

*Sumber: http://www.dilarangbego.com/2018/04/03/apa-sih-fungsinya-akar-gantung-pada-pohon-beringin-*

- Akar banir. Akar ini banyak terdapat pada tumbuhan jenis tropik.

**Gambar 2.7 Akar Banir**

*Sumber : https://www.berbagaireviews.com/2017/09/jenis-jenis-akar-pada-tumbuhan-beserta.html*

- Akar penghisap. Akar ini terdapat pada tumbuhan jenis parasit seperti benalu.

**Gambar 2.8 Akar Penghisap**

*Sumber: http://belajar-di-rumah.blogspot.com/2015/03/sifat-dan-tugas-khusus-akar.html*

## B. BATANG

Batang merupakan bagian dari tumbuhan yang amat penting, dan mengingat serta kedudukan batang bagi tubuh tumbuhan, batang dapat disamakan dengan sumbu tubuh tumbuhan.

### 1. Sifat – sifat Batang

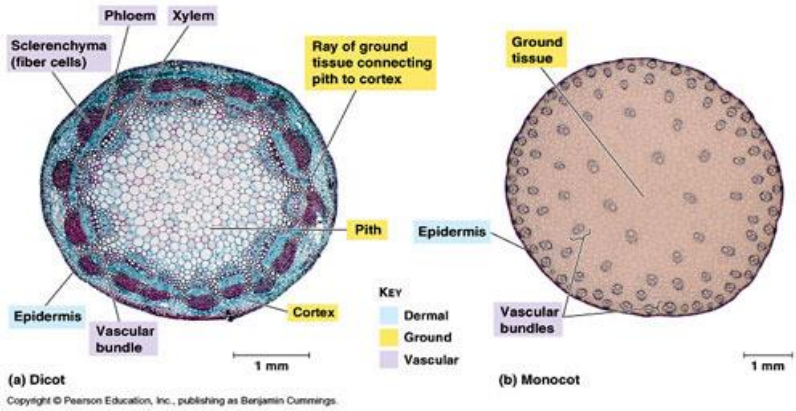
Pada umumnya batang mempunyai sifat-sifat berikut:

- Umumnya berbentuk panjang bulat seperti silinder atau dapat pula mempunyai bentuk lain, akan tetapi selalu bersifat aktinomorf.
- Terdiri atas ruas-ruas yang masing-masing dibatasi oleh buku-buku dan pada buku-buku inilah terdapat daun.

- Biasanya tumbuh ke atas menuju cahaya atau matahari (bersifat fototrop atau heliotrop)
- Selalu bertambah panjang di ujungnya, oleh sebab itu sering dikatakan, bahwa batang mempunyai pertumbuhan yang tidak terbatas.
- Mengadakan percabangan dan selama hidupnya tumbuhan, tidak digugurkan, kecuali kadang-kadang cabang atau ranting yang kecil.
- Umumnya tidak berwarna hijau, kecuali tumbuhan yang umurnya pendek, misalnya rumput dan waktu batang masih muda.

2. **Batang monokotil dan dikotil**

   Batang terdiri dari dua macam yaitu batang dikotil dan monokotil. Berikut persamaan dan perbedaan pada kedua penampang batang tersebut.




**Gambar 2.9 Penampang batang dikotil dan monokotil**

*Sumber:* [http://repository.unikama.ac.id/1490/1/bahan%20ajar.pdf](http://repository.unikama.ac.id/1490/1/bahan%20ajar.pdf)

Struktur batang tumbuhan baik dalam tumbuhan dikotil maupun monokotil memiliki kesamaan, yaitu terdiri atas jaringan epidermis, korteks dan stele (silinder pusat)

- **Epidermis** – Epidermis batang tersusun dari laisan sel yang rapat. Pada dinding terluar lapisan epidermis terdapat kutikula yang memiliki fungsi untuk mencegah batang kehilangan kadar air dalam jumlah yang besar.
- **Korteks** – Korteks tersusun dari beberapa lapisan sel parenkim yang tidak teratur dan memiliki dinding yang tipis dan terdapat banyak ruang antar sel. Pada bagian korteks dapat ditemukan sklerenkim dan kolenkim. Pada

tumbuhan monokotil sklerenkim dan kolenkim ini lah yang menjadi penyokong dan penguat batang.

- **Stele (Silinder Pusat) –** Dalam stele terdapat sel parenkim yang merupakan jaringan dasar dan pengisi dalam batang. Tersusun atas periskel, dan berkas pembuluh. Periskel adalah lapisan terluar stele yang menyelubungi pembuluh batang sedangkan berkas pembuluh adalah jaringan yang berfungsi sebagai pengangkut zat. Berkas pembuluh terdiri atas floem dan xylem.

Selanjutnya akan di jelaskan secara mengenai perbedaan antara batang pada tumbuhan dikotil dan monokotil:

- Batang tumbuhan dikotil diketahui memiliki kemampuan pertumbuhan sekunder, yaitu kemampuan bagi batangnya untuk tumbuh besar, sedangkan tumbuhan monokotil tidak dapat tumbuh menjadi besar. Hal ini disebabkan karena pada batang dikotil terdapat kambium yang bisa berkembang seiring dengan pertumbuhan tanaman. Pembentukan batang pada tumbuhan berbunga terbagi kedalam dua grup besar, yaitu batang herba dan batang berkayu. Batang herba yaitu tipe batang yang sifatnya berair. Batang herba hanya diperkuat oleh sel sklerenkim dan kolenkim di antara jaringan xilem dan floem nya, kerena itu batang ini agak lunak dan berwarna hijau dan batangnya kecil. Batang herba dapat ditemui pada tumbuhan monokotil. Sedangkan pada tumbuhan dikotil, morfologi batangnya berkayu. Batang pada tumbuhan berkayu memiliki sifat keras dan umurnya lebih panjang dari tipe herba.
- Jika dilihat dari penampang batangnya, pada batang tumbuhan dikotil, penampang jaringan pembuluh batangnya lebih terstruktur. Jaringan pembuluhnya seolah saling berkumpul membentuk satu lingkaran. Hal ini berbeda dengan jaringan pembuluh pada batang tumbuhan monokotil yang jaringan pembulunya menyebar.al hal Jaringan pembuluh terdiri atas floem dan xylem. Floem adalah bagian dari batang yang memiliki fungsi sebagai pengangkut zat hasil produksi fotosintesis. Sedangkan xilem memiliki fungsi sebagai pengangkut zat-zat yang menjadi bahan baku untuk aktifitas fotosintesis. keberadaan floem batang di tumbuhan monokotil berada di

sebelah luar xilem, dimana, diantara floem dan xylem tumbuhan dikotil terdapat kambium.

- Tipe berkas pembuluh angkut semacam ini disebut dengan sebutan tipe kolateral terbuka. Hal ini berbeda dengan tanaman dikotil yang tipe Berkas pembuluhnya umunya kolateral tertutup, dimana floem terletak tepat di sebelah luar xilem, namun antara xylem dan floem, tidak terdapat lapisan kambium.
- Meristem interkalar adalah ciri yang dimiliki oleh batang tumbuhan monokotil. Jaringan meristem ini terletak diantara meristem primer dan jaringan dewasa. Meristem intrekalar memungkinkan batang tumbuhan memanjang dengan cepat. Pemanjangan ruas batang ini dapat terjadi karena adanya proses pembelahan sel membentuk sel muda yang sejajar membuat ruas batang semakin membentang. Pada tumbuhan dikotil tidak ditemukan adanya meristem interkalar, namun terdapat meristem lateral. Adapun yang termasuk dalam meristem lateral adalah kambium vaskular dan kambium gabus.
- Kambium memegang peranan yang signifikan pada pembedaan antara batang tumbuhan dikotil dan monokotil. Pada tumbuhan dikotil, kambium ditemukan sebagai pembatas antara xylem dan floem. Kambium pada tanaman dikotil inilah yang memungkinkan terbentuknya lapisan kulit pada perkembangan kambium kedalam batang dan terbentuknya kayu pada pertumbuhan kambium ke arah luar batang. Kambium jugalah yang membuat kita bisa memperkirakan umur sebuah pohon dengan melihat figur cincin-cincin pada penampang batang pohon yang ditebang.

3. Macam – macam bagian batang

a) Batang berkayu:

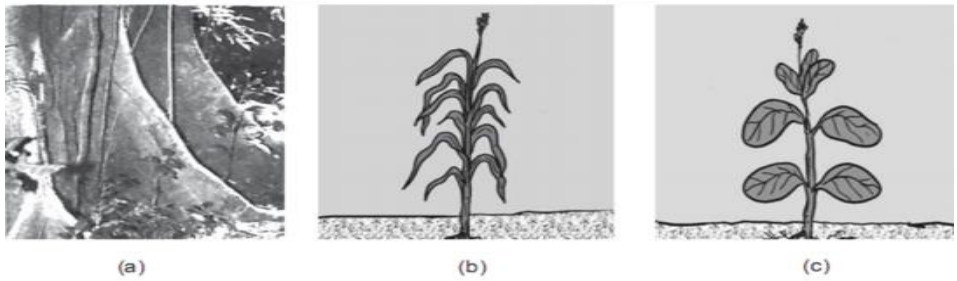
batangnya bercirikan keras dan membentuk kayu, biasanya pada tumbuhan dikotil karena memiliki kambium yang dapat memperbesar ukuran batang tumbuhan. Contoh tumbuhan yang memiliki batang berkayu adalah pohon mangga, rambutan, Durian, Beringin.

b) Batang berumput:

Batang berumput kebanyakan adalah berasal dari kelas tumbuhan monokotil. Contoh tumbuhan yang memiliki batang berumput adalah padi, jagung

c) Batang basah:

Contoh tumbuhan yang memiliki batang basah adalah bayam, pisang, sawi.

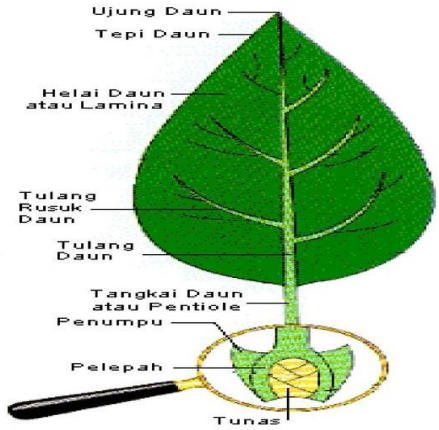



**Gambar 2.10 Macam – Macam Bentuk Batang**

*Sumber: http://damentablog.blogspot.com/2013/11/bagian-bagian-tumbuhan-dan-fungsinya.html*

## C. Daun

Daun merupakan salah satu organ tumbuhan yang tumbuh dari batang, umumnya berwarna hijau dan terutama berfungsi sebagai penangkap energi dari cahaya matahari melalui fotosintesis. Daun merupakan organ terpenting bagi tumbuhan dalam melangsungkan hidupnya karena tumbuhan adalah organisme autotrof obligat, ia harus memasok kebutuhan energinya sendiri melalui konversi energi cahaya menjadi energi kimia.




**Gambar 2.11 Penampang Luar Daun**

*Sumber:* *http://novita-wulandari.blogspot.com/2011/06/*

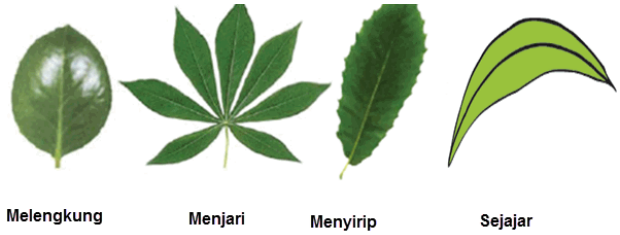
1. Fungsi Daun

Daun memiliki beberapa fungsi:

a) Tempat terjadinya fotosintesis.
b) pada tumbuhan dikotil, terjadinya fotosintesis di jaringan parenkim palisade. sedangkan pada tumbuhan monokotil, fotosintesis terjadi pada jaringan spons.
c) Sebagai organ pernapasan.
d) Di daun terdapat stomata yang befungsi sebagai organ respirasi (lihat keterangan di bawah pada Anatomi Daun).
e) Tempat terjadinya transpirasi.
f) Tempat terjadinya gutasi.
g) Alat perkembangbiakkan vegetative. Misalnya pada tanaman cocor bebek (tunas daun).

2. Bantuk Luar daun

Bentuk daun sangat beragam, namun biasanya berupa helaian, bisa tipis atau tebal. Gambaran dua dimensi daun digunakan sebagai pembeda bagi bentuk-bentuk daun. Bentuk dasar daun membulat, dengan variasi cuping menjari atau menjadi elips dan memanjang. Bentuk ekstremnya bisa meruncing panjang.



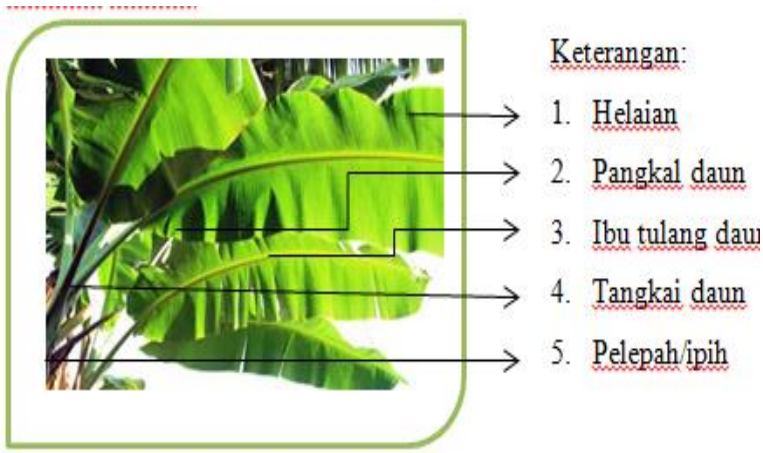

**Gambar 2.12 Macam – macam bentuk daun**

*Sumber: https://www.nidokna.com/2016/11/pembelajaran-2-tema-5-subtema-2.html*

Daun juga bisa bermodifikasi menjadi duri (misalnya pada kaktus), dan berakibat daun kehilangan fungsinya sebagai organ fotosintetik. Daun tumbuhan sukulen atau xerofit juga dapat mengalami peralihan fungsi menjadi organ penyimpan air.

Warna hijau pada daun berasal dari kandungan klorofil pada daun. Klorofil adalah senyawa pigmen yang berperan dalam menyeleksi panjang gelombang cahaya yang energinya diambil dalam fotosintesis. Sebenarnya daun juga memiliki pigmen lain, misalnya karoten (berwarna jingga), xantofil (berwarna kuning), dan antosianin (berwarna merah, biru, atau ungu, tergantung derajat keasaman). Daun tua kehilangan klorofil sehingga warnanya berubah menjadi kuning atau merah (dapat dilihat dengan jelas pada daun yang gugur).

Daun memiliki beberapa macam bentuk dan bagian – bagian. Terdapat daun lengkap dan tak lengkap, jika daun lengkap terdiri dari helaian daun, ujung daun, tulang daun, tangkai, dan pelepah (gambar 1.7). contoh daun lengkap adalah pisang, sedangkan daun yang tidak lengkap, tidak adanya salah satu bagian yang disebutkan sebelumnya misalnya pelepah. Contoj daun tidak lengkap adalah daun mangga.



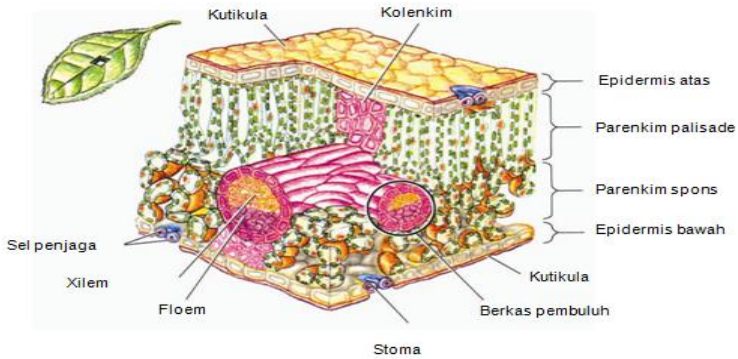

**Gambar 2.13 bagian – bagian daun lengkap**

*Sumber:* *http://maulidious.blogspot.com/2014/04/daun-tunggal-dan-bagian-bagiannya.html*

3. Bagian dalam daun

   Anatomi daun terdiri dari Organ-organ sebagai berikut:

   a. Kutikula
   b. Kutikula ini merupakan lapisan lilin yang berfungsi untuk mengurangi penguapan pada daun.
   c. Jaringan Epidermis Atas
   d. Epidermis atas tersusun dari selapis tipis sel yang bentuknya seperti batu bata. Umumnya sel-sel itu tidak memiliki kloroplas. Jaringan epidermis berfungsi melindungi jaringan dibawahnya.




**Gambar 2.14 Gambar Penampang dalam Daun**

*Sumber:* *https://dosenbiologi.com/tumbuhan/fungsi-daun-pada-tumbuhan*

e. Jaringan Tiang (palisade)

f. Jaringan palisade ini tersusun atas sel – sel yang rapat dan banyak mengandung kloroplas. Maka palisade ini merupakan tempat utama berlangsungnya fotosintesis.

g. Jaringan Spons

h. Susunan sel pada jaringan ini renggang karena banyak terdapat rongga udara. Yang perlu kalian tahu, pada jaringan spons ini terdapat kloroplas tetapi dalam jumlah sedikit.

i. Jaringan Kolenkim

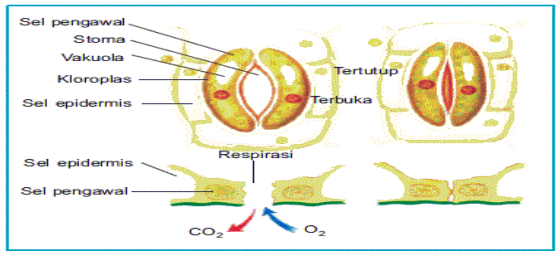
j. Jaringan kolenkim ini terletak pada tulang daun. Jaringan kolenkim mempunyai sifat menguatkan

k. Jaringan Pengangkut

l. Jaringan pengangkut dibagi menjadi 2, yaitu jaringan xylem dan jaringan floem. Apa beda dari kedua jaringan ini? jaringan xylem berfungsi untuk mengangkut mineral dan air untuk difotosintesis. Sedangkan floem berfungsi untuk mengangkut hasil fotosintesis ke seluruh bagian tumbuhan.

m. Jaringan Epidermis Bawah

Bagaimana susunan sel jaringan epidermis bawah pada daun? Ya, susunannya sama dengan jaringan epidermis atas daun. Hanya saja, epidermis bawah berfungsi untuk mengatur menutup dan membukanya. stomata serta mengendalikan pertukaran gas.

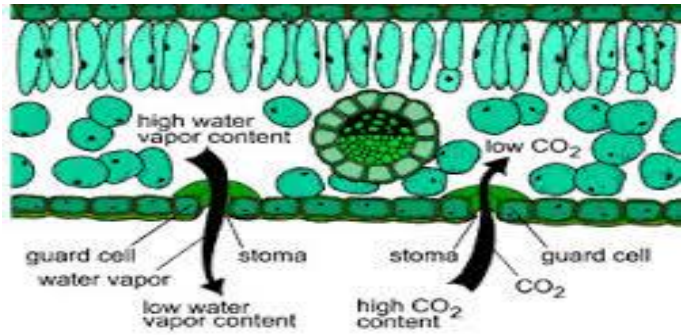



**Gambar 2.15 Jaringan epidermis**

*Sumber:* [https://www.slideshare.net/rahmitarmdhnty/tugas-biologi-kelas-xi-semester-1-jaringan-epidermis](https://www.slideshare.net/rahmitarmdhnty/tugas-biologi-kelas-xi-semester-1-jaringan-epidermis)

n. Stomata

Stomata berfungsi sebagai jalan masuknya $CO_2$ dari udara. Stomata ini dibatasi oleh sel penjaga.




**Gambar 2.16 Gambar Stomata**

*Sumber:* http://belajarbersamapagurussp.blogspot.com/2011/03/stomata.html

## D. Bunga

Bunga (flos) atau kembang adalah struktur reproduksi seksual pada tumbuhan berbunga (divisio Magnoliophyta atau Angiospermae, "tumbuhan berbiji tertutup"). Pada bunga terdapat organ reproduksi (benang sari dan putik).

- Fungsi Bunga
- Bunga berfungsi utama menghasilkan biji. Penyerbukan dan pembuahan berlangsung pada bunga. Setelah pembuahan, bunga akan berkembang menjadi buah. Buah adalah struktur yang membawa biji.
- Fungsi biologi bunga adalah sebagai wadah menyatunya gamet jantan (mikrospora) dan betina (makrospora) untuk menghasilkan biji. Proses dimulai dengan penyerbukan, yang diikuti dengan pembuahan, dan berlanjut dengan pembentukan biji.

Beberapa bunga memiliki warna yang cerah dan secara ekologis berfungsi sebagai pemikat hewan pembantu penyerbukan. Beberapa bunga yang lain menghasilkan panas atau aroma yang khas, juga untuk memikat hewan untuk membantu penyerbukan.

Bunga adalah batang dan daun yang termodifikasi. Modifikasi ini disebabkan oleh dihasilkannya sejumlah enzim yang dirangsang oleh sejumlah fitohormon tertentu. Pembentukan bunga dengan ketat dikendalikan secara genetik dan pada banyak jenis diinduksi oleh perubahan lingkungan tertentu, seperti suhu rendah, lama pencahayaan, dan ketersediaan air (lihat artikel Pembentukan bunga).

- **Bagian – bagian bunga**

Bunga memiliki beberapa macam yang terdiri dari bunga sempurna dan tidak sempurna. Suatu bunga dikatakan bunga lengkap apabila memiliki semua bagian utama bunga. Berikut bagian – bagian bunga:.

- Tangkai Bunga

  Tangkai bunga (pedicellus) adalah bagian bunga yang tepat berada dibagian bawah bunga yang merupakan pendukung terakhir dari cabang bunga. Fungsi dari tangkai bunga adalah penghubung antara bunga dengan ranting dan tangkai bunga juga berfungsi sebagai penopang bunga.

- Dasar Bunga

  Dasar bunga (receptacle) adalah bagian ujung bunga dalam melekatkan dan bertumpunya mahkota bunga. Fungsi dari Dasar bunga adalah tempat bertumpunya atau letak mahkota bunga.

- Kelopak Bunga

  Kelopak bunga (sepal) adalah bagian bunga yang melindungi dan menyelimuti mahkota disaat bunga masih kuncup. Fungsi dari kelopak bunga adalah melindungi mahkota bunga ketika kuncup dan akan terbuka jika mahkota mekar. Kelopak bunga biasanya warna dan bentuknya menyerupai daun.

- Mahkota Bunga

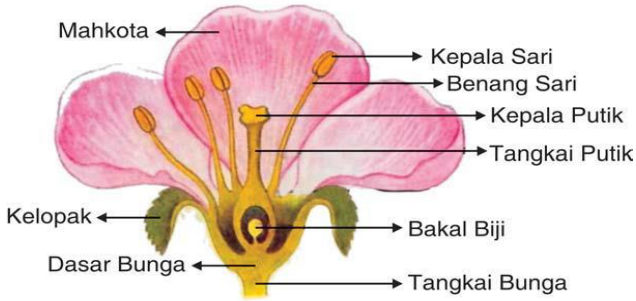
  Mahkota bunga (corolla) adalah bagian bunga yang paling indah yang memiliki beraneka ragam warna yang menarik, dari keindahan bagian bunga ini (mahkota), mahkota bunga disebut sebagai perhiasan bunga. Dari warna-warna menarik tersebut, mahkota bunga memikat serangga-serangga yang berfungsi sebagai proses penyerbukan.

- Benang Sari

  Benang sari (stamen) adalah alat kelamin jantan sebagai alat perkembangbiakan bunga atau fertil yang terdiri atas kepala sari (anthera), serbuk sari (polen), tangkai sari (filament) dan penunjang kepala sari. Fungsi benang sari adalah sebagai alat kelamin jantan.

- Putik

  Putik (pistil) adalah bagian alat perkembangbiakan bunga atau fertil yakni alat kelamin betina dan terdapat bakal bunga dan bakal biji pada putik. Putik terdapat ditengah-tengah bagian bunga yang dikelilingi oleh benang sari. Putik terdiri atas dua bagian yakni kepala putik dan tangkai putik.




**Gambar 2.17 Morfologi bunga sempurna**

*Sumber: https://rahmawatyarsyad1989.wordpress.com/kuliah-room/morfologi-bunga/*

Tanaman berbunga dibedakan dari jumlah organ bunganya: tumbuhan dikotil umumnya mempunyai 4 atau 5 organ (atau kelipatan 4 atau 5) sedangkan tumbuhan monokotil memiliki tiga organ atau kelipatannya.

- **Kelengkapan Bagian Bunga**

Berdasarkan kelengkapan bagian bunga, yaitu perhiasan bunga dan alat kelamin bunga dibedakan menjadi bunga lengkap dan bunga tak lengkap seperti dibawah ini..

- **Bunga Lengkap**

  Bunga lengkap adalah bunga yang mempunyai kelopak, mahkota, benang sari,dan putik. Contohnya adalah bunga sepatu, tembakau, mawar, melati, dan terung. Bunga lengkap pasti memiliki dua macam alat kelami, karena

itu disebut dengan bunga **berkelamin ganda**(hermafrodit). Akan tetapi bunga berkelamin ganda atau berkelamin lengkap belum tentu merupakan bunga lengkap.

- **Bunga Tidak Lengkap**

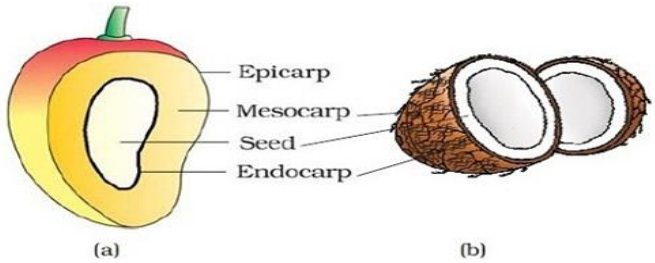
  Bunga disebut bunga tidak lengkap jika tidak memiliki salah satu atau beberapa bagian bunga baik perhiasan maupun alat kelamin bunga. Bunga tidak lengkap dibedakan menjadi dua kelompok. Perhiasan bunga tidak lengkap adalah tidak memiliki mahkota atau kelompak. Bunga yang yang tidak memiliki perhiasan bunga disebut dengan bunga telanjang. alat kelamin tidak lengkap adalah bunga hanya mempunyai salah satu alat kelamin disebut bunga berkelamin tunggal, terdiri dari bunga jantan dan bunga betina. Contohnya bunga mentimun dan bunga salak. Atau jika bunga tidak memiliki bunga alat kelamin disebut bunga mandul (bunga tidak berkelamin), misalnya bunga pita pada bunga matahari.

## E. Buah

Buah adalah organ pada tumbuhan berbunga yang merupakan perkembangan lanjutan dari bakal buah (ovarium). Buah biasanya membungkus dan melindungi biji. Aneka rupa dan bentuk buah tidak terlepas kaitannya dengan fungsi utama buah, yakni sebagai pemencar biji tumbuhan.

### 1. Bagian – bagian buah

- Epikarp merupakan lapisan luar yang keras dan tidak tembus air, misalnya buah kelapa.
- Mesokarp merupakan lapisan yang tebal dan berserabut, misalnya bersabut (kelapa), berdaging (mangga dan pepaya).
- Endokarp merupakan lapisan paling dalam yang tersusun atas lapisan sel yang sangat keras dan tebal, misalnya tempurung (kelapa), berupa selaput tipis (rambutan).




**Gambar 2.18 Bagian – bagian buah**

*Sumber:https://dompang97.blogspot.com/2016/09/manfaat-mengetahui-bagian-bagian-buah.html*

**2. Pertumbuhan buah**

Buah adalah pertumbuhan sempurna dari bakal buah (ovarium) yang diawali dengan:

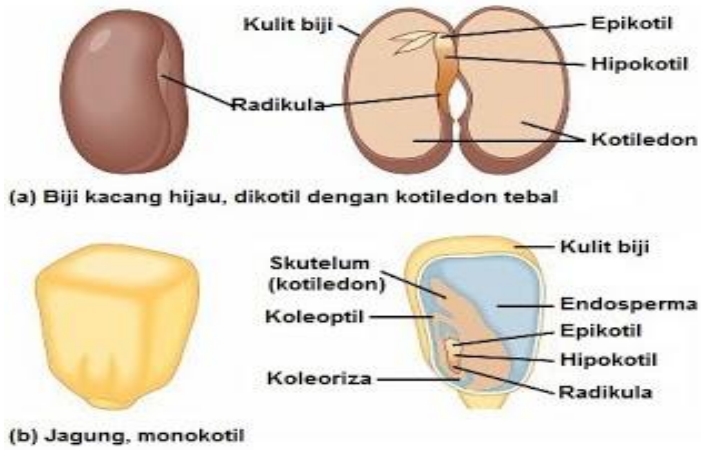
- Setiap bakal buah berisi satu atau lebih bakal biji (ovulum), yang masing-masing mengandung sel telur.
- Bakal biji itu dibuahi melalui suatu proses yang diawali oleh peristiwa penyerbukan, yakni berpindahnya serbuk sari dari kepala sari ke kepala putik.
- Setelah serbuk sari melekat di kepala putik, serbuk sari berkecambah dan isinya tumbuh menjadi buluh serbuk sari yang berisi sperma. Buluh ini terus tumbuh menembus tangkai putik menuju bakal biji, di mana terjadi persatuan antara sperma yang berasal dari serbuk sari dengan sel telur yang berdiam dalam bakal biji, membentuk zigot yang bersifat diploid.
- zigot yang terbentuk mulai bertumbuh menjadi embrio (lembaga), bakal biji tumbuh menjadi biji, dan dinding bakal buah, yang disebut perikarp, tumbuh menjadi berdaging (pada buah batu atau drupa) atau membentuk lapisan pelindung yang kering dan keras (pada buah geluk atau nux)
- kelopak bunga (sepal), mahkota (petal), benangsari (stamen) dan putik (pistil) akan gugur atau bisa jadi bertahan sebagian hingga buah menjadi.
- Pembentukan buah ini terus berlangsung hingga biji menjadi masak. Pada sebagian buah berbiji banyak, pertumbuhan daging buahnya umumnya sebanding dengan jumlah bakal biji yang terbuahi.

## F. Biji

Biji adalah bakal biji (ovulum) dari tumbuhan berbunga yang telah masak. Biji dapat terlindung oleh organ lain (buah, pada Angiospermae atau Magnoliophyta) atau tidak (pada Gymnospermae).

1. Bagian – bagian biji

Biji buah juga terbagi menjadi biji dikotil dan monokotil. Berikut penampang biji monokotil dan dikotil




**2.19 Biji Monokotil dan dikotil**

*Sumber:* [http://modelpembelajaransd.blogspot.com/2014/04/fungsi-bagian-bagian-biji-tumbuhan.html](http://modelpembelajaransd.blogspot.com/2014/04/fungsi-bagian-bagian-biji-tumbuhan.html)

Berikut bagian – bagian biji:

a. Kulit biji : terletak di bagian luar biji dan melapisi seluruh bagian biji.
b. Radikula :Adalah bakal calon akar yang tumbuh selama masa perkecambahan. Fungsinya untuk menyokong dan menyuplai bahan – bahan makanan untuk di proses pada bagian tanaman lainnya.
c. Kotiledon: Adalah daun kecil yang terletak di bawah daun pertama kecambah. Fungsinya untuk menyimpan cadangan makanan dan asimilasi.
d. Cauliculus: Adalah bakal calon batang yang tumbuh selama masa perkecambahan. Fungsinya sebagai bagian tanaman yang akan mengalami perkembangan ke atas untuk membentuk batang.

e. Hipokotil : Batang yang terletak di bagian bawah kotiledon

f. Epikotil : Batang yang terletak di bagian atas kotiledon

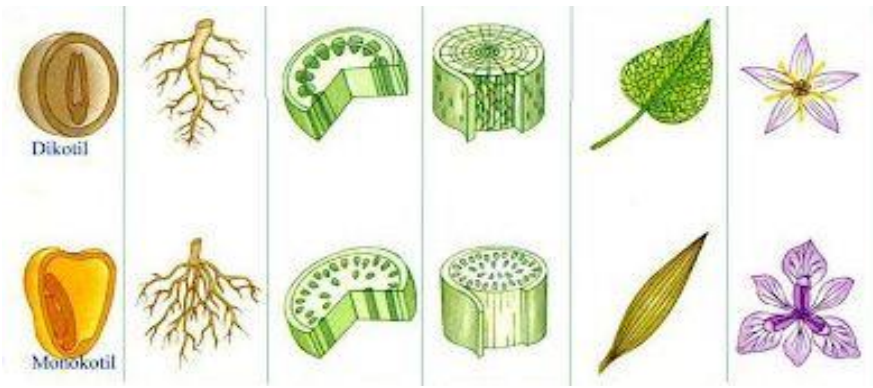
g. Testa : Adalah bagian yang melindungi bagian dalam biji.

**Tabel 2.1 Perbedaan biji monokotil dan dikotil**

| **Monokotil** | **Dikotil** |
|---|---|
| Berkeping satu<br>Terdapat endosperma<br>Makanan untuk pertumbuhan embrio di peroleh dari endosperma | Berkeping dua<br>Tidak ada endosperma<br>Makanan untuk pertumbuhan embrio di peroleh dari cotyledon |

## G. Tumbuhan Dikotil dan Monokotil

Perbedaan tumbuhan dikotil dan monokotil jika dilihat dari bagian akar, batang dan daun adalah sebagai berikut:




**Gambar 2.20 perbedaan struktur tanaman dikotil dan monokotil**

*Sumber: https://tandapagar.com/perbedaan-monokotil-dan-dikotil/*

## RANGKUMAN

1. Tumbuhan terdiri dari akar, batang, daun, buah , bunga dan biji
2. Akar berfungsi sebagai penopang tubuh tumbuhan, penyerap air dan mineral pada tumbuhan. Akar memiliki beberapa macam yaitu akar serabut dan tunggang
3. Batang berfungsi sebagai tempat transportasi pada tumbuhan hasil dari akar. Batang juga tempat melekatnya daun. Batang memiliki beberapa macam yaitu batang basah, berkayu dan rumput.
4. Daun berfungsi sebagai tempat fotosintesis tumbuhan. Daun memiliki beberpa bagian atau anatomi diantranya kloroplas, stomata, jaringan epidermis, jaringan pengangkut, kolenkim dan spons
5. Bunga berfungsi sebagai tempat penyerbukan. Bunga terdiri dari kelopak, mahkota, tangkai, benang sari, putik dan dasar bunga
6. Buah merupakan organ pada tumbuhan berbunga yang merupakan perkembangan lanjutan dari bakal buah (ovarium). Buah biasanya membungkus dan melindungi biji. Buah terdiri dari eksockarp, mesokarp dan endokarp.
7. Biji merupakan calon buah. Biji terdiri dari 2 macam yaitu biji berkeping satu dan dua
8. Tumbuhan dikotil dan monokotil dapat dibedakan pada semua bagian tumbuhan.

## TES

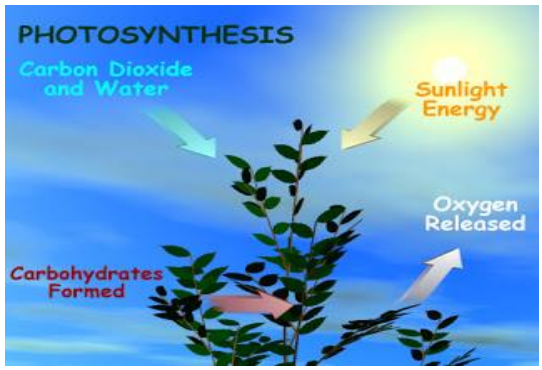
1. Sebutkan macam – macam bentuk daun yang anda ketahui!
2. Gambarkan penampang daun beserta fungsinya!
3. Sebutkan macam – macam bentuk akar yang anda ketahui!
4. Jelaskan perbedaan morfologi dan anatomii akar yang berasal dari tumbuhan dikotil dan monokotil beserta fungsinya!
5. Sebutkan macam – macam bentuk batang yang anda ketahui!
6. Jelaskan perbedaan morfologi dan anatomi batang yang berasal dari tumbuhan dikotil dan monokotil!
7. Gambarkan penampang batang dikotil dan monokotil beserta fungsinya!
8. Secara umum, apakah fungsi batang bagi tumbuhan!
9. Gambarkan penampang bunga beserta fungsinya!
10. Jelaskan perbedaan morfologi biji pada biji dikotil dan monokotil!
11. Selama ini para petani menggunakan pestisida untuk mematikan hama dan ulat. Pestisida juga digunakan untuk membuat tumbuhan tetap sehat. Diskusikan:
12. Apakah dampak negatif dari penggunaaan pestisida?
13. Bagaimanakah dampaknya bagi kesehatan?
14. Bagiamanakah dengan pertumbuhan pada semua bagian tumbuhan?
15. Jika pak tani tidak menggunakan pestisida, maka pak tani akan merugi dan mengalami gagal panen. Solusi apakah yang dapat anda berikan

# BAB III
# FOTOSINTESIS

Selama kita bersekolah, kita pasti mengetahui bagaimanakah tumbuhan mendapatkan makanan? Tumbuhan mendapatkan makanannya dengan fotosintesis. Masih ingatkah anda apa fotosintesis? Apakah fotosintesis?, Apakah bahan yang dibutuhkan bagi proses fotosintesis?, Bagaimana proses fotosintesis?, Apa sajakah hasil fotosintesis? Setelah menjawab pertanyaan tersebut, marilah kita bahas proses fotosintesis.

- **Proses Fotosintesis**

Secara umum pengertian fotosintesis adalah proses pembentukan karbohidrat dari karbon dioksida ($CO_2$) dan air ($H_2O$) dengan bantuan sinar matahari. Tumbuhan mampu melakukan fotosintesis karena mempunyai sel-sel yang mengandung klorofil (zat hijau daun). Dalam fotosintesis, energi cahaya matahari diserap oleh klorofil dan diubah menjadi energi kimia yang disimpan dalam bentuk karbohidrat atau senyawa organik lainnya. Di dalam tumbuhan karbohidrat diubah menjadi protein, lemak, vitamin, atau senyawa yang lain.




**Gambar 3.1 Proses fotosintesis secara sederhana**

*Sumber:* *https://kliksma.com/2014/09/pengertian-fotosintesis.html*

Secara sederhana, reaksi kimia yang terjadi pada proses fotosintesis dapat dituliskan sebagai berikut

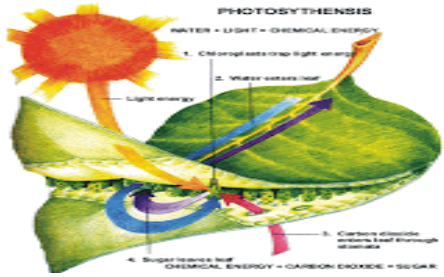
$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{klorofil}]{\text{cahaya}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

**Karbon dioksida air gula (glukosa) oksigen**

Dari reaksi di atas, dapat diketahui syarat-syarat agar berlangsung proses fotosintesis, yaitu sebagai berikut:

a. Karbon dioksida ($CO_2$), diambil oleh tumbuhan dari udara bebas melalui stomata (mulut daun).
b. Air, diambil dari dalam tanah oleh akar dan diangkut ke daun melalui pembuluh kayu (*xilem)*.
c. Cahaya matahari.
d. Klorofil (zat hijau daun), sebagai penerima energi dari cahaya matahari untuk melangsungkan proses fotosintesis.

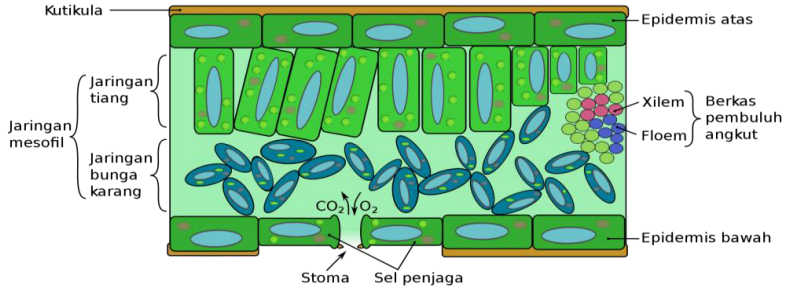
Proses fotosintesis terjadi di daun yang berwarna hijau karena mengandung klorofil yang dapat menyerap sinar matahari. Daun memiliki permukaan atas dan bawah yang dilindungi lapisan epidermis yang mempunyai lapisan lilin. Fungsi lapisan lilin mencegah penguapan air (transpirasi) yang berlebihan.




**Gambar 3.2 Penampang Daun**

*Sumber: https://sites.google.com/site/scientificgreenmachine/microscopic-level/photo*

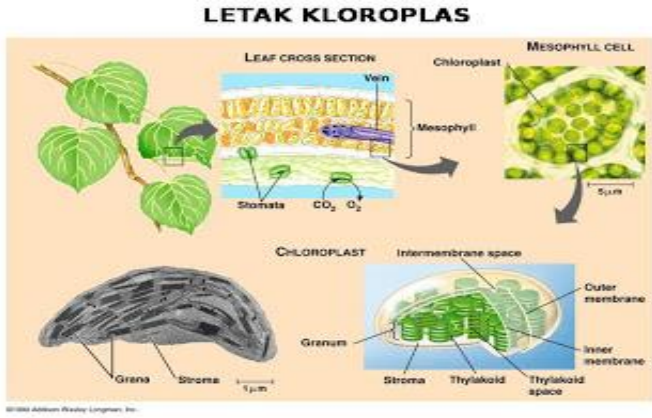
Lapisan epidermis tersusun atas sel-sel epidermis, di antara sel-selnya terdapat stomata. Fungsi stomata adalah untuk pertukaran $CO_2$ dan $O_2$ dalam proses fotosintesis dan respirasi.




**Gambar 3.3 Penampang stomata**

*Sumber: https://www.gurupendidikan.co.id/anatomi-daun-makalah-fungsi-struktur-gambar-dan-perkembangan/*

Di antara epidermis bawah dan atas terdapat jaringan palisade. Sel-selnya mengandung kloroplas yang berfungsi menyerap cahaya matahari untuk digunakan sebagai tenaga dalam proses fotosintesis. Di dalam kloroplas inilah proses fotosintesis terjadi. Dalam kloroplas terdapat pigmen warna hijau, yaitu klorofil.




**Gambar 3.4. Letak Kloroplas**

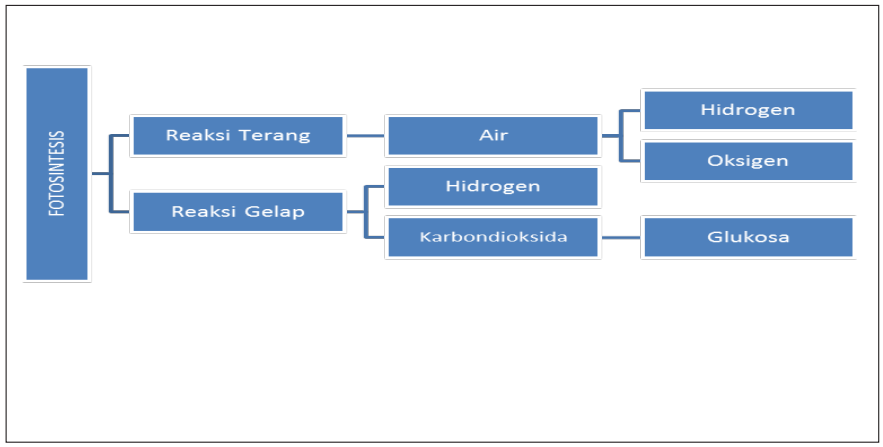
*Sumber: http://wanenoor.blogspot.com/2013/01/materi-tentang-klorofil.html*

Hasil dari proses fotosintesis terdiri dari glukosa dan Oksigen. Oksigen oleh tumbuhan dikeluarkan ke udara. Glukosa diedarkan ke seluruh tubuh tumbuhan melalui floem. Hasil fotosintesis ini digunakan tumbuhan untuk

pertumbuhan dan perkembangannya. Apabila kebutuhan glukosa sudah cukup, maka kelebihan glukosa yang ada akan diubah menjadi karbohidrat dan disimpan sebagai cadangan makanan di dalam akar, batang, buah, atau biji. Dalam akar misalnya kentang, dalam batang misalnya tebu, dalam buah seperti durian, rambutan, dan pepaya, dalam biji misalnya kacang hijau

**B. Reaksi terang dan reaksi gelap**

Proses fotosintesis dibedakan menjadi dua proses yaitu reaksi terang dan reaksi gelap. Berikut penjelasan tentang reaksi gelap dan terang.




a. Reaksi terang

Reaksi terang ini merupakan salah satu tahap pada fotosintesis. Tempat terjadinya reaksi terang adalah tilakoid. Reaksi terang ini menggunakan energi surya untuk menyuplai energi kimia. Energi yang ditangkap oleh klorofil digunakan untuk memecah molekul air. Pemecahan ini disebut *fotolisis*. Fotolisis mengakibatkan molekul air pecah menjadi hidrogen dan oksigen seperti yang tampak pada bagan 1 diatas.

Pada reaksi terang terjadi penguraian air pada klorofil dari cahaya matahari yang disebut fotolisis. Cahaya matahari dibutuhkan sebagai sumber energi dalam reaksi terang. Di mana sumber energi yang diubah oleh klorofil menjadi energi kimia dan disimpan dalam bentuk ATP (Adenosina trifosfat). Klorofil berfungsi sebagai pengantar energi cahaya menjadi kimia. Reaksi terang menghasilkan ATP dan reduksi NADPH2.

Reaksi ini memerlukan molekul air. Proses diawali dengan penangkapan foton oleh pigmen sebagai antena. Pigmen klorofil menyerap lebih banyak cahaya terlihat pada warna biru (400-450 nanometer) dan merah (650-700 nanometer) dibandingkan hijau (500-600 nanometer). Cahaya hijau ini akan dipantulkan dan ditangkap oleh mata kita sehingga menimbulkan sensasi bahwa daun berwarna hijau. Fotosintesis akan menghasilkan lebih banyak energi pada gelombang cahaya dengan panjang tertentu. Hal ini karena panjang gelombang yang pendek menyimpan lebih banyak energi. Di dalam daun, cahaya akan diserap oleh molekul klorofil untuk dikumpulkan pada pusat-pusat reaksi. Tumbuhan memiliki dua jenis pigmen yang berfungsi aktif sebagai pusat reaksi atau fotosistem yaitu fotosistem II dan fotosistem I. Fotosistem II terdiri dari molekul klorofil yang menyerap cahaya dengan panjang gelombang 680 nanometer, sedangkan fotosistem I 700 nanometer. Kedua fotosistem ini akan bekerja secara simultan dalam fotosintesis, seperti dua baterai dalam senter yang bekerja saling memperkuat.

Fotosintesis dimulai ketika cahaya mengionisasi molekul klorofil pada fotosistem II, membuatnya melepaskan elektron yang akan ditransfer sepanjang rantai transpor elektron. Energi dari elektron ini digunakan untuk fotofosforilasi yang menghasilkan ATP, satuan pertukaran energi dalam sel. Reaksi ini menyebabkan fotosistem II mengalami defisit atau kekurangan elektron yang harus segera diganti. Pada tumbuhan dan alga, kekurangan elektron ini dipenuhi oleh elektron dari hasil ionisasi air yang terjadi bersamaan dengan ionisasi klorofil. Hasil ionisasi air ini adalah elektron dan oksigen. Oksigen dari proses fotosintesis hanya dihasilkan dari air, bukan dari karbon dioksida. Pendapat ini pertama kali diungkapkan oleh C.B. van Neil yang mempelajari bakteri fotosintetik pada tahun 1930-an. Bakteri fotosintetik, selain sianobakteri, menggunakan tidak menghasilkan oksigen karena menggunakan ionisasi sulfida atau hidrogen.

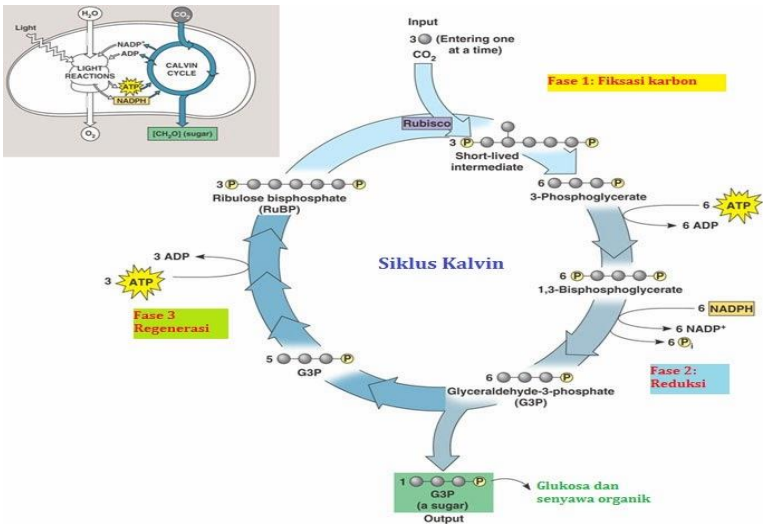
Pada saat yang sama dengan ionisasi fotosistem II, cahaya juga mengionisasi fotosistem I, melepaskan elektron yang ditransfer sepanjang rantai transpor elektron yang akhirnya mereduksi NADP menjadi NADPH.

b. Reaksi gelap

Pada reaksi gelap terjadi pengikatan karbondioksida oleh daun. Kemudian karbon dioksida tersebut diubah menjadi glukosa. Dalam pembentukan glukosa ini diperlukan ATP yang dihasilkan melalui proses terang. Pada reaksi ini tidak dibutuhkan sinar matahari, dan terjadi pada bagian stroma pada kloroplas.

ATP dan NADPH yang dihasilkan dalam proses fotosintesis (reaksi terang) memicu berbagai proses biokimia. Pada tumbuhan proses biokimia yang terpicu adalah siklus Calvin yang mengikat karbon dioksida untuk membentuk ribulosa (dan kemudian menjadi gula seperti glukosa). Reaksi ini disebut reaksi gelap karena tidak bergantung pada ada tidaknya cahaya sehingga dapat terjadi meskipun dalam keadaan gelap (tanpa cahaya).

Reaksi gelap berlangsung di stroma. Reaksi gelap atau biasa disebut siklus Calvin ini tidak melibatkan cahaya. Pada proses ini terjadi pengikatan karbon dioksida di dalam daun. Karbon dioksida ini akan bergabung dengan ion hidrogen yang telah dihasilkan pada reaksi terang, membentuk glukosa.




**Gambar 3.5 Siklus Kalvin**

*Sumber: https://rismanbiologifungi.blogspot.com/2014/03/fotosintesis-pada-tumbuhan-serta-reaksi.html*

Siklus Calvin berlangsung melalui 3 tahap:

1) Karboksilasi (Fiksasi) $CO_2$

CO2 diikat (fiksasi) oleh senyawa rebulosa bifosfat (RuBP) yang memiliki atom C sebanyak 5 (C-5), karena hanya mengikat satu atom C (C-1) maka terbentuk senyawa RuBP dengan atom C sebanyak 6 (C-6) dalam keadaan yang tidak stabil dan pecah menjadi 2 senyawa gliseraldehid 3-fosfat (G3P).

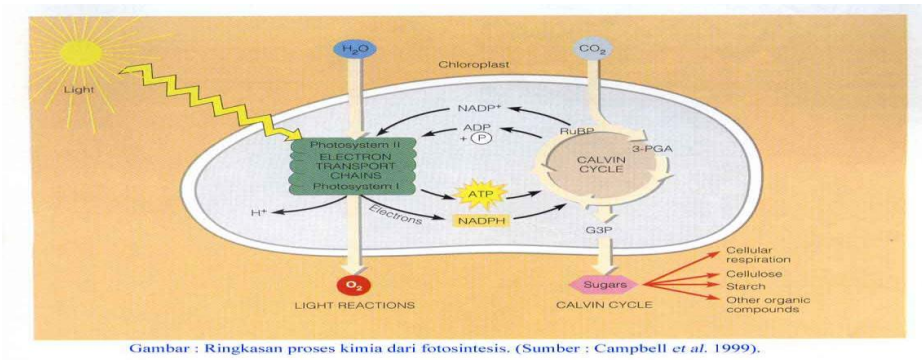
2) Reduksi

Selanjutnya 2 senyawa gliseraldehid 3-fosfat (G3P) bereaksi dengan ATP, membentuk asam fosfogliseraldehid yang masih berikatan dengan H**2** berasal dari NADPH2. Siklus reaksinya harus berjalan 3 kali, baru terbentuk hasil akhir yaitu 6 senyawa gliseraldehid 3-fosfat (G3P).

3) Regenerasi

Regenerasi atau pembentukan kembali senyawa rebulosa bifosfat (RuBP) digunakan untuk mengikat CO2. Pembentukan kembali senyawa rebulosa bifosfat (RuBP) dan pecah menjadi 2 senyawa (G3P) bereaksi dengan ATP membentuk asam fosfogliseraldehid dan NADPH2. Siklus reaksinya berjalan 3 kali, dan kembali regenerasi lagi. Jadi untuk membentuk 1 molekul glukosa maka dibutuhkan sebanyak 6 kali siklus (*siklus Calvin*) dengan menangkap sebanyak 6 molekul 6CO2, reaksinya sebagai berikut.

$$6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O$$




Gambar : Ringkasan proses kimia dari fotosintesis. (Sumber : Campbell *et al.* 1999).

**Gambar 3.6 Reaksi Gelap dan Terang**

*Sumber:* *https://brainly.co.id/tugas/4017259*

**c. Faktor yang mempengaruhi fotosintesis**

Fotosintesis dipengaruhi oleh faktor internal maupun factor eksternal. Faktor-faktor yang mempengaruhi fotosintesis adalah sebagai berikut:

a) Konsentrasi karbon dioksida ($CO_2$) di udara, semakin tinggi konsentrasi CO2 di udara, maka laju fotosintesis semakin meningkat.

b) Klorofil, semakin banyak jumlah klorofil dalam daun maka proses fotosintesis berlangsung semakin cepat. Pembentukan klorofil memerlukan cahaya matahari. Semakin tua daun, kemampuan berfotosintesis semakin berkurang karena adanya perombakan klorofil dan berkurangnya fungsi kloroplas.

c) Cahaya, intensitas cahaya yang cukup diperlukan agar fotosintesis berlangsung dengan efisien. Tumbuhan hijau melalui klorofil menyerap energi cahaya matahari dan mengubahanya menjadi energi kimia. Energi terebut kemudian disimpan dalam ikatan kimia zat makanan yang dibentuk dalam proses fotosintesis. Ada 3 aspek penting cahaya yang mempengaruhi fotosintesis, yaitu intensitas cahaya, panjang gelombang dan lama penyinaran

d) Cahaya tampak merupakan spectrum dari cahaya matahari. Cahaya ini sangat membantu penglihatan kita. Tanpa adanya cahaya tampak, kita tidak akan bias melihat sekeliling kita. Cahaya tampak juga merupakan penggerka fotosintesis. Lalu spectrum warna apa saja yang termasuk dalam cahaya tampak? Spektrum cahaya tampak adalah cahaya ungu, biru, hijau, kuning, jingga dan merah. Perhatikan gambar 2.5!

**Gambar 3.7 Spektrum cahaya tampak**

*Sumber: https://anzdoc.com/bab-ii-landasan-teori241c42b18cf1a6214b17c28f2276a6a769757.html*

e) Air, ketersediaan air mempengaruhi laju fotosintesis karena air merupakan bahan baku dalam proses ini. Air, tumbuhan yang kekurangan air akan layu,. Jika daun layu, stomata cenderung menutup. Akibatnya difusi

karbondioksida dari udara terhambat. Air juga merupakan bahan untuk fotosintesis yang kemudian dipecah menjadi hydrogen dan oksigen pada reaksi terang. Masih ingatkah kalian mengenai reaksi terang?

f) Suhu, umumnya semakin tinggi suhunya, laju fotosintesis akan meningkat, demikian juga sebaliknya. Namun bila suhu terlalu tinggi, fotosintesis akan berhenti karena enzimenzim yang berperan dalam fotosintesis rusak. Oleh karena itu tumbuhan menghendaki suhu optimum (tidak terlalu rendah atau terlalu tinggi) agar fotosintesis berjalan secara efisien.

g) *Kadar fotosintat (hasil fotosintesis)*

Jika kadar fotosintat seperti karbohidrat berkurang, laju fotosintesis akan naik. Bila kadar fotosintat bertambah atau bahkan sampai jenuh, laju fotosintesis akan berkurang.

h) *Tahap pertumbuhan*

Penelitian menunjukkan bahwa laju fotosintesis jauh lebih tinggi pada tumbuhan yang sedang berkecambah ketimbang tumbuhan dewasa. Hal ini mungkin dikarenakan tumbuhan berkecambah memerlukan lebih banyak energi dan makanan untuk tumbuh.

## RANGKUMAN

- ✓ Fotosintesis adalah proses energi cahaya diubah menjadi energi kimia yang disimpan dalam glukosa dan molekul organik lainnya.
- ✓ Tempat terjadinya fotosintesis di daun.
- ✓ Struktur (dalam) anatomi daun :
    1. Kutikula;
    2. Jaringan epidermis atas;
    3. jaringan palisade;
    4. jaringan spons;
    5. jaringan pengangkut;
    6. jaringan kolenkim;
    7. jaringan epidermis bawah;
    8. stomata.
- ✓ Fotosintesis berlangsung paling utama di jaringan palisade. Dimana pada jaringan palisade ini banyak mengandung kloroplas.
- ✓ Bagian – bagian dari kloroplas : tilakoid, grana, dan stroma.
- ✓ Tahap – tahap fotosintesis ada 2, yaitu reaksi terang dan reaksi gelap.
- ✓ Reaksi terang terjadi di tilakoid. Reaksi ini menggunakan energi surya untuk menyuplai energi kimia. Energi yang ditangkap oleh klorofil digunakan untuk memecah molekul air menjadi hydrogen dan oksigen.
- ✓ Reaksi gelap terjadi di stroma. Reaksi gelap atau biasa disebut siklus Calvin ini tidak melibatkan cahaya. Pada proses ini terjadi pengikatan karbon dioksida di dalam daun. Karbon dioksida ini akan bergabung dengan ion hidrogen yang telah dihasilkan pada reaksi terang, membentuk glukosa.
- ✓ Hasil dari fotosintesis adalah hidrogen dan oksigen (reaksi terang) serta glukosa (reaksi gelap).
- ✓ Uji **Ingenhouzs** untuk menguji bahwa fotosintesis menghasilkan oksigen.
- ✓ Uji sach untuk menguji bahwa fotosintesis menghasilkan amilum.
- ✓ Persamaan reaksi dari fotosintesis adalah $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$
- ✓ Faktor – faktor yang mempengaruhi fotosintesis antara lain :

1. Cahaya
2. Kadar $CO_2$
3. Kadar $O_2$
4. Ketersediaan air
5. Kandungan hara
6. Kandungan klorofil
7. Kelembaban dan suhu udara

## TES

1. Jelaskanlah proses fotosintesis?
2. Apakah perbedaan reaksi gelap dan reaksi terang?
3. Jelaskanlah faktor yang mempengaruhi proses fotosintesis?
4. Mengapa keseimbangan lingkungan mempengaruhi kegiatan fotosintesis?
5. Bagiamanakah peran kloroplas dalam proses fotosintesis?
6. Apakah tujuan dari percobaan ingenhouz dan sach?
7. Saat ini global warming berlangsung teru menerus, dan menyebabkan suhu di bumi semakin meningkat. Diskusikan:
   b. Bagaimanakah pengaruhnya bagi fotosintesis tumbuhan?
   c. Apakah global warming mempengaruhi faktor lain yang mempengaruhi fotosintesis? Jelaskan!
   d. Apakah solusi yang dapat anda tawarkan dengan adanya global warming yang saat ini terjadi?

# BAB IV
# PERKEMBANGBIAKAN TUMBUHAN

Setelah kita membahas tentang bagian tubuh tumbuhan dan proses fotosintesis pada tumbuhan. Pada bagian akhir ini akan dibahas tentang perkembangbiakan pada tumbuhan Perkembangbiakan tumbuhan merupakan salah satu ciri kehidupan tumbuhan untuk mempertahankan jenisnya. Oleh karena itu berkembangbiak merupakan ciri yang melekat pada jenis atau spesies tumbuhan. Artinya selama jenis atau spesies itu mampu berkembangbiak maka jenis tersebut tetap eksis atau ada, tetapi bila jenis sudah tidak mampu berkembangbiak maka jenis tumbuhan tersebut akan punah.

Secara garis besar Perkembangbiakan tumbuhan dapat dibedakan menjadi dua cara, yaitu perkembangbiak tumbuhan secara generatif dan secara vegetatif:

## 1. Perkembangbiakan Tumbuhan Secara Generatif

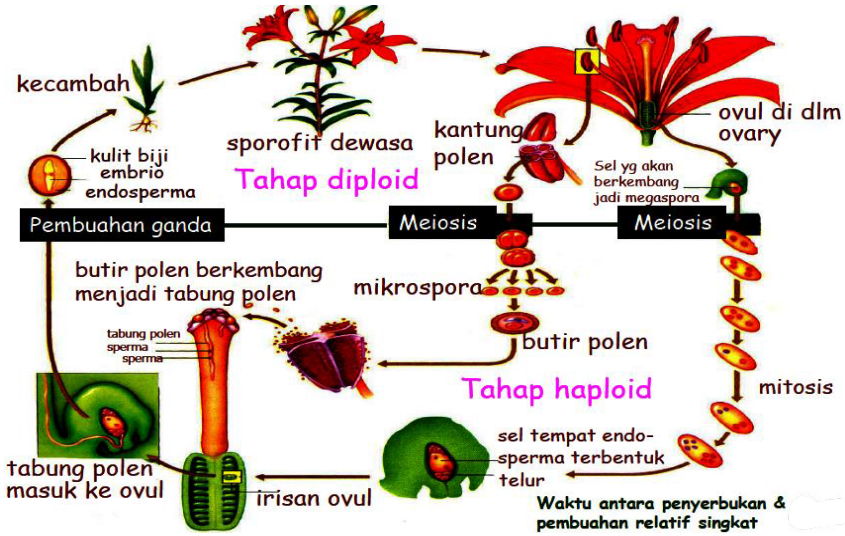
Perkembangbiakan secara generatif (kawin) dilakukan melalui proses penyerbukan dan pembuahan. Salah satu contoh tumbuhan yang melakukan penyerbukan adalah pda tumbuhan berbiji terbuka dan berbij tertutup:

### a. Pembuahan Pada Perkembangbiakan Biji Tertutup (*Angiospermae*)

Tumbuhan Angiospermae mempunyai alat kelamin perkembangbiakan generatif berupa bunga. Bunga yang lengkap adalah bunga yang tersusun atas kelopak bunga, mahkota bunga, benang sari, dan putik. Bagian-bagian bunga yang berfungsi sebagai organ reproduksi adalah benang sari (organ jantan) dan putik (organ betina).

Benang sari terdiri atas kepala sari (*antena*) dan tangkai sari (*filamentus*). Di dalam kepala sari terdapat kantung sari (*mikrosporangium*) yang mengandung sel induk mikrospora. Sel induk mikrosporangium akan membelah secara meiosis menjadi empat mikrospora dan dilanjutkan pembelahan meiosis berulang-ulang dan menghasilkan serbuk sari (gametofit jantan) yang di bungkus selaput luar (*eksin*) dan selaput dalam (*intin)*. Di dalam serbuk sari terdapat inti generatif dan inti vegetatif (sel buluh). Inti generatif akan membentuk 2 sel sperma apabila terjadi pembuahan.

Penyerbukan Angiospermae adalah peristiwa jatuhnya serbuk sari pada kepala putik. Selanjutnya serbuk sari melakukan imbisisi dari permukaan kepala putik dan berkecambah membentuk buluh serbuk yang dimulai dengan pecahnya eksin dan memanjangnya intin menuju ke mikropil dengan dipandu oleh inti vegetativ. Inti generatif di dalam buluh serbuk sari akan membelah menjadi dua sel sperma. Pada saat menyentuh mikropil, sel vegetatif akan berdegenerasi untuk membuka mikropil, dan selanjutnya sperma satu masuk mikropil membuahi ovum membuahi zigot (2n) dan sperma dua membuahi calon kandung lembaga sekunder menjadi endosperma (3n). Endosperma berfungsi sebagai cadangan makanan. Pembuahan ini disebut pembuahan ganda karena menjadi pembuahan sebanyak dua kali (gambar 4.8)..




**Gambar 4.8 Perkembang Biakan pada Tumbuhan Biji Tertutup**

*Sumber:* [https://masbidin.net/pembuahan-ganda-pada-angiospermae/](https://masbidin.net/pembuahan-ganda-pada-angiospermae/)

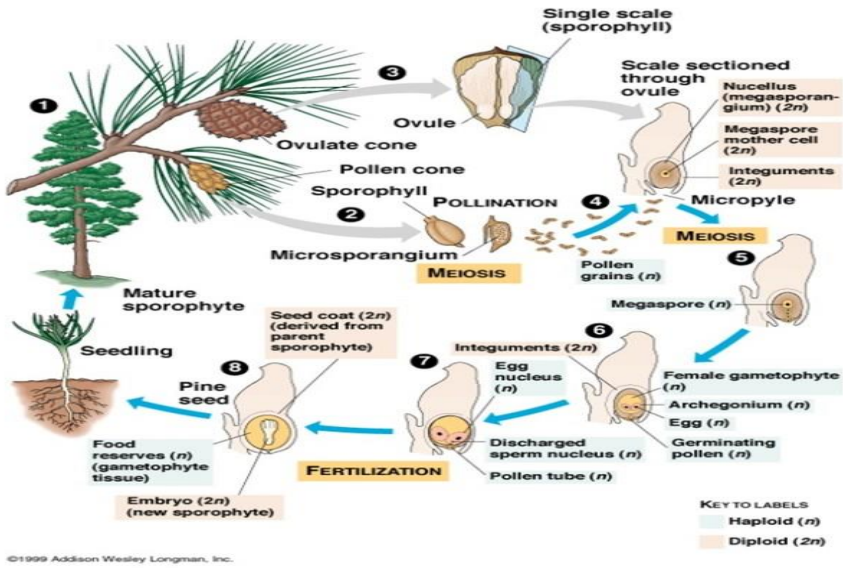
Hasil dari pembuahan perkembangbiakan tumbuhan secara generatif adalah zigot. Zigot berkembang menjadi lembaga, bakal biji berkembang menjadi biji dan bakal buah berkembang menjadi daging buah. Lembaga yang berada di dalam biji merupakan calon tumbuhan baru

b. **Perkembangbiakan pada tumbuhan berbiji terbuka (*Gymnospermae*)**

Gymnospermae adalah tumbuhan yang memiliki biji terbuka. Tumbuhan berbiji memiliki sel kelamin jantan (gamet jantan) dan sel kelamin betina (gamet betina). Contoh tanaman gymnospermae adalah pinus, damar, melinjo, dan lain-lain. Alat reproduksi tumbuhan gymnospermae adalah konus (strobilus). Pembuahan yang terjadi pada tanaman gymnospermae dinamakan pembuahan tunggal karena semua inti sperma bersatu dengan ovum yang kemudian berkembang menjadi embrio.

Secara garis besar, mekanisme reproduksi generatif tanaman gymnospermae diawali oleh pembentukan konus. Masyarakat umum mengenal konus sebagai bunga pohon pinus dan sering digunakan untuk bahan baku industri kerajinan tangan. Di dalam konus jantan terdapat banyak atredium yang mengandung sel-sel induk serbuk sari. Sel-sel induk ini membelah secara meiosis. Ini artinya dari setiap induk terbentuk 4 butir serbuk bersayap yang haploid.

Bagian konus betina terdapat banyak arkegonium yang di dalamnya masing-masing terdapat 1 sel induk lembaga. Sel induk lembaga tersebut membelah secara meiosis menjadi 4 sel yang haploid. Dari keempat sel tersebut, 3 diantaranya akan mati, sedang yang 1 akan tetap hidup sebagai sel telur. Kita bisa menyimpulkan bahwa sel telur yang dihasilkan oleh konus betina tanaman gymnospermae hanya satu, bukan empat.




**Gambar 4.9 Perkembangbiakan Pada Tumbuhan Berbiji Terbuka**

*Sumber: https://www.ridwanaz.com/2012/05/reproduksi-generatif-pada-tumbuhan-berbiji-terbuka-gymnospermae.html*

Pada musim semi atau musim pancaroba, konus jantan akan menyebarkan butir serbuk. Penyerbukan tersebut dibantu arah angin dan hewan serangga yang hinggap di bunga pinus. Jika butir serbuk ini dapat menempel pada ujung putik konus betina, maka akan membentuk buluh serbuk. Di dalam buluh serbuk, inti serbuk sari membelah menjadi inti tabung dan inti spermatogen. Dalam perjalanan menuju ruang arkegonium, inti spermatogen membelah menjadi dua inti sperma.

Selanjutnya, di dalam ruang arkegonium inti tabung akan mati, sedangkan inti sperma akan membuahi sel telur yang ada dalam setiap arkegonium sehingga terbentuk zigot yang berkembang menjadi lembaga di dalam biji. Setelah konus berusia kurang lebih dua tahun, biji telah cukup masak dan konus akan pecah. Biji tersebut dapat terbawa angin atau hewan sehingga membantu proses reproduksi tanaman gymnospermae.

**c. Macam penyerbukan pada perkembangbiakan generatif**

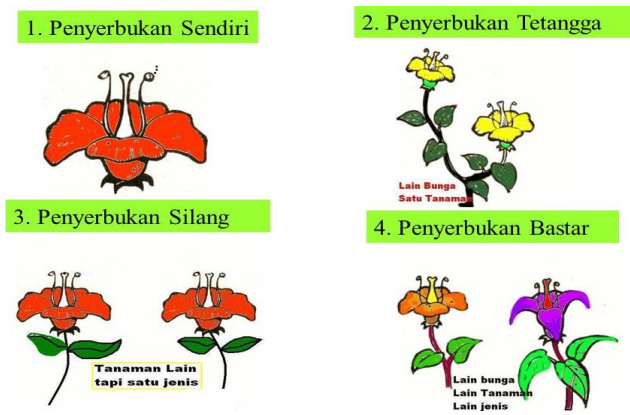
Penyerbukan dapat terjadi karena bantuan dari luar, seperti angin, hewan,air dan manusia.

- Angin (anemogami) → serbuk sarinya kering/ringan dan mahkota bunganya kecil : jagung dan rumput-rumputan
- Hewan (zoidiogami) → serangga, burung, kelelawar. Bunga menghasilkan madu atau mengeluarkan aroma: bunga aster, kamboja.
- Air (hidrogami) → tumbuhan yang habitatnya di dalam air: misalnya Hydrilla.
- Manusia : Tumbuhan vanili, salak.

Berdasarkan asal serbuk sarinya, penyerbukan dibedakan menjadi empat macam.

- Penyerbukan sendiri (autogami): Serbuk sari jatuh ke kepala putik bunga itu sendiri
- Penyerbukan tetangga (geitonogami): Serbuk sari jatuh ke kepala putik bunga lain, bunga tersebut masih dalam satu tumbuhan
- Penyerbukan silang (alogami): Serbuk sari jatuh ke kepala putik bunga lain yang berbeda tumbuhan, namun tumbuhan tersebut masih satu jenis
- Penyerbukan bastar (hybrid): Serbuk sari jatuh ke kepala putik lunga lain yang berbeda varietas/jenisnya.

Secara umum penyerbukan pada tumbuhan ditunjukkan pada gambar 4.10




**Gambar 4.10 Macam – macam Penyerbukan**

*Sumber: https://www.juraganles.com/2018/08/macam-macam-penyerbukan-berdasarkan-perantara-dan-asal-serbuk-sarinya.html*

## 2. Perkembangbiakan Tumbuhan Secara Vegetatif

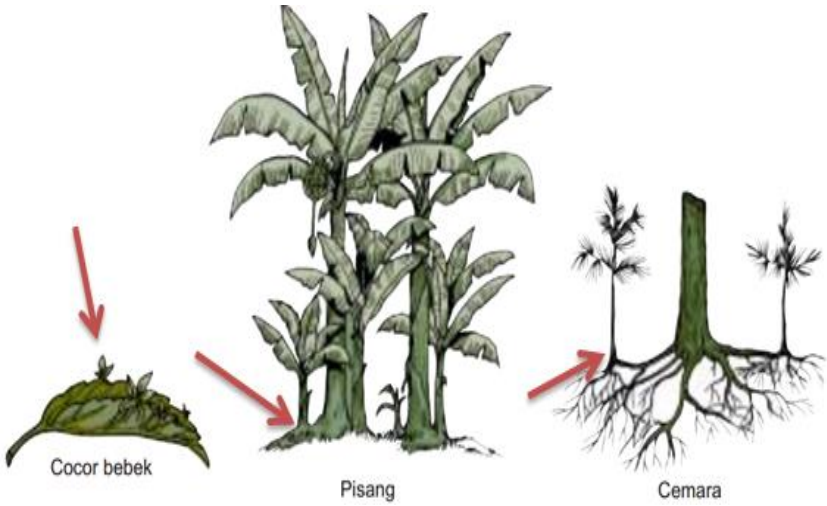
Perkembangbiakan tak kawin (Vegetatif) merupakan perkembangbiakan yang tanpa didahului adanya pertemuan atau peleburan sel kelamin. Oleh karena itu hasil perkembangbiakan secara tak kawin sifatnya sama seperti induknya. Perkembangbiakan tak kawin pada tumbuhan dapat terjadi baik secara alami maupun secara buatan.

### b. Perkembangbiakan vegetatif alami

Perkembangbiakan vegetatif alami dapat melalui beberapa cara misalnya dengan tunas, umbi, stolon, rhizoma, spora.

- Tunas

Sistem perkembangbiakan pada tunas terdiri dari tunas batang : bambu, pisang, Aglaonema, Tunas akar : cemara, sukun, kesemek dan Tunas daun : Cocor bebek (disebut juga tunas adventif)




**Gambar 4.11 Macam – macam Tunas**

*Sumber: https://dosenbiologi.com/tumbuhan/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-generatif-dan-vegetatif*

- Umbi

Umbi kecuali berperan sebagai tempat menyimpan cadangan makanan juga berperan sebagai alat perkembangbiakan. Berdasarkan cirinya umbi dapat dibedakan atas umbi batang, umbi akar dan umbi lapis.

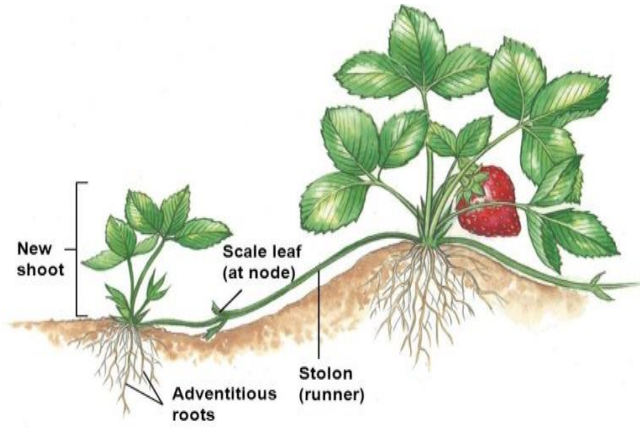
- Umbi batang memiliki ciri terdapat beberapa mata tunas, sehingga dari satu umbi dapat menghasilkan beberapa individu baru sebagai keturunannya dan juga mengeluarkan akar. Contoh tumbuhan yang menghasilkan umbi batang adalah kentang, dan ubi jalar.
- Umbi akar tidak memiliki mata tunas, sehingga tunas baru hanya muncul pada satu tempat yaitu pada pangkal umbi yang merupakan tempat pelekatannya dengan batang. Contoh tumbuhan yang membentuk umbi akar adalah dahlia.
- Umbi lapis merupakan umbi yang tersusun atas lapisan-lapisan yang membungkus bagian yang disebut cakram. Dari cakram inilah nantinya muncul individu baru sebagai keturunannya. Contoh tumbuhan yang membentuk umbi lapis adalah bawang merah, dan bakung.

**Gambar 4.12 Macam – macam Umbi**

*Sumber: http://salsabiladewiamalia.blogspot.com/2017/07/berdasarkan-asal-terbentuknya-tanaman.html*

- Stolon atau Geragih

Stolon atau geragih merupakan modifikasi batang yang tumbuh menjalar di atas permulaan tanah sehingga pada tempat- tempat tertentu akan membentuk individu baru. Contoh tumbuhan yang membentuk stolon sebagai alat perkembangbiakan adalah Strawbery, dan Pegagan.

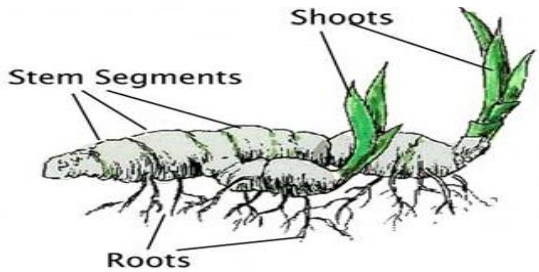



**Gambar 4.13 Perkembangbiakan geragih**

*Sumber: https://docplayer.info/64037925-Bab-iii-perkembangbiakan-tumbuhan-a-perkembangbiakan-tumbuhan-secara-generatif-b-perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetative.html*

- Rhizoma atau Rimpang

Rhizoma merupakan modifikasi dari batang yang tumbuh menjalar dibawah permukaan tanah. Salah satu ciri rhizoma yang nampak adalah adanya ruas-ruas, sehingga dari setiap ruas tersebut dapat tumbuh individu baru. Contoh tumbuhan yang membentuk rhizome sebagai alat perkembangbiakan adalah Sansiveira, Jahe, dan Lengkuas.

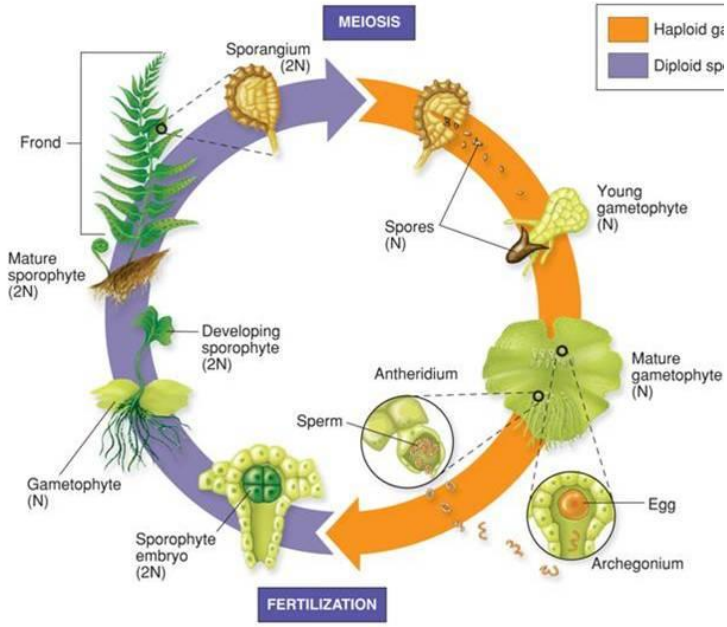



**Gambar 4.14 Perkembangbiakan rimpang**

*Sumber: http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-alami.html*

- Spora

Spora merupakan alat perkembangbiakan tumbuhan selain tumbuhan biji. Misalnya pada tumbuhan Lumut dan Tumbuhan Paku.




**Gambar 4.15 Perkembangbiakan spora**

*Sumber: https://citanada92.wordpress.com/2011/04/30/drymoglossum/*

**c. Perkembangbiakan secara vegetatif buatan**

Berikut ini perkembangbiakan vegetatif buatan pada tumbuhan:

- Mencangkok
- Stek

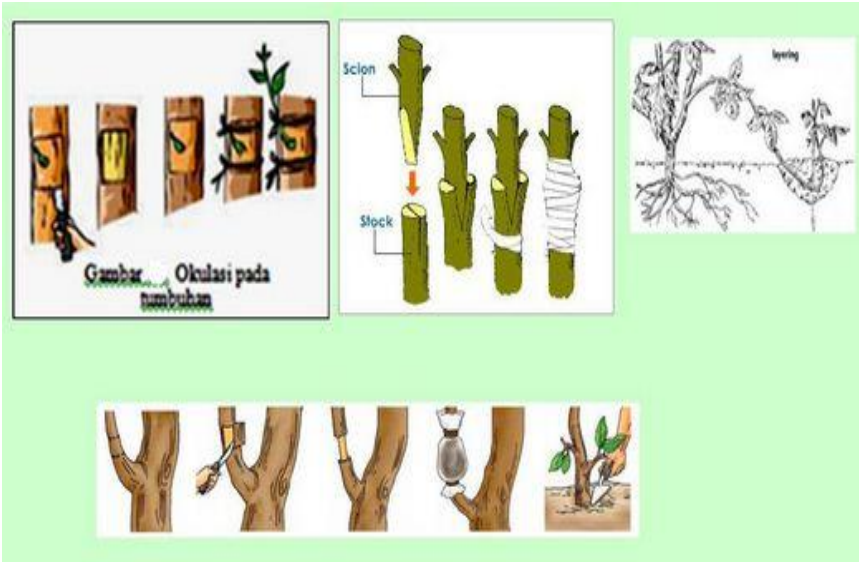
  Penyetekan merupakan suatu perlakuan pemisahan, pemotongaan beberapa bagian dari tanaman seperti akar, batang, daun dan tunas dengan tujuan bagian-bagian tanaman tersebut menghasilkan tanaman baru. Teknis sangat mudah. Perbanyakan dengan stek umumnya dilakukan pada tanaman dikotil, pada monokotil masih jarang.
- Menempel atau Okulasi

  Okulasi atau menempel adalah menempelkan mata tunas dari dua tanaman yang sejenis,tetapi berbeda sifat misalnya mangga manalagi dengan mangga arum manis.
- Menyambung atau Mengenten

Menyambung atau mengenten adalah perkembangbiakan tumbuhan secara vegetatif buatan dengan menggabungkan batang bawah dan batang atas dua tanaman yang sejenis. Misalnya, ada dua tanaman mangga.

- Merunduk

  Merunduk adalah cara perkembangbiakan tumbuhan secara vegetatif buatan dengan memperbanyak tumbuhan dengan cara merundukan batang atau cabang ke tanah sehingga tumbuh akar. Tumbuhan yang biasa dikembangbiakan antara lain sirih, strawberry, alamanda, anyelir, apel, selada air,anggur dan sebagainya.




**Gambar 4.16 Perkembangbiakan Vegetatif buatan**

*Sumber: https://www.marcasflower.com/2018/12/vegetatif-buatan.html*

Keuntungan dan kerugian Perkembangbiakan tumbuhan secara vegetatif buatan

- Tumbuhan hasil vegetatif lebih cepat berbuah dibandingkan tumbuhan yang ditanam dari biji dan memiliki sifat yang sama dengan induknya.
- Tumbuhan hasil vegetatif buatan mudah roboh, karena sistem perakarannya adalah serabut dan umurnya lebih pendek dibandingkan tumbuhan yang ditanam dari biji

## RANGKUMAN:

- Tumbuhan berkembang biak dengan cara vegetatif dan generatif
- Perkembangbiakan generatif terjadi pada tumbuhan berbiji terbuka dan tertutup
- Perkembangabiakan vegegtatif terdiri dari vegetatif buatan dan vegetatif alami
- Vegetatif alami terdiri dari: umbi, tunas, spora, dan geragih
- Vegetatif buatan terdiri dari: mencangkok, menyambung, menempel dan merunduk

## TES

1. Jelaskan perkembangbiakan genaratif pada pertumbuhan biji terbuka?
2. Jelaskan perkembangbiakan genaratif pada pertumbuhan biji tertutup?
3. Bagaimanakah pengaruh keseimbangan lingkungan terhadap pertumbuhan tumbuhan?
4. Apakah perbedaan perkembangbiakan generatif dan vegetatif?
5. Manakah perkembangan vegetatif buatan yang paling mudah dan keberhasilan yang lebih tinggi?Jelaskan!
6. Saat ini kita tahu teknologi pemuliaan tanaman dan rekayasa genetika (perkembangbiakan secara buatan) telah berkembang sangat pesat. Namun kita juga mengetahui bahwa rekayasa tanaman seringkali menggunakan bahan kimia yang tidak baik bagi kesehatan. Diskusikanlah pertanyaan berikut ini?
   - Apakah tujuan rekayasa genetika tersebut?
   - Apakah kerugian yang didapat?
   - Bagiamana kaitannya program ini dengan keseimbangan ekosisitem?
   - Bagaimanakah solusi yang terbaik yang dapat anda berikan terkait permasalahan yang diajukan?

## ***GLOSARIUM***

- ENZIM : biomolekul berupa protein yang berfungsi sebagai katalis (senyawa yang mempercepat proses reaksi tanpa habis bereaksi) dalam suatu reaksi kimia organik. Molekul awal yang disebut substrat akan dipercepat perubahannya menjadi molekul lain yang disebut produk.
- FOTOLISIS : merupakan proses reaksi kimia yaitu berupa pelisisan senyawa kimia dengan bantuan sinar atau foton. Terdapat berbagai proses reaksi kimia yang melibatkan fotolisis seperti: Fotosintesis.
- HAPLOID : sperma dan telur
- HIDROGEN : unsur kimia pada tabel periodik yang memiliki simbol H dan nomor atom 1. Pada suhu dan tekanan standar, hidrogen tidak berwarna, tidak berbau, bersifat non-logam, bervalensi tunggal, digunakan untuk proses pembakaran.
- MEIOSIS : salah satu cara sel untuk mengalami pembelahan. Ciri pembelahan secara meiosis adalah: Terjadi di sel kelamin. Jumlah sel anaknya 4.
- MITOSIS : reproduksi atau pembelahan sel yang menghasilkan dua sel anak, dimana sel membelah melalui tahap-tahap yang teratur, masing-masing mempunyai sifat dan jumlah kromosom yang sama dengan induknya
- POLEN : serbuk halus sampai kasar yang berisi microgametophytes tanaman biji, yang menghasilkan gamet jantan (sel sperma).
- TRIPLOID : sel yang memiliki 3 kromosom
- SAPROFIT :organisme yang hidup mendapatkan bahan organik dari organisme yang telah mati atau membusuk. Biasanya, terjadi pada bakteri dan jamur yang penting dalam mekanisme daur ulang dan pembusukan
- SIKLUS CALVIN: serangkaian siklus reaksi biokimia yang terjadi pada stroma kloroplas selama fotosintesis. Ini termasuk reaksi terang forosintesis seperti fiksasi karbon, reaksi reduksi dan ribulosa 1,5-difosfat (RuDP) dimana gula dan pati yang pada akhirnya dihasilkan.

- SPEKTRUM : sebuah keadaan atau harga yang tidak terbatas hanya pada suatu set harga saja tetapi dapat berubah secara tak terbatas di dalam sebuah kontinum
- STOLON : Perpanjangan tunas yang tumbuh horizontal sejajar dengan permukaan tanah (menjalar) yang merupakan organ perbanyakan vegetatif. Padastolon terdapat ruas yang dapat mencapai 30 cm. pada ruas terdapat tunas/pucuk aksilar yang dilindungoi oleh bractea yang berkembang menjadi anakan-anakan stroberi

## DAFTAR PUSTAKA


Campbell, N. A. 1993. ***Biology, Third Edition***. Benjamin Cummings Publishing Company, Inc. Redwood City.

**Campbell**, Reece and Mitchell L. 1999. *Biologi. Edisi Kelim*a **Jilid 2**. Jakarta. : Penerbit Erlangga.

Campbell NA, Reece JB, Urry LA, Cain ML, Wasserman SA, Minorsky PV,et. al. 2008. Biologi. 5 thed jilid 3. Erlangga: Jakarta

Frank B Salisbury dan Cleon W Ross. 1991. *Fisiologi Tumbuhan jilid 3*. Institut Tehknologi Bandung. Bandung

Mulyani, S. 2006. Anatomi Tumbuhan. Kanisius : Yogyakarta

Ross, C & Salisbury, F. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Penerjemah: Lukman dan Sumaryono. ITB Press: Bandung

Setio, S. Kartini, E, Saptasari M dan Sulisetio. 1999. Anatomi Tumbuhan. Universitas Negeri Malang: Malang.

Sambodo, J. 1996. *Kehidupan Tumbuhan*. PT. Gramedia. Jakarta.

Tjitrosoepomo, G. 2016. Morfologi Tumbuhan Cetakan kedua puluh. UGM Press: Jogjakarta