

STRUKTUR PERKEMBANGAN TUMBUHAN

Struktur perkembangan tumbuhan membahas tentang struktur tubuh tumbuhan, baik secara anatomi maupun morfologi. Perkembangan tumbuhan mulai dari embrio hingga menjadi tumbuhan dewasa, mencakup berbagai proses di dalamnya seperti perkecambahan dan perkembangan organ-organ tumbuhan seperti akar, batang, daun, bunga, buah dan biji.

Topik-topik utama dalam buku ini adalah sel, jaringan tumbuhan, anatomi organ tumbuhan dan morfologi organ tumbuhan. Topik-topik dalam buku ini disusun secara sistematis, sehingga sesuai untuk digunakan oleh mahasiswa jurusan Biologi, Pertanian maupun Guru yang mengajar Biologi dan IPA.

STRUKTUR PERKEMBANGAN TUMBUHAN

Anisa
Rahmatia Thahir
Nurul Magfirah

STRUKTUR PERKEMBANGAN TUMBUHAN



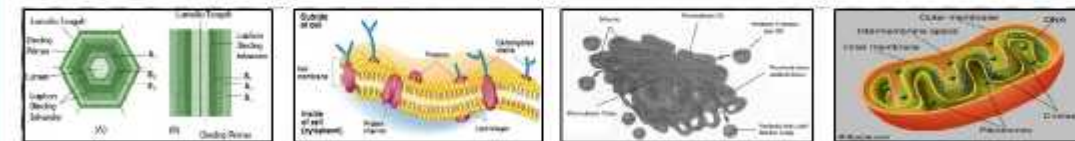
Editor: Sirajuddin, S.Pd., M.Pd.

2017

UPT Badan Penerbit UNM

Alamat: Gedung Hotel Lamacca Lt. 1 Kampus Gunung Sari Baru
Jl. A. P. Pettarani Makassar 90222 Telepon/Fax: (0411) 855 199
Email: badar.penerbitunm@gmail.com

ISBN 978 602 0983 74 2



Badan Penerbit UNM

STRUKTUR PERKEMBANGAN TUMBUHAN



Anisa
Rahmatia Thahir
Nurul Magfirah

Editor: Sirajuddin, S.Pd., M.Pd.



Badan Penerbit UNM

Struktur Perkembangan Tumbuhan
Hak Cipta @ 2017 oleh Anisa, dkk
Hak cipta dilindungi undang-undang
Cetakan Pertama, 2017

Diterbitkan oleh Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar
Hotel La Macca Lt. 1 Kampus UNM Gunungsari Baru
Jl. A. P. Petta Rani Makassar 90222
Tlp./Fax. (0411) 855 199

ANGGOTA IKAPI No. 011/SSL/2010
ANGGOTA APPTI No. 010/APPTI/TA/2011

Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk apa pun
tanpa izin tertulis dari penerbit

Struktur Perkembangan Tumbuhan / Anisa, dkk - cet.1

Editor: Sirajuddin, S.Pd., M.Pd.

Makassar: Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar
Makassar 2017
198 hlm; 21 cm

ISBN : 978-602-6883-74-2

PRAKATA

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga buku Struktur dan Perkembangan Tumbuhan ini dapat diselesaikan, dalam rangka untuk memberikan tuntunan bagi mahasiswa yang memprogramkan mata kuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan. Buku ini merupakan satu dari rangkaian materi perkuliahan selama satu semester, maka diharapkan buku ini dapat menjadi pendukung materi kuliah sehingga dapat memperdalam pemahaman mahasiswa tentang struktur dan perkembangan tumbuhan.

Penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Muhammadiyah Makassar yang telah memberikan kesempatan dan dukungan dalam penyusunan buku ini. Penyusun juga tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penyelesaian buku ini.

Penyusun menyadari bahwa penuntun ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis sangat diharapkan saran dan kritik demi kelengkapan buku ini.

Penyusun

DAFTAR ISI

PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
BAB1. SEL TUMBUHAN	1
A. Struktur Dan Fungsi Sel Tumbuhan	1
BAB 2. JARINGAN TUMBUHAN	20
A. Jaringan Meristem	20
B. Jaringan Dasar	26
C. Jaringan Pelindung	30
D. Jaringan Penyokong	38
E. Jaringan Pengangkut	43
BAB 3. ANATOMI ORGAN TUMBUHAN	50
A. Akar	50
B. Batang	65
C. Daun	79
BAB 4. MORFOLOGI ORGAN	89
A. Batang	89
B. Daun	109
C. Akar	139
D. Bunga	152
E. Buah	171

F. Biji	179
DAFTAR PUSTAKA	190
GLOSARIUM	193
INDEX	197

BAB I

SEL TUMBUHAN

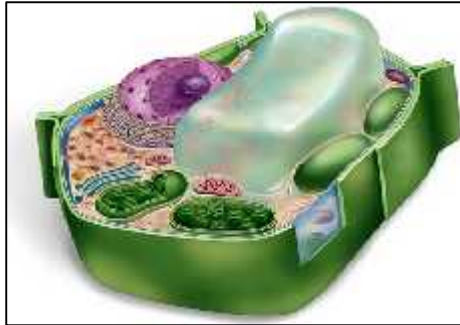
Roobert Hook (1665) merupakan orang yang pertama kali menggunakan istilah sel, untuk memberi nama pada ruang yang dibatasi oleh dinding yang dilihatnya pada sayatan gabus. Roobert Hook kemudian mengamati bahwa sel pada jaringan tumbuhan yang lain mengandung “cairan/jus”. Lalu pada tahun 1830 Hanstein memberi istilah protoplas untuk satuan protoplasma yang terdapat dalam sel tunggal. Pada tahun 1831 Robert Brown menemukan nukleus dalam sel epidermistumbuhan anggrek.



Apakah yang menjadi ciri khas dari sel tumbuhan?

A. Struktur dan Fungsi Sel tumbuhan

Berdasarkan keberadaan membran inti maka, sel dapat dibedakan menjadi sel prokariotik dan eukariotik. Sel tumbuhan sendiri termasuk ke dalam sel eukariotik. Sel tumbuhan tersusun dari dinding sel, membran plasma sitoplasma, retikulum endoplasma, mitokondria, ribosom, plastida, vakuola, nukleus dan mikrobodi.



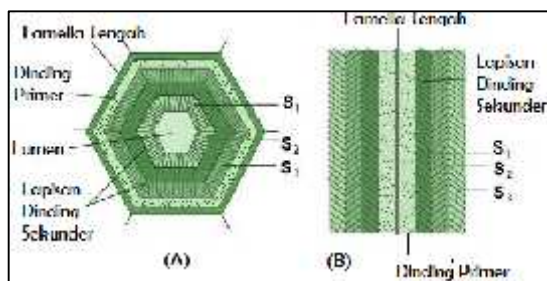
Gambar 1.1 Sel Tumbuhan

1. Dinding Sel

Dinding sel merupakan salah satu ciri khas sel tumbuhan, yang membedakannya dari sel hewan. Keberadaan dinding sel ini menyebabkan sel tumbuhan tidak dapat bergerak secara bebas. Namun, keberadaan dinding sel ini juga memiliki peranan penting dalam kehidupan sel tumbuhan. Dinding sel memberikan dukungan, perlindungan dan berfungsi sebagai penyaring (*filter*) bagi struktur dan fungsi sel itu sendiri. Dinding sel juga berperan dalam memelihara keseimbangan tekanan osmosis antara cairan intraseluler dan kecenderungan air untuk memasuki sel.

Dinding sel tumbuhan dibedakan menjadi tiga lapisan pokok utama, yakni; (1) lamela tengah, (2) dinding primer, (3) dinding sekunder. Lamela tengah atau biasa disebut lapisan antar sel merupakan perekat yang mengikat sel-sel secara

bersama-sama untuk membentuk jaringan, oleh karena itu lamella tengah dapat dijumpai diantar dinding primer sel-sel yang berdekatan. Dinding primer adalah dinding sel asli yang pertama kali berkembang pada sel baru. Sedangkan dinding sekunder merupakan dinding yang dibentuk di permukaan bagian dalam dinding primer. Dinding sekunder ini berkembang di dalam sel, atau bagian sel yang sudah berhenti tumbuh. Dinding sekunder dibentuk setelah sel mencapai ukuran yang maksimum. Dinding sekunder ini bersifat sangat kuat, karena memiliki banyak lapisan di dalamnya. Di dalam dinding sekunder umumnya terdiri dari tiga lapisan, yaitu lapisan luar (S_1), lapisan tengah (S_2), dan lapisan dalam (S_3). Di antara lapisan-lapisan tersebut, umumnya lapisan tengah merupakan lapisan yang paling tebal. Dalam beberapa sel lainnya, jumlah lapisan tersebut dapat lebih dari tiga.



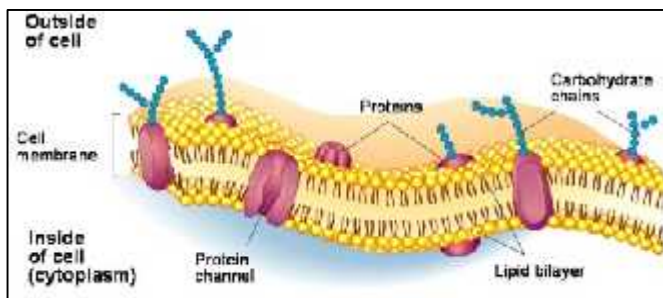
Gambar 1.2 Dinding Sel, (A) Penampang Melintang
(B) Penampang Membujur

Komponen utama pembentuk dinding sel adalah polisakarida yang terdiri dari tiga tipe utama yaitu selulosa, hemiselulosa, dan polisakarida pektat. Dinding sel tumbuhan juga mengandung komponen-komponen non polisakarida, yaitu berupa protein-protein struktural yang kaya dengan hidroksi prolin yaitu sekitar 25%. Diduga bahwa, fungsi dari protein tersebut adalah dalam pengorganisasian dinding sel. Komponen lain adalah lignin dan kutin. Lignin biasanya mengisi dinding sekunder dan menyebabkan dinding menjadi kaku.

Dinding primer tersusun atas selulosa, rantai molekul selulosa terdapat dalam kelompok-kelompok yang sejajar membentuk mikrofibril. Mikrofibril dilapisi oleh hemiselulosa yang selanjutnya dihubungkan ke hemiselulosa lain oleh pektin dan polisakarida lain. Mikrofibril pada dinding sel primer tersebar dalam suatu matriks, bersifat lentur dan dapat memanjang bersama dengan pemanjangan protoplasma. Pada dinding sekunder, mikrofibrilnya tersusun sejajar, kaku dan tidak dapat memanjang, kadar hemiselulosa relatif rendah dan selulosanya lebih banyak. Dinding sekunder dibentuk setelah sel mencapai ukuran yang maksimum.

2. Membran Sel

Membran sel disebut juga sebagai membran biologis, meliputi membran plasma atau plasmalemma dan membran sejumlah organel yang terdapat di dalam sel. Membran sel terdiri atas lipida, protein, dan karbohidrat. Rasio antara lipida, protein dan karbohidrat tergantung pada tipe sel dan spesiesnya. Umumnya lipida kurang lebih 40%, protein 40%, karbohidrat 1-10%, dan air \pm 20%. Membran sel memiliki peranan yang sangat penting dalam transpor berbagai molekul, baik mikromolekul maupun makromolekul. Transpor mikromolekul dapat berlangsung secara pasif, misalnya melalui difusi, difusi terbantu dan osmosis dan dapat pula berlangsung secara aktif. Transpor makromolekul dapat berlangsung secara endositosis, eksositosis dan pertunasan (*budding*).



Gambar 1.3 Membran Sel

3. Sitoplasma

Plasma sel atau biasa disebut dengan sitoplasma. Sitoplasma adalah zat protoplasma di luar nukleus. Secara kimia, struktur sitoplasma sangat kompleks, komponen utamanya adalah air (85-90%). Sitoplasma juga mengandung karbohidrat, lemak, protein, dan beberapa garam organik. Di dalam sitoplasma terdapat organel-organel sel seperti RE, ribosom, mitokondria kloroplas, nukleus, badan Golgi, Vakuola dan badan mikro lainnya. Sitoplasma dibatasi oleh suatu membran yang disebut membran plasma atau plasmalema. Plasmalema ini memisahkan antara sitoplasma dan dinding sel.

4. Nukleus

Nukleus pertama kali diidentifikasi oleh Robert Brown pada tahun 1931. Bentuk nukleus pada umumnya adalah bulat namun, ada pula bentuk lain seperti lonjong. Ukuran nukleus bergantung pada volume sel, jumlah DNA dan protein, serta berkaitan dengan perkembangan metabolisme sel.

Nukleus diliputi oleh membran ganda yang saling berhimpitan. Keduanya dipisahkan oleh ruangan sempit yang disebut perinukleus dengan ukuran 20 – 40 nm. Membran nukleus merupakan pembatas antara sitoplasma dan nukleoplasma. Membran nukleus memiliki pori, pori-pori

tersebut dinamakan pori nukleus. Pori nukleus ini memudahkan pengangkutan bahan atau senyawa dari dan menuju sitoplasma.



Gambar 1.4 Nukleus

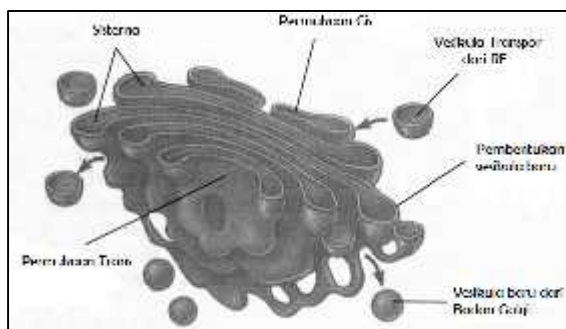
Di dalam nukleus , DNA diorganisasikan bersama dengan protein menjadi materi yang disebut kromatin. Nukleus mengandung sebagian besar gen yang mengontrol sel eukariot (Sebagian gen terletak di dalam mitokondria dan kloroplas).Nukleus memiliki anak ini atau biasa disebut dengan nukleolus. Nukleolus merupakan butiran yang bersifat asam. Komposisinya terdiri dari protein terutama protein, terutama protein fosfat, t-RNA, fosfatase, nukleotida fosforilase, DNA, dan nukleotida.

5. Badan Golgi

Badan Golgi ditemukan oleh Camillo Golgi pada tahun 1880. Pada tumbuhan, para ahli biologi menyebut badan Golgi

ini dengan nama diktiosom (*dicty*=jala, dan *soma*=badan), karena pengamatan dengan menggunakan mikrograf elektron diktiosom tampak seperti anyaman benang-benang berwarna hitam, dan badan-badan kecil berbentuk bola.

Badan Golgi terdiri dari setumpuk kantong pipih yang tersusun dari membran yang serupa dengan membran sel. Kantong pipih ini disebut sisterna. Badan Golgi biasanya berasosiasi dengan RE kasar, namun tidak menyatu utuh melainkan terpisah oleh jarak yang sempit, dan vesikel-vesikel protein. Vesikel ini disebut vesikel peralihan atau vesikel transisi. Beberapa dari vesikel yang muncul dari RE tersebut bergabung dengan sisterna Golgi yang paling dekat, sehingga terjadi pengangkutan protein dengan vesikel transisi dari RE kasar menuju Badan Golgi.



Gambar 1.5. Badan Golgi

Permukaan cekung badan golgi yang terorientasi ke arah retikulum endoplasma disebut permukaan pembentukan atau permukaan cis, sedangkan permukaan cembung yang terorientasi ke arah permukaan sel disebut permukaan matang atau permukaan trans.

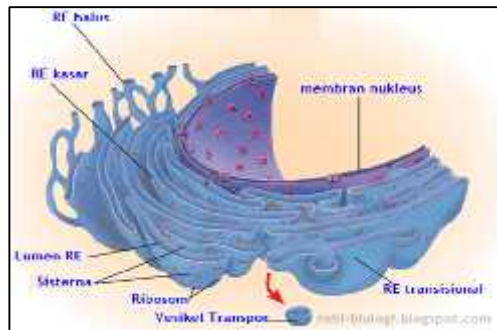
Badan Golgi memiliki fungsi antara lain (1) menyiapkan sekret untuk sekresi sel, (2) reparasi membran sel, (3) pembentukan senyawa penyusun dinding sel, (4) terlibat dalam proses glikosilasi

6. Retikulum Endoplasma

Retikulum endoplasme (RE) berupa lembaran yang terlipat-lipat, mengelilingi suatu ruangan yang disebut atau sisterna yang berbentuk labirin. RE terdiri atas tubulus-tubulus, vesikel dan kantong-kantong pipih yang menempati ruang sitoplasma. Membran RE sifatnya koninyu dan tidak terputus, serta tertutup membentuk lumen yang memisahkan dengan sitoplasma.

RE terdiri atas dua jenis yaitu RE halus dan RE kasar, disebut RE kasar karena terdapat ribosom yang menempel pada permukaan membran luarnya sedangkan pada permukaan membran RE halus tidak terdapat ribosom yang menempel. RE kasar dan RE halus memiliki bentuk dan susunan yang berbeda.

RE kasar merupakan tumpukan-tumpukan pipih yang disebut sisterna. Sedangkan RE halus merupakan anyaman saluran-saluran halus. RE kasar berperan dalam sintesis protein sedangkan RE halus berperan dalam produksi senyawa lipofil pada jaringan sekresi.



Gambar 1.5. Retikulum Endoplasma

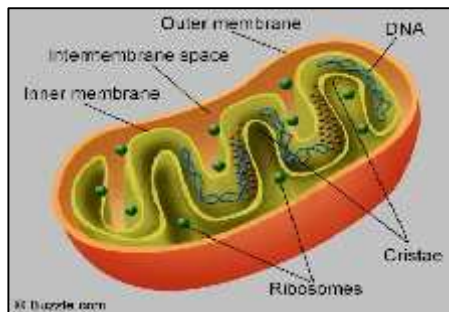
7. Ribosom

Ribosom merupakan organel kecil yang terdapat bebas di dalam sitoplasma, menempel pada membran RE kasar, di dalam nukleus, di dalam matriks mitokondria dan stroma kloroplas. Ribosom dibangun oleh molekul protein dan rRNA. Ribosom memiliki peran penting di dalam sintesis protein yaitu perakitan asam amino menjadi rantai polipeptida.

8. Mitokondria

Mitokondria berasal dari bahasa Yunani yaitu *mito* (benang) dan *chondrion* (granula). Jadi, mitokondria merupakan

organel yang bentuknya memanjang atau granula. Letak mitokondria di dalam sel umumnya tersebar dalam plasma sel namun, pada beberapa jenis sel mitokondria letaknya mengikuti pola tertentu. Mitokondria dapat diamati dengan mikroskop jika telah diberi zat warna *Janus green B*, merupakan pewarna khusus untuk mewarnai mitokondria.



Gambar 1.6 Mitokondria

Mitokondria dibatasi oleh membran ganda. Membran dalam mitokondria mengadakan perluasan ke dalam matriks dengan membentuk penonjolan-penonjolan yang disebut krista. Membran mitokondria disusun oleh lipoprotein, dengan ukuran lebih tipis dibandingkan dengan membran plasma. Di dalam matriks mitokondria terdapat enzim-enzim dan koenzim yang diperlukan untuk metabolisme energi. Di dalam mitokondria juga terdapat DNA khusus dan ribosom yang ukurannya lebih kecil dibandingkan dengan ribosom yang berada di

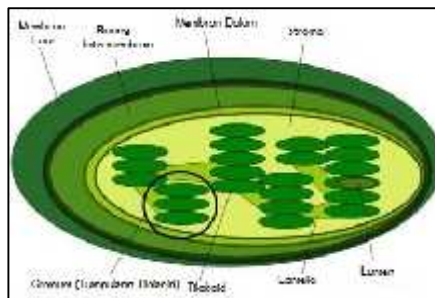
sitoplasma. Mitokondria berfungsi sebagai pusat respirasi sel untuk menghasilkan ATP.

9. Plastida

Plastida memiliki bentuk, ukuran serta pigmen yang bervariasi. Tipe-tipe utama plastida adalah:

1. Kloroplas, mengandung pigmen klorofil yang berwarna hijau, yang sangat berperan penting di dalam proses fotosintesis. Pada sel-sel tumbuhan tinggi umumnya memiliki 50 – 200 buah kloroplas. Kloroplas umumnya memiliki bentuk yang bervariasi seperti mangkuk, bentuk pita, hingga menyerupai lensa. Kloroplas memiliki membran ganda, antara membran luar dan membran dalam dipisahkan oleh ruang antar membran. Membran dalam kloroplas terdiri atas kantung-kantung membran berbentuk pipih yang disebut tilakoid. Tumpukan dari tilakoid disebut grana. Bagian dalam tilakoid disebut lokulus. Pada membran tilakoid terdapat enzim-enzim yang berperan penting dalam reaksi fotosintesis.
2. Kromoplas, mengandung pigmen karotenoid yang berwarna kuning, jingga, atau merah. Kromoplas dapat ditemukan pada petal, pada buah-buahan yang telah masak dan beberapa akar tumbuhan tertentu misalnya pada wortel.

3. Leukoplas, merupakan plastida yang tidak memiliki pigmen. Leukoplas biasanya terdapat pada jaringan yang tidak terkena cahaya dan merupakan tempat penimbunan hasil metabolisme tumbuhan misalnya pati disimpan di dalam amiloplas, protein tersimpan di dalam proteinoplas, dan lemak tersimpan di dalam elaioplas.



Gambar 1.7. Kloroplas

Warna hijau pada tumbuhan yang ditimbulkan oleh klorofil yang terdapat di dalam kloroplas. Namun, di dalam kloroplas juga dapat ditemukan karotenoid, yaitu pigmen kuning sampai merah tetapi tertutupi oleh klorofil sehingga warna dari pigmen dari karotenoid tidak nampak. Begitu pun sebaliknya, di dalam kromoplas pun dapat ditemukan klorofil, namun warna hijau tertutupi oleh warna dari pigmen karotenoid.

Pigmen-pigmen tumbuhan umumnya dapat ditemukan di dalam plastida namun, dapat pula ditemukan di dalam vakuola.

Selain pigmen klorofil dan karotenoid, terdapat beberapa kelompok pigmen lainnya seperti flavonoid (antosianin dan flavon/ flavonol). Pigmen-pigmen ini umumnya terdapat di dalam vakuola. Pigmen-pigmen ini larut di dalam air dan menyebabkan bagian tumbuhan memiliki warna yang beraneka ragam, khususnya pada bunga dan buah. Antosianin menimbulkan warna merah, merah muda, ungu dan biru. Sedangkan flavon menimbulkan warna kuning gading yang transparan pada mahkota bunga.

10. Vakuola

Vakuola menempati lebih dari 90% volume sel-sel dewasa pada tumbuhan. Vakuola merupakan ruang yang berisi cairan yang dibatasi membran, yang disebut tonoplas. Cairan tersebut terdiri dari berbagai macam bahan organik dan anorganik, seperti gula, protein, asam organik, fosfatida, tanin, pigmen flavonoid, dan kalsium oksalat. Beberapa jenis zat yang terdapat di dalam vakuola dapat berupa padatan, seperti tanin, butir protein, bahkan adapula yang berbentuk kristal.

Sel-sel meristem memiliki banyak vakuola dengan ukuran sangat kecil. Sejalan dengan pertumbuhan dan diferensiasi sel, vakuola melebar dan bersatu, dan biasanya membentuk satu vakuola yang besar dan berada di tengah sel.

Vakuola berfungsi sebagai tempat penyimpanan berbagai zat organik dan anorganik, serta berperan dalam mengatur dan mempertahankan turgor sel.

11. Mikrobodi

Mikrobodi merupakan Mikrobodi berbentuk bulat dengan diameter antara 0,2 - 1,5 μm . Jadi ukurannya kurang lebih sama dengan lisosom dan mitokondria. Memiliki matrik granular yang amorphous dan biasanya mengandung inklusi kristlloid. Ada dua kelompok mikrobodi, yaitu peroksisom dan glioksisom. Setiap jenis mikrobodi tersebut memiliki ciri-ciri biokimia yang spesifik. Peroksisom mengandung enzim katalase dan oksidase, dapat dijumpai pada mamalia. Sedangkan glioksisom yang mengandung sebagian atau keseluruhan enzim-enzim dari siklus glioksilat selain katalase dan oksidase.

12. Sitoskeleton

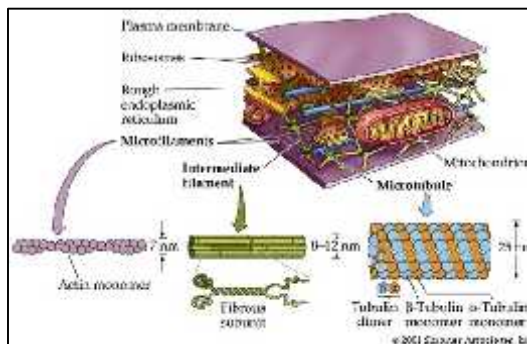
Sitoskeleton (*cyto* = sel dan *skeleton* = rangka) berfungsi memberikan dukungan mekanis pada sel dan mempertahankan bentuknya. Sitoskeleton juga berperan dalam motilitas sel. Sitoskeleton dibangun oleh tiga serabut utama, yaitu (i) mikrotubula, (ii) mikrofilamen, dan (iii) filamen intermediet.

Mikrotubula ditemukan di dalam sitoplasma semua sel eukariotik. Mikrotubula berupa batang lurus dan berongga yang

berdiameter kira-kira 25 nm dan mempunyai panjang dari 200 nm hingga 25 μm . Dinding tabung berongga mikrotubula dibangun dari protein globular yang disebut tubulin. Mikrotubula memberi bentuk dan mendukung sel, dan juga berfungsi sebagai jalur yang dapat digunakan organel yang dilengkapi dengan molekul motor untuk dapat bergerak, misalnya mikrotubula menuntun vesikula sekretoris dari apparatus golgi ke membran plasma. Mikrotubula juga terlibat dalam pemisahan kromosom selama pembelahan sel.

Mikrofilamen merupakan batang padat yang berdiameter sekitar 7 nm. Mikrofilamen ini disebut juga filamen aktin, karena filamen ini tersusun dari molekul aktin, suatu protein globular. Mikrofilamen adalah rantai ganda sub unit aktin yang terlilit. Mikrofilamen dijumpai pada semua sel eukariotik. mikrofilamen berperan untuk menahan tegangan (gaya tarik). Melalui penggabungan dengan protein lain, mikrofilamen ini sering membentuk jalinan tiga dimensi persis di dalam membran plasma, membran yang membantu mendukung bentuk sel. Jalinan ini membuat korteks (lapisan sitoplasmik luar) sel tersebut mempunyai kekentalan semi padat seperti gel, yang berlawanan dengan keadaan sitoplasma dalamnya yang lebih cair atau sol.

Filamen intermediat memiliki diameter hingga 8 – 12 nm, lebih besar dari mikrofilamen dan lebih kecil dari mikrotubula. Filamen intermediat terspesialisasi untuk menahan tarikan (seperti mikrotubula) dan merupakan unsur siroskeleton yang beragam. Filamen intermediat adalah bagian sel yang lebih permanen dari pada mikrofilamen dan mikrotubula, penting dalam mempertahankan bentuk sel dan menetapkan posisi organel tertentu



Gambar 1.8 Sitoskeleton

Selain organel-organel, di dalam sel juga terkandung berbagai zat ergastik. Zat ergastik merupakan komponen non protoplasma, baik organik maupun non organik. Zat ergastik merupakan hasil metabolisme sel yang memiliki berbagai fungsi seperti pertahanan, pemeliharaan struktur sel, dan sebagai cadangan makanan. Zat ergastik dapat ditemukan di bagian

sitoplasma, dinding sel maupun di vakuola. Zat ergastik dapat diklasifikasikan menjadi; (1) produk makanan, seperti pati, inulin, emiselulosa, selulosa, gula, protein, asam amino, dan lemak, (2) produk sekresi, seperti enzim, pigmen dan nektar, (3) produk buangan, seperti tanin, mineral, kristal, lateks, gum.


Latihan 1

1. Jelaskan definisi sel menurut pendapat anda!
2. Membran plasma sel bersifat selektif permeabel. Jelaskan maksud dari selektif permeable tersebut!
3. Jelaskan peranan inti sel berkaitan dengan kehidupan sebuah sel!
4. Jelaskan peranan sitoskeleton!
5. Jelaskan keterkaitan peranan ribosom dan mitokondria!

BAB 2

JARINGAN TUMBUHAN

Jaringan merupakan sekelompok sel yang memiliki fungsi, asal dan struktur yang sama. Berdasarkan kemampuannya membelah, jaringan tumbuhan dikelompokkan menjadi dua, yaitu jaringan meristem (embrional) dan jaringan permanen (dewasa). Jaringan embrionik adalah jaringan yang selalu aktif membelah sedangkan jaringan dewasa merupakan jaringan yang bersifat nonmeristematik, yaitu tidak tumbuh dan tidak berkembang lagi, yang dibentuk dari proses diferensiasi dan spesialisasi sel meristem primer atau sekunder. Jaringan dewasa terdiri atas; (1) jaringan dasar, (2) jaringan pelindung, (3) jaringan penyokong, (4) jaringan pengangkut.



Mengapa tumbuhan bisa tumbuh hingga mencapai ukuran yang sangat besar?

A. JARINGAN MERISTEM

Meristem merupakan jaringan embrionik pada tumbuhan dewasa, yang memiliki kemampuan membelah diri yang tinggi. Namun, pembelahan sel pada tubuh tumbuhan dewasa tidak

hanya terjadi pada jaringan meristem, tetapi juga dapat terjadi pada bagian lain seperti pada korteks batang dan jaringan pembuluh muda yang sedang mengalami perkembangan. Akan tetapi, jaringan ini memiliki jumlah pembelahan sel yang terbatas, dibandingkan dengan jaringan meristem yang pembelahan selnya tidak terbatas sehingga sel-sel baru terus menerus bertambah pada tubuh tumbuhan. Meristem juga dapat ditemukan dalam fase istirahat sementara, misalnya tumbuhan yang dorman pada musim tertentu.

Proses pertumbuhan dan spesialisasi yang dihasilkan oleh meristem disebut differensiasi. Jaringan yang mengalami differensiasi berangsur akan kehilangan karakteristik embrioniknya pada meristem tersebut dan akhirnya memperoleh keadaan yang dewasa (jaringan dewasa atau permanen).

Jaringan meristem memiliki beberapa karakteristik seperti, (1) terdiri dari sel-sel muda yang aktif membelah, (2) ukuran selnya relatif kecil dan tersusun rapat, (3) sel-selnya berdinding tipis dan kaya akan protoplasma, (4) tidak memiliki ruang antar sel, (5) memiliki bentuk sel yang bervariasi dengan vakuola yang ukurannya kecil atau bahkan hampir tidak ada, (6) memiliki satu inti sel atau lebih dengan ukuran yang relatif besar.

Meristem dapat diklasifikasikan berdasarkan kriteria tertentu, seperti letaknya pada tubuh tumbuhan, asal-usulnya dan jaringan yang dihasilkan, taraf perkembangan dan fungsinya.

Berdasarkan asal terbentuknya dan jaringan yang dihasilkan, jaringan meristem terbagi menjadi:

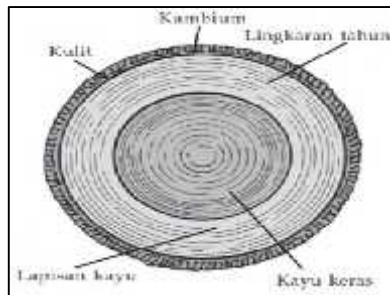
1. Meristem Primer

Meristem primer merupakan jaringan meristem yang berkembang langsung dari sel jaringan embrionik. Aktivitas meristem primer meristem menyebabkan pertumbuhan primer yang menyebabkan tumbuhan bertambah panjang atau bertambah tinggi. Meristem primer dapat ditemukan pada ujung akar dan batang. Dari meristem primer berkembanglah epidermis, jaringan korteks batang dan akar, mesofil daun, serta jaringan pembuluh sekunder

2. Meristem Sekunder

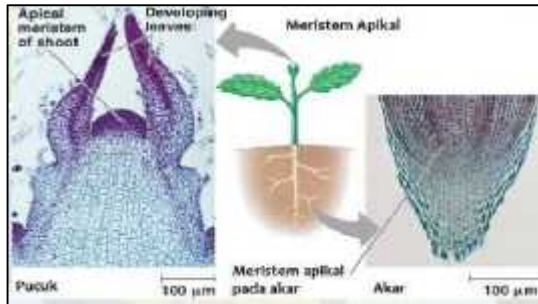
Meristem sekunder merupakan jaringan meristem yang berkembang dari jaringan yang telah mengalami diferensiasi. Aktivitas meristem sekunder menyebabkan pertumbuhan sekunder, yang menimbulkan pertumbuhan besar tubuh tumbuhan. Contoh dari meristem sekunder adalah kambium. Kambium merupakan lapisan sel-sel tumbuhan yang aktif membelah, yang menyebabkan batang

tumbuhan menjadi besar. Pertumbuhan ini terjadi pada tumbuhan dikotil dan Gymnospermae. Pertumbuhan kambium terjadi ke arah luar maupun ke arah dalam. Pertumbuhan ke arah luar akan membentuk kulit batang sedangkan pertumbuhan kambium ke arah dalam akan membentuk kayu. Karena pertumbuhan kambium ke arah dalam lebih aktif dibandingkan pertumbuhan kambium ke arah luar, maka pada batang tumbuhan dapat dijumpai kulit batang lebih tipis jika dibandingkan kayu.



Gambar 2.1 Kambium pada Batang

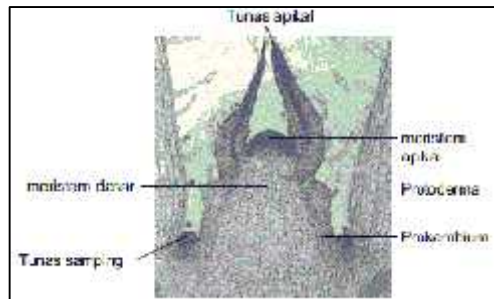
Berdasarkan letaknya pada tubuh tumbuhan, jaringan meristem dibagi menjadi meristem apikal, meristem lateral dan meristem interkalar



Gambar 2.2 Meristem Apikal

a. Meristem apikal

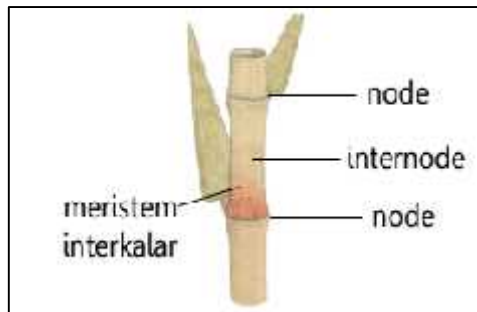
Berada pada ujung batang (pucuk) dan ujung akar. Pada ujung akar, meristem apikal dilindungi oleh kaliptra (tudung akar). Aktivitas dari meristem apikal ini menyebabkan pertambahan tinggi tumbuhan (pemanjangan) baik ke arah atas pada apikal batang maupun ke arah bawah pada apikal akar.



Gambar 2.3 Bagian-Bagian Meristem Apikal

b. Meristem interkalar

Meristem interkalar berada di antara jaringan dewasa, misalnya pada pangkal ruas batang rumput-rumputan. Meristem interkalar merupakan turunan dari meristem apeks. Pada saat proses pertumbuhan, meristem ini dipisahkan oleh daerah sel yang lebih dewasa. Pada batang tumbuhan yang memiliki meristem interkalar, daerah ruas akan menjadi dewasa lebih awal dan meristem interkalar terdapat dalam ruas tersebut.

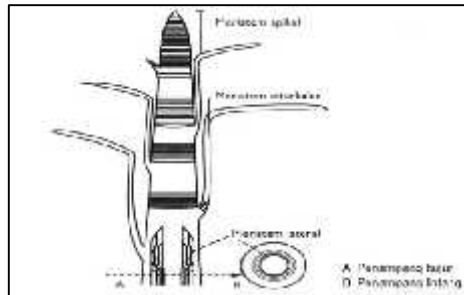


Gambar 2.4 Letak Meristem Interkalar

c. Meristem lateral

Meristem lateral letaknya sejajar dengan permukaan organ tumbuhan. Meristem ini memiliki sel yang aktif membelah dan tumbuh ke arah samping. Pertumbuhan sel-sel tersebut merupakan pertumbuhan sekunder, yang menyebabkan bertambah besarnya akar dan batang tumbuhan. Meristem

lateral disebut juga sebagai kambium. Kambium terbentuk dalam jaringan meristem yang telah ada pada akar batang, yang membentuk jaringan sekunder pada bidang yang sejajar dengan akar dan batang, contohnya kambium pembuluh dan kambium gabus.



Gambar 2.5 Meristem Lateral

B. JARINGAN DASAR

Jaringan parenkim merupakan jaringan dasar yang dapat ditemukan di berbagai tempat di tubuh tumbuhan. Jaringan parenkim terdiri atas sel-sel hidup yang memiliki bentuk dan fungsi yang berbeda-beda. Sel parenkim mempertahankan kemampuan untuk membelah diri meskipun telah dewasa. Jaringan parenkim sangat berperan penting dalam penyembuhan luka dan regenerasi. Sel parenkim yang telah dewasa dapat melanjutkan aktivitas meristematisnya apabila lingkungannya

diubah secara buatan, contohnya berdasarkan uji coba yang telah dilakukan membuktikan bahwa sekelompok sel parenkim diisolasi dan ditumbuhkan pada media kultur yang tepat dapat tumbuh menjadi individu tumbuhan yang utuh dan dapat menghasilkan bunga dan biji yang berdaya tumbuh. Parenkim dapat ditemukan pada empulur, korteks akar, korteks pucuk, perisikel, mesofil daun, dan bagian daging buah, serta dapat ditemukan pada xilem dan floem

1. Bentuk Sel Parenkim

Sel parenkim memiliki bermacam-macam bentuk, misalnya pada jaringan palisade daun dapat dijumpai sel parenkim yang memanjang, pada tumbuhan dengan batang yang berongga udara seperti *Scirpus* dan *Juncus* dapat dijumpai sel parenkim berbentuk bintang, sel parenkim adapula yang berlekuk-lekuk dan memiliki cuping.

Jaringan parenkim dewasa dapat tersusun padat tanpa rongga interseluler atau mungkin mempunyai sistem rongga interseluler yang berkembang sempurna. pada endosperma kebanyakan biji, parenkim hampir tidak memiliki rongga interseluler. Sedangkan pada batang dan daun tumbuhan hidorfit, rongga interseluler berkembang baik. Rongga

interseluler sangat penting untuk aerasi pada tumbuhan yang hidup di lingkungan akuatik.

Berdasarkan bentuk selnya, jaringan parenkim dapat dibedakan menjadi:

- a. Parenkim palisade, sel-sel penyusunnya memiliki bentuk yang silindris atau memanjang. Parenkim palisade terdapat pada daun, tepat dibawah jaringan epidermis. Parenkim palisade mengandung klorofil, sehingga berperan dalam proses fotosintesis.
- b. Parenkim bunga karang, biasa disebut pula spons. Terdiri dari sel-sel yang memiliki bentuk yang tidak beraturan, memiliki banyak rongga udara, dan letaknya di bawah jaringan palisade. Parenkim spons mengandung klorofil namun dalam jumlah kecil, sehingga berperan dalam proses fotosintesis.
- c. Parenkim bintang, terdiri atas sel-sel yang menyerupai bintang karena memiliki lengan-lengan yang menjuntai seperti bintang. Memiliki fungsi menyimpan udara.
- d. Parenkim lipatan, memiliki bentuk yang terlipat ke arah dalam. Jenis parenkim ini dapat dijumpai pada tumbuhan pinus dan padi.

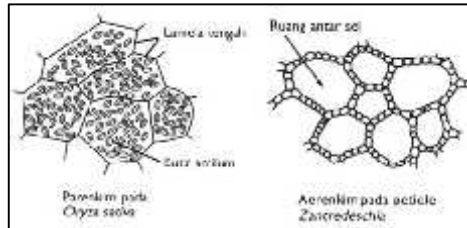
- e. Parenkim pengangkut, terdiri atas sel yang memiliki bentuk memanjang menurut ke arah pengangkutannya. Umumnya terdapat pada batang.

2. Fungsi Parenkim

Jaringan parenkim dapat dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan fungsinya, yaitu:

- a. Parenkim asimilasi, berperan penting sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis karena keberadaan kloroplas di dalam sel-selnya. Parenkim asimilasi dapat ditemukan pada batang, daun dan buah yang berwarna hijau.
- b. Parenkim penimbun, berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan berupa protein, amilum, gula atau lemak.
- c. Parenkim air, berfungsi adalah jaringan parenkim yang berfungsi sebagai penyimpan air. Jaringan ini umumnya dimiliki oleh tumbuhan xerofit (hidup di daerah kering), epifit, dan sukulen. Misalnya kaktus dan lidah buaya.
- d. Parenkim udara (aerenkim), berfungsi sebagai penyimpanan udara. berfungsi sebagai penyimpan udara. Parenkim udara memiliki ruang antarsel yang cukup besar. Umumnya terdapat pada batang atau daun tumbuhan hidrofita

(tumbuhan yang hidup di air), misalnya eceng gondok dan kangkung.



Gambar 2.6 Struktur Sel Parenkim

C. JARINGAN PELINDUNG

Jaringan epidermis merupakan lapisan sel terluar dari daun, bagian bunga, buah dan biji, serta batang dan akar sebelum mengalami penebalan sekunder. Epidermis memiliki ciri-ciri seperti: (1) bentuk sel yang bervariasi, (2) sel-selnya tersusun rapat tanpa ruang antarsel, (3) dinding sel beragam tebalnya pada tumbuhan yang berbeda, (4) dapat membentuk derivat.

Secara umum epidermis memiliki fungsi sebagai jaringan pelindung. Antara lain; (1) melindungi tumbuhan terhadap kerusakan mekanik, (2) melindungi dari kekurangan air dengan cara mencegah penguapan air yang berlebihan, (3) melindungi tumbuhan dari suhu yang terlalu tinggi ataupun yang

terlalu rendah, (4) melindungi dari serangan hama dan penyakit tumbuhan.

Epidermis dapat membentuk derivat, yang memiliki fungsi yang bervariasi. Derivat epidermis dapat berupa stomata, trikoma, spina (duri), velamen, sel kersik dan sel kipas.

1. Stomata

Stomata merupakan celah pada epidermis yang diapit oleh dua sel epidermis khusus yang disebut sel penutup atau sel penjaga (*guard cell*). Sel penjaga ini memiliki peranan dalam mengatur pelebaran dan penyempitan celah.



Gambar 2.7. Stomata

Stomata dikelilingi oleh sejumlah sel yang memiliki bentuk yang sama ataupun berbeda dengan sel epidermis di sekitarnya, sel-sel ini disebut dengan sel tetangga atau sel pelengkap. Sel tetangga ini memiliki hubungan secara fungsional dengan sel penjaga. Sel tetangga ini berperan dalam

perubahan osmotik yang menyebabkan gerakan sel penjaga yang mengatur lebar celah. Stomata bersama-sama dengan sel tetangga disebut juga dengan kompleks stomata.

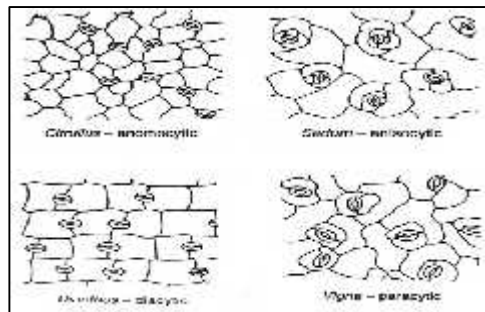
Stomata dapat ditemukan pada semua bagian tumbuhan di atas tanah, namun paling banyak ditemukan pada daun. Berdasarkan letaknya pada permukaan daun, maka stomata dapat dibedakan menjadi:

- a. Amphistomatik, jika stomata berada pada kedua permukaan daun
- b. Epistomatik, jika stomata berada di permukaan atas daun
- c. Hipostomatik, jika stomata berada di permukaan bawah daun

Berdasarkan posisi antara sel penjaga dengan sel tetangga pada tumbuhan dikotil, maka stomata dapat dibedakan menjadi:

- a. Anomositik, sel penjaga dikelilingi oleh sejumlah sel yang tidak berbeda ukuran dan bentuknya dari sel epidermis lainnya. Dapat ditemukan pada tumbuhan *Ranunculaceae*, *Capparidaceae*, *Cucurbitaceae*, *Malvaceae*.
- b. Anisositik, sel penjaga dikelilingi oleh tiga buah sel tetangga yang tidak sama besarnya. Dapat ditemukan pada tumbuhan *Cruciferaeae*, *Nicotiana*, *Solanum*.

- c. Parasitik, setiap sel penjaga dikelilingi oleh satu atau lebih sel tetangga dengan sumbu panjang sel tetangga tersebut sejajar dengan sumbu sel penjaga serta celah. Umumnya dapat ditemukan pada spesies dari *Convolvulaceae* dan *Mimosaceae*.
- d. Diasitik, setiap stomata dikelilingi oleh dua sel tetangga. Dinding sel tetangga membuat sudut siku-siku terhadap sumbu membujur stomata. Dapat ditemukan pada *Caryophyllaceae*, *Acanthaceae*.



Gambar 2.8. Tipe-Tipe Stomata

2. Trikoma

Secara umum trikoma digolongkan menjadi dua jenis, yaitu trikoma berkelenjar dan trikoma tanpa berkelenjar.

1. Trikoma tanpa kelenjar

- Trikoma bersel satu ataupun bersel banyak dan tidak pipih, misalnya pada tumbuhan *Gossypium*, Lauraceae dan Moraceae.
- Trikoma dengan bentuk sisik yang memipih dan bersel banyak, misalnya pada daun *Durio zibethinus*.
- Trikoma bentuk bintang, misalnya pada daun *Hibiscus*.
- Trikoma pada akar merupakan pemanjangan sel epidermis dalam bidang tegak lurus permukaan akar.

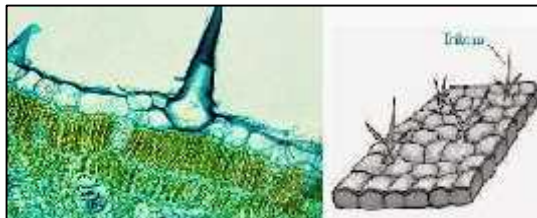
2. Trikoma berkelenjar.

Trikoma berkelenjar terlibat dalam sekresi berbagai bahan, seperti larutan garam, larutan gula (nektar), terpentin dan gom (polisakarida). Trikoma berkelenjar dapat bersel satu ataupun bersel banyak. Beberapa trikoma berkelenjar yaitu;

- Trikoma bersel banyak yang sederhana terdiri dari tangkai dengan kepala bersel satu atau bersel banyak, misalnya pada daun *Nicotiana*
- Trikoma berkelenjar yang menghasilkan sekret yang kental dan lengket. Biasanya terdiri atas tangkai dan kepala bersel banyak disebut koleter. Dapat

ditemukan berkelompok pada tunas muda, sekret yang dihasilkan memiliki fungsi untuk menjaga tunas dari kekeringan. Contoh lain adalah kelenjar cerna pada tumbuhan *Nepenthes*.

- Trikoma atau rambut gatal pada *Urtica*
- Trikoma penghasil nektar, terdapat pada bunga atau bagian lain dari bunga

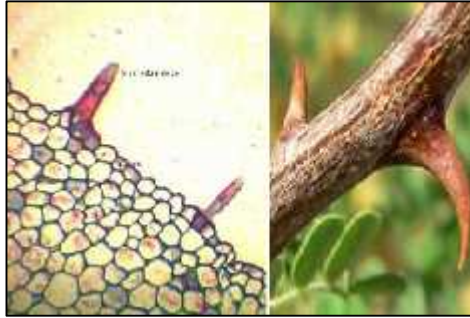


Gambar 2.9 Trikoma

3. Spina

Duri atau biasa disebut dengan spina merupakan salah satu bentuk diferensiasi epidermis. Duri dapat ditemukan pada batang ataupun cabang tumbuhan. Duri pada tumbuhan dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu duri asli dan duri palsu. Duri asli merupakan duri yang dibentuk dalam stele batang, duri ini dapat ditemukan pada tumbuhan *Bougenville*. Sedangkan duri palsu atau biasa disebut dengan duri tempel merupakan duri yang terbentuk dari jaringan korteks batang yang letaknya di

bawah epidermis. Duri palsu ini dapat ditemukan pada tumbuhan mawar.



Gambar 2.10 Spina

4. Velamen

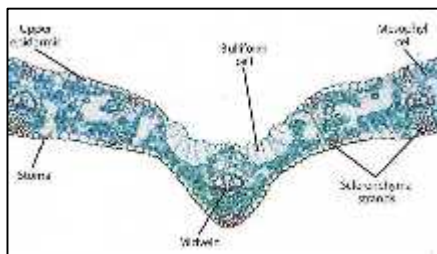
Velamen dapat ditemukan pada akar udara tanaman anggrek. Velamen tersusun atas sel-sel mati yang tersusun padat, dindingnya diperkuat dengan penebalan seperti pita atau seperti jaring dan banyak mengandung noktah primer. Bila udara kering, sel-sel tersebut penuh akan udara, tetapi bila hujan turun sel-sel tersebut berisi air. Selain sebagai tempat penyimpanan air, menurut para peneliti velamen memiliki peranan utama yaitu sebagai proteksi mekanis dan pencegahan terhadap kehilangan air yang berlebih pada korteks.



Gambar 2.11 Velamen pada Anggrek

5. Sel Kipas

Sel kipas (*bulliform cell*) merupakan sel-sel yang memiliki ukuran lebih besar dibanding dengan sel epidermis, berdinding tipis, berbentuk seperti kipas dan memiliki vakuola yang besar. Sel kipas ini berfungsi untuk mengurangi penguapan yang berlebihan pada tumbuhan. Saat udara panas, air di dalam sel kipas akan menguap lalu sel kipas akan mengerut yang menyebabkan luas permukaan atas daun akan lebih kecil dibanding permukaan bawah. Daun akan menggulung sehingga mengurangi penguapan lebih lanjut.



Gambar 2.12 Sel Kipas

6. Sel Kersik

Sel kersik merupakan bentuk modifikasi epidermis yang dapat dijumpai pada tumbuhan Graminae, seperti tebu. Sel kersik ini memiliki kandungan zat kersik atau silika. Batang tebu banyak mengandung sel kersik, sehingga menyebabkan permukaan batang tebu menjadi keras.

D. JARINGAN PENYOKONG

Jaringan penyokong atau biasa juga disebut jaringan penguat, memiliki fungsi untuk memberikan kekuatan mekanik pada tumbuhan agar dapat berdiri tegak dan melindungi bagian-bagian penting dari tumbuhan. Berdasarkan bentuk dan sifatnya, jaringan penyokong dibedakan menjadi jaringan kolenkim dan jaringan sklerenkim.

1. KOLENKIM

Kolenkim berkembang pada stadium awal promeristem dan terbentuk oleh sejumlah sel memanjang yang menyerupai sel prokambium. Sel kolenkim adalah sel hidup dengan bentuk sedikit memanjang dan pada umumnya memiliki dinding dengan penebalan yang tidak teratur. Sel kolenkim hanya memiliki dinding primer yang bersifat lunak, lentur dan tidak berlignin. Kolenkim dapat mengandung kloroplas dan tanin.

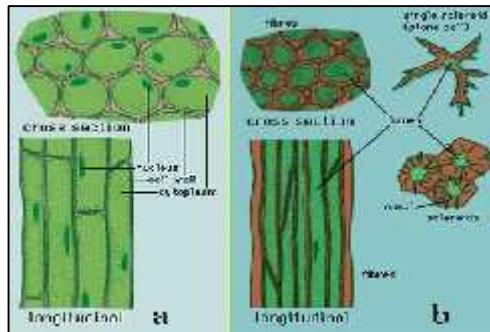
Kolenkim dapat ditemukan di beberapa lokasi pada tubuh tumbuhan, seperti pada:

- a. Batang, kolenkim dapat membentuk silinder penuh ataupun tersusun menjadi berkas memanjang sejajar sumbu batang di tepi daun
- b. Daun, kolenkim terdapat di kedua sisi tulang daun utama atau pada satu sisi saja, serta terdapat di sepanjang sisi daun
- c. Akar, kolenkim dapat terbentuk jika bila akar didedahkan kepada cahaya
- d. Kolenkim juga biasanya terdapat di bawah jaringan epidermis

Berdasarkan distribusi penebalan dindingnya, kolenkim dapat dibedakan menjadi tiga jenis:

- a. Kolenkim sudut, jika penebalan dinding terjadi di sudut-sudut sel. Contohnya pada batang *Solanum tuberosum*.
- b. Kolenkim papan, jika penebalan terjadi di dinding tangensial. Contohnya pada korteks batang *Sambucus nigra*.
- c. Kolenkim lakunar, mirip dengan kolenkim sudut namun banyak memiliki ruang antar sel. Penebalan dinding terjadi di sekitar ruang antar sel tersebut. Contohnya pada batang *Ambrosia*.

Kolenkim beradaptasi untuk menyokong batang serta daun yang sedang tumbuh. Ketika pucuk berkembang, dinding sel mengalami penebalan sejak dini. Namun, penebalan tersebut bersifat plastis dan meluas, sehingga penebalan tersebut tidak menghalangi pemanjangan batang ataupun daun. Pada perkembangan selanjutnya kolenkim dapat tetap bertahan sebagai jaringan penyokong, jika bagian organ tempat kolenkim berada tidak membentuk sklerenkim. Pada tumbuhan yang telah dewasa, dinding sel kolenkim mengeras atau berlignin serta berubah menjadi sel sklerenkim.



Gambar 2.13 (a) Kolenkim, (b) Sklerenkim

2. SKLERENKIM

Jaringan sklerenkim terdiri atas sel-sel dengan penebalan dinding sekunder, yang berlignin maupun tidak berlignin, hanya dijumpai pada organ tumbuhan yang tidak lagi

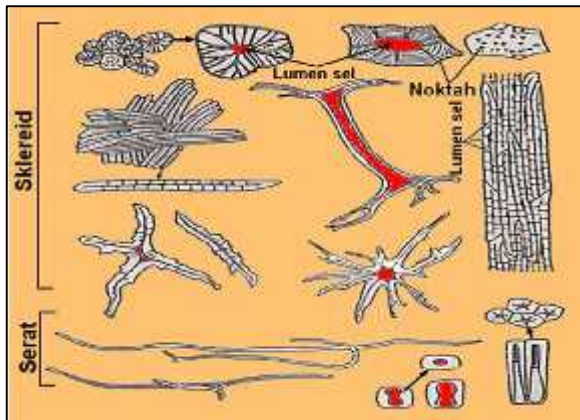
mengadakan pertumbuhan dan perkembangan. Jaringan sklerenkim berfungsi sebagai penguat bagian tumbuhan yang sudah dewasa serta sebagai pelindung bagian-bagian atau organ lunak yang ada di dalamnya, misalnya pada tempurung kelapa, kulit biji jarak, dan buah kenari. Sklerenkim dibagi menjadi serabut sklerenkim (serat sklerenkim) dan sklereid (sel batu). Serat biasanya berbentuk sel panjang sedangkan sklereid berbentuk sel pendek.

a. SERAT

Serat merupakan sel-sel panjang dan sempit dengan ujung yang meruncing dan terkadang bercabang. Serat pada umumnya ditemukan di antara jaringan vaskuler tetapi dapat pula berkembang pada jaringan dasar. Berdasarkan letaknya pada tubuh tumbuhan, serat dibedakan menjadi serat xiler dan serat ekstraxiler. Serat xiler merupakan bagian terpadu pada xilem dan berkembang dari jaringan meristem yang sama sebagaimana unsur-unsur xilem yang lain. Serat-serat ini memiliki bentuk yang bervariasi walaupun asalnya sama. Tipe utama serat xilem, yaitu serat libiform dan trakeid, yang dibedakan berdasarkan ketebalan dinding dan tipe serta jumlah noktah. Serat ekstraxiler terdapat di bagian tubuh lain tumbuhan

selain di antara unsur xilem, misalnya pada korteks atau unsur floem.

Serat memiliki panjang yang bervariasi, biasanya serat ekstraxiler lebih panjang dari serat xiler. Serat ekstraxiler ini dapat dimanfaatkan dalam pembuatan tali tambang dan karung goni.



Gambar 2.14 Sklerenkim

b. SKLEREID

Sklereid dapat ditemukan di berbagai tempat di tubuh tumbuhan, seperti pada batang, daun, buah dan biji. Sklereid ada yang terdapat sebagai lapisan-lapisan atau berkelompok, tetapi sering pula sebagai idioblas, yakni sel yang dapat dibedakan dengan sel sekelilingnya dengan jelas karena memiliki perbedaan ukuran, bentuk, dan tebal dindingnya. Sklereid

terdapat pada epidermis, jaringan dasar, dan dalam jaringan pembuluh. Sklereid dapat dibedakan menjadi:

- a. Brakisklereid, disebut juga sel batu, bentuknya kurang lebih isodiametrik. Jenis sklereid ini dapat ditemukan di dalam floem, korteks dan kulit batang serta dalam daging buah dari tumbuhan tertentu, misalnya pada buah *Pyrus communis* dan *Cydonia oblonga*.
- b. Makrosklereid, memiliki bentuk seperti tongkat, dapat ditemukan pada kulit biji misalnya pada *Leguminosae*.
- c. Osteosklereid, berbentuk seperti tulang dengan ujung-ujung yang membesar, kadang-kadang sedikit bercabang. Misalnya pada mesofil palisade *Hakea*.
- d. Asterosklereid, berbentuk bintang dengan lekukan-lekukan atau penonjolan-penonjolan. Misalnya pada korteks batang *Trochdendron*.

E. JARINGAN PENGANGKUT

Jaringan pengangkut pada tumbuhan tingkat tinggi dibedakan menjadi dua jenis yakni, xilem dan floem. Xilem memiliki fungsi utama yaitu mengangkut air dan zat hara sedangkan floem memiliki fungsi untuk mengangkut hasil fotosintesis. Xilem dan floem berasosiasi membentuk sistem

jaringan pembuluh yang bersinambung ke semua bagian tumbuhan termasuk cabang-cabang dari akar dan batang.

1. XILEM

Xilem merupakan jaringan yang sifatnya kompleks karena terdiri dari beberapa tipe sel. Sel-sel utama penyusun xilem adalah unsur trakea yang merupakan sel-sel mati, yang berperan dalam pengangkutan air serta berperan pula sebagai penunjang. Serat juga dapat ditemukan pada xilem yang berfungsi sebagai penguat tubuh tumbuhan. Terkadang pada xilem juga dapat ditemukan sklereid, sel-sel parenkim sebagai tempat cadangan makanan serta fungsi lainnya. Menurut perkembangannya, xilem dapat dibedakan atas: (1) xilem primer, terdifferensiasi selama pembentukan tubuh primer dari prokambium, (2) xilem sekunder, dihasilkan dari pembentukan tubuh sekunder oleh kambium pembuluh. Unsur-unsur xilem terdiri dari unsur trakeal, serat xilem dan parenkim xilem.

1. Unsur trakeal

Unsur trakeal terdiri atas dua macam sel, yaitu trakeid dan komponen trakea. Trakeid merupakan sel panjang dengan ujung runcing tanpa lubang, dindingnya berlignin dan terdapat penebalan sekunder dengan berbagai macam

noktah, pengangkutan terjadi dari sel ke sel melalui selaput noktah dan pasangan noktah di antara ujung trakeid.

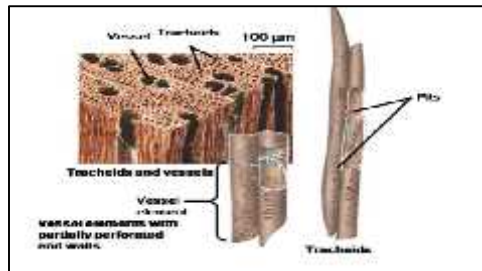
Komponen trakea merupakan deretan sel yang tersusun memanjang dan bersambung pada ujung dan pangkalnya, pada kedua ujungnya terdapat lubang, memiliki berbagai macam noktah, pengangkutan terjadi melalui lubang. Bagian komponen trakea yang berlubang disebut dengan papan berlubang. Papan berlubang terdiri dari tiga jenis yaitu; (1) papan berlubang sederhana dengan sebuah lubang dan memenuhi seluruh dinding ujung sel yang ditempatinya, (2) papan berlubang skalariform dengan lubang pipih dan sejajar pada papan berbentuk tangga, (3) papan berlubang jala dengan pola bentuk jala.

2. Serat

Serat xilem merupakan sel panjang dengan dinding sekunder yang biasanya berlignin dan memiliki ketebalan dinding yang bervariasi. Serat xilem terdiri atas dua jenis yaitu serat trakeid dan serat libriform. Serat trakeid memiliki noktah terlindung dengan rongga noktah yang lebih kecil dari trakeid dan trakea pada kayu yang sama. Pada kayu yang sama, serat libriform lebih panjang dan dinding selnya lebih tebal dibanding dinding serat trakeid. Noktah pada serat libriform merupakan noktah sederhana.

3. Parenkim xilem

Ada dua jenis parenkim sekunder, yakni parenkim aksial dan parenkim jari-jari empulur. Kedua parenkim tersebut menyimpan pati, minyak dan zat-zat ergastik. Dinding sel parenkim tersebut dapat membentuk penebalan sekunder yang kemungkinan berlignin.

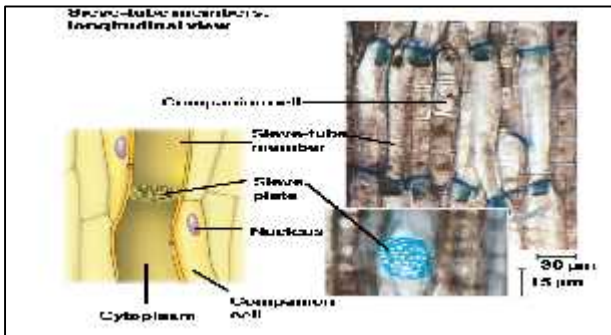


Gambar 2.15 Xilem

2. FLOEM

Menurut perkembangannya, floem dapat dibedakan menjadi dua jenis, yakni (1) floem primer yang berkembang dari prokambium, (2) floem sekunder yang berkembang dari kambium pembuluh. Floem primer dan floem sekunder mengandung jenis sel yang sama. Namun, floem primer tidak tersusun atas sistem aksial dan sistem radial, tidak memiliki jari-jari empulur.

Sel yang berfungsi dalam pengangkutan adalah unsur tapis yang terdiri atas sel tapis dan komponen pembuluh tapis. Dinding unsur tapis biasanya lebih tebal dibandingkan dengan sel parenkim yang berdekatan dan terdiri atas selulosa dan pektin. Daerah tapis merupakan tempat pada dinding sel yang berpori sebagai tempat terjadinya hubungan protoplas antara dua sel yang berdampingan. Bagian dinding dengan daerah tapis lebih terdifferensiasi yakni daerah dengan pori yang relatif lebih besar disebut papan tapis. Di dekat sel tapis sering ditemukan sel albumin, sedangkan komponen pembuluh tapis diiringi oleh sel pengantar.



Gambar 2.15 Floem

Unsur Tapis

Unsur tapis terdiri atas sel tapis dan komponen pembuluh tapis. Unsur tapis memiliki ciri adalah daerah tapis dan lenyapnya inti

protoplas. Sel tapis merupakan daerah tapis yang tidak terdifferensiasi dan tidak mengandung papan tapis yang jelas. Sel ini biasanya memanjang dengan ujung meruncing atau sangat miring pada dinding ujungnya dan inti sel bertahan lama.

Latihan 2

1. Jelaskan definisi jaringan menurut pendapat anda!
2. Jelaskan jenis-jenis jaringan dewasa pada tumbuhan!
3. Jelaskan 3 jenis jaringan meristem berdasarkan letaknya!
4. Jelaskan perbedaan jaringan kolenkim dan sklerenkim!
5. Jelaskan macam-macam derivate epidermis beserta fungsinya!

BAB III

ANATOMI ORGAN TUMBUHAN

Struktur tumbuhan biji tertutup dapat diawali dengan biji. Biji tumbuhan mengandung embrio, yang diliputi dan dilindungi oleh kulit biji, serta dilengkapi dengan sumber cadangan makanan yang disimpan jaringan khusus yang disebut endosperm. Embrio tersebut terdiri atas sumbu kecil dengan dua kutub, yakni titik tumbuh tunas akar dan titik tumbuh tunas pucuk. Jika kondisi lingkungan mendukung, biji akan berkecambah dan tumbuh menjadi tumbuhan muda (berkecambah). Selanjutnya terjadi pemanjangan akar ke dalam tanah sementara itu tunas-tunas pucuknya (batang dan daun) mengarah ke udara.

A. AKAR

Akar merupakan suatu struktur sumbu tanpa daun, tidak mempunyai buku dan ruas, terletak dibagian bawah permukaan tanah, meskipun ada pula akar yang tumbuh diatas tanah. Akar memiliki bentuk dan struktur yang sangat beragam. Hal tersebut berkaitan dengan fungsi akar. Akar umumnya memiliki ciri-ciri sebagai berikut: (1) umumnya tumbuh ke bawah atau ke arah samping dibanding ke atas, (2) tidak berklorofil, (3) tidak peka

terhadap pengaruh sinar, (4) tidak memiliki daun maka tidak ditemukan tunas, (5) memiliki tudung akar, (6) percabangan akar terjadi secara endogen.

Akar pertama tumbuhan berbiji berkembang dari meristem apeks pada ujung akar embrio dalam biji yang berkecambah. Akar pertama dari embrio dinamakan *radikula*. Akar tersebut pada tumbuhan dikotil dan gymnospermae disebut *akar tunggang* atau *akar utama*. Akar tunggang cabangnya yang besar akan mengalami penebalan sekunder, namun akar cabang yang berfungsi dalam penyerapan tetap dalam keadaan primer. Pada tumbuhan monokotil, akar utama biasanya cepat mengering dan mati pada pertumbuhan awal tumbuhan tersebut dan tergantikan oleh akar serabut dalam jumlah yang sangat banyak.

1. Akar Primer

Apabila dilakukan pengamatan penampang melintang akar pada keadaan pertumbuhan primer, maka dapat terlihat tiga sistem jaringan secara jelas yaitu sistem jaringan dermal (epidermis), sistem jaringan dasar (korteks), dan sistem jaringan pembuluh (vaskuler). Jaringan pembuluh membentuk silinder yang mampat atau jika tidak ada empulur merupakan silinder kosong, setiap sistem mempunyai gambaran struktur yang khas.

Struktur pembentuk akar primer meliputi tudung akar, epidermis, eksodermis, korteks, endodermis, perisikel dan jaringan pembuluh.

a. Tudung akar

Tudung akar terdapat pada ujung akar berfungsi untuk melindungi promeristem akar membantu penetrasi akar ke dalam tanah. Tudung akar terdiri dari sel-sel parenkim yang masih hidup dan sering juga mengandung pati yang disebut *statolit*. Butir-butir pati yang berfungsi sebagai cadangan makanan. Pada sejumlah sel-sel pusat tudung akar mempunyai struktur tetap yang dinamakan *kolumela*. Tudung akar berkembang terus menerus. Sel paling luar akan hancur kemudian digantikan oleh sel baru yang dihasilkan oleh pemula. Laju pembentukan dan pengelupasan sel-sel tudung akar sangat tinggi. Tudung akar umumnya terdapat pada akar semua tumbuhan kecuali beberapa parasit dan mikoriza. Tudung akar pada tumbuhan air mula-mula tumbuh baik, tetapi kemudian mengalami degenerasi.

b. Epidermis

Epidermis merupakan jaringan terluar, terdiri dari selapis sel yang berbentuk pipih dan tersusun rapat. Epidermis mempunyai dinding sel yang tipis dan tidak berkutikula, namun

kadang-kadang dinding sel paling luar berkutikula. Bila epidermis tidak terkelupas waktu akan menua, dinding selnya akan mengalami penebalan dengan kutin atau suberin, seperti yang dijumpai pada akar *Monocotyledoneae*. Rambut akar adalah sel epidermis yang memanjang keluar, tegak lurus pada permukaan akar dan berbentuk tabung. Sel tersebut biasanya terdapat dibelakang apeks akar sepanjang satu sampai beberapa cm. Rambut akar pertumbuhannya sangat cepat dan dapat mencapai panjang maksimum dalam beberapa jam saja. Rambut akar hidupnya relative pendek dan hanya tumbuh dekat ujung akar. Kalau akar itu tumbuh memanjang ke dalam tanah, maka terbentuk rambut-rambut akar yang baru pada ujung yang lebih tua, rambut akar yang lebih tua hancur dan lusuh, karena itu bagian akar yang dilengkapi dengan rambut akar tidak bertambah diameternya. Rambut akar berfungsi baik dalam penyerapan, tetapi fungsi penyerapan tidak terbatas pada rambut-rambut akar, tetapi juga pada sel-sel epidermis lainnya.

Sel epidermis akar muda dan rambut akar pada beberapa tumbuhan tertentu mensekresikan lendir. Pada tumbuhan darat lendir tersebut ternyata dihuni oleh bakteri. Pada *Pisum arvense* ditemukan stomata pada akar kecambah.

c. Eksodermis

Eksodermis berada di sebelah dalam lapisan epidermis, terdiri dari selapis atau beberapa lapis sel. Eksodermis ini akan menggantikan epidermis nantinya. Sel-sel sub epidermis yang membentuk jaringan padat, disebut *hypodermis* atau *eksodermis* dengan dinding sel terluar dilapisi oleh zuberin, lignin, sedang pada jenis lainnya masih ada sel-sel yang tersisa tidak mengalami penebalan yang berfungsi untuk lewatnya air dan zat hara.

d. Korteks

Korteks terdapat di sebelah dalam epidermis dan disebelah luar endodermis, memiliki bentuk yang silindris dan memanjang sejajar sumbu akar. Pada beberapa akar, sel-sel korteks tertata sangat teratur, baik secara radial maupun pada lingkaran-lingkaran konsentris.

Korteks terdiri dari sel-sel parenkim, mempunyai *ruang antar sel* yang besar. Ruang antar sel ini terjadi secara *skizogen* atau *lizigen*, yang berfungsi dalam pertukaran gas dan sebagai wadah oksigen yang diperlukan dalam respirasi. Sistem ini memungkinkan korteks mampu melakukan metabolismenya, misalnya akar yang hidup dalam air lebih banyak ruang antarselnya dari pada akar yang hidup ditanah kering. Pada akar yang

tidak mengalami pertumbuhan sekunder, sel-sel parenkim korteks berumur panjang. Sebaiknya pada tumbuhan yang akarnya mengalami pertumbuhan sekunder.

e. Endodermis

Endodermis merupakan jaringan yang berada di sebelah dalam korteks, terdiri atas selapis sel yang berkesinambungan membentuk silinder dan memisahkan korteks tersebut dari silinder berkas pengangkut di sebelah dalamnya. Endodermis terdapat pada hampir semua tumbuhan berbiji.

Menebalnya dinding sel epidermis tidak serentak sehingga pada irisan melintang akan dijumpai bentuk yang berbeda-beda. Yang mula-mula mengalami penebalan adalah sel-sel yang berhadapan dengan floem dan makin kurang tebal dibagian yang berhadapan dengan xylem. Bahkan sel yang tepat berhadapan dengan xylem hanya membentuk *pita caspary* dan dinamakan *sel peresap* karena dapat melalukan air dan zat hara. Sel-sel endodermis yang berhadapan dengan floem lebih tebal dindingnya dibanding yang berhadapan dengan xylem, diduga karena suberin yang diendapkan itu dibawa melalui floem.

f. Perisikel

Perisikel merupakan lapisan tunggal yang terdapat disebelah dalam endodermis, dan disebelah luar jaringan

pengangkut. Perisikel terdiri atas sel-sel parenkimatis, biasanya terdiri dari satu lapisan sel, kadang-kadang terdiri lebih dari satu lapis sel perisikel memiliki kemampuan untuk pertumbuhan meristematis, yang menghasilkan xylem dan floem sekunder perisikel berdinding tebal seperti pada kebanyakan tumbuhan monokotil, misalnya pada *Morus* dan *Salix*.

g. Jaringan pembuluh (Vaskular)

Jaringan pengangkutan terletak disebelah dalam perisikel. Merupakan derivat *prokambium* atau *jaringan vascular*, tampak sebagai tabung dibagian akar. Jika akar mempunyai empulur, diperkirakan empulur merupakan bagian dari silinder pembuluh yang berasal dari prokambium. Hal ini merupakan pertentangan pendapat, bahwa empulur pada akar sama dengan empulur batang, dan merupakan derivat meristem dasar.

Unsur-unsur xylem akan menjadi dewasa secara sentripetal, artinya protoxilem berada diuar metaxilem, sehingga dinamakan *exarch*. Demikian pula perkembangan floem menghasilkan profloem dibagian tengah.

Pada beberapa jenis monokotil tertentu misalnya bawang merah terdapat trakea besar di tengah dan diantara metaxilem dengan bagian tepi terdapat parenkim. Pada jagung terdapat

trakea besar-besar mengelilingi empulur. Bila berkas trakea terpisah, kadang-kadang terdapat jaringan penghubung.

2. Akar sekunder

Akar gymnospermae dan dikotil mengalami pertumbuhan sekunder yaitu terbentuknya jaringan pembuluh sekunder dari kambium pembuluh periderm dari felogen. Pertumbuhan sekunder akar sangat bervariasi, kebanyakan akar monokotil serta akar dikotil yang terbentuk perdu atau cabang akar dikotil yang berbentuk pohon atau gymnospermae tidak mengadakan pertumbuhan sekunder. Korteks susunannya tetap, akar tua membentuk eksodermis sebagai penguat dan endodermis berada pada fase tersier.

Tumbuhan yang akarnya mengalami pertumbuhan sekunder, akibat aktivitas kambium pembuluh garis tengahnya membesar. Kambium mula-mula terbentuk dari parenkim disebelah berkas floem. Begitu kambium membentuk sel-sel sekunder, sel-sel perisikel juga membelah dan kedua kelompok sel-sel meristem ini akan membentuk kambium lengkap sehingga pada irisan melintang terlihat berkelok-kelok. Beberapa lama kemudian kambium yang tadinya berkelok-kelok akan membulat karena terjadi perbedaan kecepatan pembelahan dan pembentangan antara sisi luar dan dalam disebelah floem

primer dan xylem sekunder yang membungkus xylem primer. Pada saat yang sama floem sekunder juga terbentuk dan akan menjepit floem primer. Fungsi kambium seperti juga batang, membentuk lingkaran xylem dan floem sekunder. Pada beberapa akar, kambium yang berasal dari perisikel membentuk parenkim jari-jari.

3. Akar dikotil herba

Pertumbuhan sekunder pada akar dikotil herba sangat bervariasi, demikian pula pada jaringan peridermnya. Floem terdiri atas pembuluh tapis, sel-sel pengantar, serat dan sel-sel parenkim. Jari-jari empulur yang lebar bersinambungan melalui kambium. Floem luar terdiri atas: serat dan parenkim. Pembuluh tapis yang rusak. Floem menyatu dengan parenkim, perisikel dibawah periderm. Gabus berasal dari felogen membentuk jaringan proteksi.

4. Akar berkayu

Pada akar berkayu dinding sekunder berlignin lebih sedikit dibandingkan dengan batang. Perbedaan histologi antara jaringan sekunder batang dan akar ditentukan oleh perbedaan perluasan dalam lingkungan dimana kedua tumbuhan itu berkembang, jika akar kayu terkena cahaya, maka beberapa

lama kemudian kayunya mempunyai persamaan seperti kayu dalam batang.

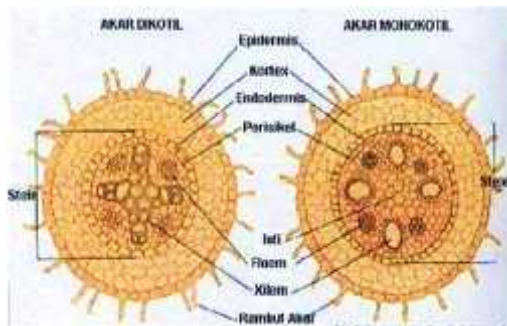
Akar berkayu dapat terjadi penebalan akar secara alami. Pada akar tersebut terdapat rambut-rambut epidermis yang bersatu dengan rambut-rambut dari akar lainnya. Pada waktu akar tersebut mengadakan kontak satu sama lain, akar tersebut bertambah tebal oleh pertumbuhan sekunder, kemudian saling menekan satu sama lain. Jari-jari empulur dekat-dekat daerah terjadinya kontak, terjadi poliferasi dari kedua akar tersebut bersatu dan menghasilkan kambium dalam yang berkesinambungan dengan kambium dengan kedua akar tersebut bersatu dan menghasilkan kambium dalam yang berkesinambungan dengan kambium dengan kedua akar yang sudah menjadi satu akar.

5. Akar monokotil

Epidermis terdiri dari satu lapis sel, umumnya di bawah epidermis terdapat satu atau lebih lapisan eksodermis dengan dinding penebalan. Korteks pada monokotil tersusun dari sel-sel parenkim berdinding tipis yang memiliki ruang antar sel yang cukup berkembang. Sel-sel sklerenkim umumnya ditemukan pada korteks tumbuhan monokotil.

Endodermis pada monokotil terdapat dua tingkatan perkembangan, kadang-kadang sangat berbeda. Pada tingkat primer memiliki pita kaspari, sedangkan pada tingkat sekunder lamella suberin menutupi seluruh dinding pada sisi dalam sel. Pada tingkat perkembangan lebih lanjut kemudian lamelle suberin ini ditutupi oleh lapisan selulosa yang beberapa tumbuhan monokotil sangat tebal.

Perisikel pada monokotil sering mengalami sklerefikasi sebagian atau seluruhnya pada akar tua, dan menghasilkan akar cabang. Gugus xylem primer banyak (kondisi poliark), umumnya beragam dari dua belas sampai dua puluh. Kambium tidak ada bahkan pada tahap berikutnya tidak ada penebalan sekunder pada akar monokotil. Pada *Canna*, empulur luas dan berkembang biak. Pada kasus tertentu empulur menjadi *Sklerenkimatis*.



Gambar 3.1 Penampang Melintang Akar Dikotil dan Monokotil

6. Perbedaan antara akar dikotil dan monokotil

Perbedaan struktur anatomi antara akar tumbuhan dikotil dan monokotil dapat dijelaskan sebagai berikut:

No	Bagian	Akar dikotil	Akar monokotil
1	Berkas xylem	Jumlah beragam dari dua sampai enam, jarang lebih dari enam.	Biasanya banyak, jarang yang jumlahnya sedikit.
2	Empulur	Kecil atau tidak ada	Luas dan berkembang
3	Perisikel	Menghasilkan akar cabang, kambium vaskuler dan felogen	Menghasilkan akar cabang saja
4	Kambium	Ada	Tidak ada

7. Akar kontraktile

Akar kontraktile berfungsi untuk menarik batang masuk ke dalam tanah, misalnya: dikotil basah (*Taraxacum*, *Daucus*, *Trifolium*, *Oxalis*) dan pada monokotil berumbi lapis/ sisik dan berumbi batang (*Allium*, *Gladiolus*).

8. Akar tambahan

Akar tambahan terdapat pada tumbuhan yang hidup diatas tanah, akar yang tua, infeksi oleh penyakit, potongan tanaman, atau kalus dalam kultur jaringan, nodus, internodus, potongan daun (*Begonia*, *Sedun*) tangkai daun (*Saintpaulia*).

Akar di dalam tanah sering terluka ketika dipangkas, sehingga akar yang luka perlu diganti. Akar tambahan dibentuk dengan pembelahan sel, yakni dari kalus atau jaringan didekatnya, prosesnya sama dengan pembentukan akar lateral, jika jaringan pembuluh akan terbentuk dalam akar tambahan maka parenkim atau sel kalus dibagian proksimal dari primordium akan berdiferensiasi menjadi jaringan pembuluh pula.

9. Anomali

Pada akar beberapa jenis tumbuhan tertentu terdapat variasi pertumbuhan sekunder atau pertumbuhan sekunder yang menyimpang dari yang umum kita jumpai. Variasi pertumbuhan sekunder biasanya dapat kita jumpai pada akar yang berfungsi sebagai penyimpan, seperti:

- a. Akar wortel (*Daucus carota*) awalnya akar sekunder mengalami pertumbuhan yang normal hanya di dalam berkas floem dan berkas xilem banyak terbentuk

- parenkim, sehingga akarnya merupakan umbi yang dapat di makan.
- b. Akar Bit (*Beta vulgaris*) mengalami pertumbuhan sekunder yang tidak normal, sehingga membentuk umbi seperti gasing. Pertumbuhan sekundernya berlangsung dengan jalan pembentukan beberapa kambium diluar jaringan pembuluh. Kambium itu berasal presikel dan floem. Masing-masing kambium membentuk xylem dan floem serta sel-sel parenkim dalam jumlah besar.
 - c. Akar ubi jalar (*Ipomea batatas*) mulanya kambium menghasikan xilem dan floem seperti biasa beserta sejumlah besar parenkim. Hal yang sama terjadi pada pembentukan umbi dan lobak (*Raphanus sativus*)
 - d. Mikoriza, terjadi karena adanya asosiasi antara jaringan epidermis dan korteks akar dengan jamur sehingga membentuk bangunan yang membengkak,.
 - e. Bintil akar, terjadi karena sel akar (utamanya pada tumbuhan *Leguminosae*) yang bersimbiosis dengan bakteri penambat nitrogen, mengeluarkan zat yang memicu sel-sel korteks untuk membelah. Sehingga membentuk bangunan yang membulat.

- f. Akar udara, merupakan salah satu bentuk adaptasi anatomi tumbuhan terhadap kondisi lingkungannya. Tumbuhan menghasilkan akar dari batang ataupun cabang dan tetap berada di udara (sebagai akar gantung, pelekat ataupun pemanjat).

10. Peralihan akar ke batang

Sistem berkas pengangkut primer ada akar dan batang berbeda atau dasar struktur serta arah perkembangannya radial. Protoxilem akar sifatnya exarch sedang pada batang sifatnya endarch. Pada akar xilem dan floem tersusun radial bergantian sedang pada batang umumnya tersusun kolateral. Antara kedua struktur yang berbeda fungsinya tersebut terjadi pertemuan yaitu di leher akar.

Perubahan-perubahan orientasi jaringan pembuluh yang umum dapat kita jumpai pada daerah transisi, antara lain:

1. Tipe berkas pengangkut yang radial pada akar, menjadi tipe berkas pengangkut yang kolateral atau bikolateral pada batang.
2. Stele pada akar umumnya lebih kecil, kemudian menjadi stele yang lebih besar pada batang.
3. Berkas xilem yang exarch pada akar, menjadi berkas xilem yang endarch pada batang.

B. BATANG

Batang merupakan bagian tumbuhan yang ada di atas tanah, dan menghasilkan daun, walaupun ada juga batang yang tumbuh di bawah tanah (*rhizoma, umbi lapis atau umbi batang*). Dibatang terdapat buku (*nodus*) yaitu, tempat daun melekat, dan ruas (*internodus*), yakni bagian batang diantara dua buku yang berurutan. Panjang ruas memiliki panjang yang berbeda bergantung pada jenis tumbuhan. Di ketiak daun terdapat *tunas ketiak*. Sumbu batang ada yang memanjang dengan buku dan ruas jelas, sebaliknya batang dapat juga amat pendek dengan bentuk daun *roset*.

1. Perkembangan Batang

Meristem batang pertama dibentuk pada saat *embrio* berkembang. Embrio yang sudah berkembang umumnya memiliki sumbu, yaitu sumbu *hipokotil akar*. Sumbu ini pada ujung atanya terdiri atas satu atau lebih daun lembaga (*kotiledon*) dan *primordium pucuk* (calon tunas ujung), sedangkan di ujung bawahnya terdapat primordium akar yang ditutup dengan *tudung akar*. Akar lembaga (*radikula*) terdapat di ujung bawah hipokotil dan pucuk lembaga terdapat diatas perlekatan daun lembaga. Yang dimaksud dengan pucuk adalah

meristem apeks batang beserta primordium daun dan daun muda yang berada disekelilingnya.

Pada waktu perkecambahan biji, meristem ujung akar membentuk akar pertama, sedangkan meristem pucuk pertama dengan penambahan daun-daun, buku dan ruas terhadap sistem pucuk yang dibentuk pada lembaga.

2. Jaringan Primer Batang

Batang terdiri atas tiga sistem jaringan yaitu, jaringan dermal, jaringan dasar, dan jaringan berpembuluh (jaringan vaskuler). Variasi dalam struktur primer pada batang pada spesies yang berbeda adalah berdasarkan perbedaan distribusi jaringan dasar dan jaringan pembuluh. Pada *Coniferae* dan tumbuhan dikotil sistem jaringan pembuluh pada ruas batang umumnya berupa silinder, baik di sebelah luar maupun disebelah dalam, terdapat jaringan dasar, yaitu korteks dan empulur. Berkas-berkas pengangkutan pada sistem vascular satu sama lain dipisahkan oleh parenkim intervaskuler, yang menghubungkan empulur dengan korteks. Jaringan ini dikatakan *intervasikular* karena terletak diantara berkas-berkas pengangkut. Jaringan ini juga disebut jari-jari empulur.

a. Epidermis

Epidermis terletak di sebelah luar batang, biasanya tersusun atas selapis sel. Pada epidermis terdapat stomata namun jumlahnya tidak sebanyak stomata pada daun. Pada epidermis juga terdapat berbagai jenis trikoma dan kutikula. Epidermis ini memiliki fungsi utama yaitu melindungi jaringan yang terletak dibawahnya dari kerusakan mekanik dan dari organisme yang menyebabkan penyakit serta membatasi kecepatan transpirasi.

b. Korteks

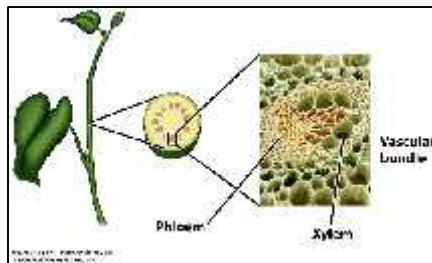
Korteks berada di antara epidermis dan jaringan pembuluh. Korteks batang tersusun terutama oleh *parenkim* yang dapat berisi *kloroplas*, ruang-ruang antar sel sangat nyata, tetapi kadang-kadang hanya terbatas pada parenkim yang terletak dibagian tengah korteks. Pada kebanyakan tumbuhan angiospermae yang akuatik korteks berkembang sebagai *aerenkim* dengan ruang-ruang antar sel yang besar. Pada berbagai tumbuhan dikotil, terdapat pita Caspary pada lapisan terdalam korteks batang.

Daerah perifer korteks sering kali disusun oleh kolenkim, yang berfungsi penguat pada organ-organ muda dan sedang tumbuh. Namun, pada berbagai tumbuhan terutama rumput-rumputan, bukan kolenkim yang menguatkan bagian

luar batang melainkan sklerenkim. Sklerenkim di dalam korteks memiliki dua bentuk yakni sel batu pendek dan serabut sklerenkim panjang yang merupakan sel mati. Sel batu berfungsi memberikan kekerasan pada korteks, sedangkan serabut sklerenkim berfungsi sebagai penguat.

c. Stele

Stele terdiri atas berkas pengangkutan, empulur ditambah dengan daerah perikambium dan jari-jari empulur untuk golongan tumbuhan tertentu.



Gambar 3.2 Jaringan Pembuluh Batang

1) Jaringan pembuluh

Sistem jaringan pembuluh primer terdiri dari sejumlah berkas pembuluh dengan ukuran yang berbeda-beda. Berdasarkan letak floem terhadap xilem, maka tipe-tipe berkas pengangkut dapat dibedakan menjadi:

- a) Ikatan pembuluh kolateral, jika floem terdapat di sebelah luar xilem, tipe ikatan pembuluh ini merupakan tipe paling sering ditemukan.
- b) Ikatan pembuluh bilokateral, seperti kolateral, namun terdapat floem di sebelah dalam xilem sehingga ada floem external dan floem internal. Tipe ini dapat ditemukan pada *Cucurbitaceae* dan *Solanaceae*.
- c) Ikatan pembuluh konsentris amfikribal, jika floem mengelilingi xilem, tipe ini dapat ditemukan pada ikatan pembuluh kecil pada bunga.
- d) Ikatan pembuluh konsentris amfivasal, jika xilem mengelilingi floem. Tipe ini dapat ditemukan pada tumbuhan dikotil *Begonia*, sedangkan pada tumbuhan monokotil dapat dijumpai pada *Liliace*.
- e) Ikatan pembuluh radial, tipe pembuluh ini dapat ditemukan pada akar, letak xilem bergantian dengan floem.

2) Empulur

Empulur atau biasa disebut juga medulla, terdiri dari parenkim yang dapat mengandung kloroplas. Pada waktu pembuluh empulur yang terletak dibagian ruas rusak, sementara didaerah buku empulurnya utuh, disebut diafragma buku.

Di daerah tepi empulur dapat mengandung berbagai idioblas, yaitu sel berisi Kristal, benda grasetik lain dan sklereid maupun latisfer. Jika benang mengandung saluran-saluran getah, saluran semacam itu juga mungkin terdapat pada empulur.

3) Perikambium

Perikambium disebut juga perisikel, terletak antara endodermis dan jaringan pembuluh. Jika terdapat endodermis perikambium berbatasan dengan korteks. Perikambium disusun oleh parenkim seperti pada batang batu-batuan. Beberapa pustaka menyebutkan bahwa perikambium terdapat serabut-serabut perikambium, tetapi dari penyelidikan ternyata serabut-serabut tersebut merupakan bagian dari floem.

4) Jari-jari empulur

Jari-jari empulur adalah berupa pita-pita radial yang terdiri atas sel-sel yang berderet, mulai dari empulur sampai dengan floem. Posisi serta sifatnya yang parenkimatik menunjukkan seakan-akan merupakan bagian empulur yang meluas secara radial, itulah sebabnya jaringan ini disebut jari-jari empulur. Fungsi jari-jari empulur adalah melangsungkan pengaliran makanan kearah radial, sering kelihatan adanya amilum atau kristal di dalam sel-selnya.

3. Pemanjangan batang

Pemanjangan batang terjadi pada daerah dibawah meristem apeks atau daerah subapikal disebut *meristem pemanjangan primer*, terutama pada ruas akibat pertumbuhan meristem yang membentuk deretan sel panjang dalam meristem korteks dan empulur dengan pembelahan melintang secara berulang-ulang. Kecepatan pertumbuhan ruas berubah pada taraf yang berbeda-beda sehingga tumbuhan dewasa akan memiliki ruas yang beragam panjang. Tumbuhan *roset* pemanjangan ruas tidak terjadi, sehingga daun tetap rapat.

Pemanjangan ruas pada tumbuhan monokotil, terpusat pada daerah tertentu disebut meristem *interkalar*. Misalnya: rumput, jaringan pembuluh pada daerah meristem interkalar akan terdiferensiasi, dengan adanya pembentangan unsur tarkeal rusak dan fungsinya diganti oleh unsur xilem yang baru.

Penebalan sumbu disebabkan adanya pembelahan periklinal dan pembesaran sel pada empulur dan korteks. Jumlah penebalan primer tidak banyak dan berlangsung tidak sama pada berbagai tumbuhan. Pada tumbuhan dikotil, pertumbuhan penebalan primer mencolok pada *empulur* (penebalan empulur) atau pada korteks (penebalan korteks) atau tersebar diseluruh sumbu. Selama penebalan primer, bentuk batang menjadi

kerucut terbalik, tetapi jika pertumbuhan ini berlangsung kerusakan terjadi pada sumbu yang stabil. Pada umumnya monokotil tidak memiliki penebalan sekunder.

4. Pertumbuhan Sekunder Batang

Pertumbuhan sekunder terjadi karena adanya aktivitas kambium pembuluh. Terjadi pembelahan mitosis yang menyebabkan bertambahnya jumlah jaringan pembuluh di dalam batang. Pertumbuhan sekunder umumnya dapat kita jumpai pada batang pokok, cabang, tangkai daun dan ibu tulang daun. Pada tumbuhan gymnospermae, dikotil herba serta beberapa monokotil, misalnya *Agave*, dijumpai adanya pertumbuhan sekunder. Batang monokotil pada umumnya tidak terjadi pertumbuhan sekunder sehingga dari pangkal sampai ke ujung batang sama besarnya. Berbeda dengan batang dikotil dan gymnospermae, pangkal batangnya selalu lebih besar dari pada ujungnya akibat pertumbuhan sekunder.

Pada beberapa tumbuhan monokotil tidak mengalami pertumbuhan sekunder, oleh aktivitas kambium pembuluh tetapi hanya mengalami penebalan sekunder yang disebabkan adanya pembelahan dan pembentangan sel parenkim dasar. Pertumbuhan ini disebut pertumbuhan sekunder difusi. Pertumbuhan sekunder hanya terjadi pada monokotil herba dan

Lilioflorae yang berkayu, seperti *Aloe*, *Agave*, *Coryline*, *Sansiveria* dan *Yucca*. Pada beberapa tumbuhan *Palmae*, pangkal batangnya seakan-akan mengalami pertumbuhan sekunder, karena kelihatan membesar. Hal tersebut terjadi bukan karena adanya aktivitas kambium melainkan adanya sel-sel parenkim yang bersifat meristematis atau sisa jaringan meristem primer yang kegiatannya berlangsung lambat.

Kambium pada batang dibedakan menjadi kambium vaskular dan kambium intervasikuler. Kambium vasikuler yaitu kambium yang terdapat di dalam ikatan pembuluh. Sedangkan kambium intervasikuler yaitu kambium yang terdapat diantara ikatan pembuluh. Pembelahan awal dari kambium sering tampak pada bagian intervasikuler.

Pada umumnya pertumbuhan sekunder dari kambium pembuluh menghasilkan lingkaran xilem dan floem terus menerus. Pertumbuhan sekunder menyebabkan perubahan tertentu pada bagian dalam batang, terutama jaringan yang ada disebelah luar kambium empulur xilem primer diselubungi oleh xilem sekunder, dan elemen pengangkut primer berhenti berfungsi.

Pertumbuhan sekunder selanjutnya, floem sekunder diperkirakan ditekan dari arah dalam, sehingga menyebabkan

pembentangan silinder kayu, karena bertambahnya lingkaran yang terjadi akibat pembelahan sel didalam parenkim floem dan jari-jari menyebabkan sel jari-jari kearah perifer. Pertumbuhan sel jari-jari kearah perifer ini dinamakan *dilatasi*.

Pada beberapa jenis tumbuhan periderm dibentuk selama pertumbuhan sekunder dan posisinya sampai beberapa tahun. Beberapa tumbuhan monokotil juga membentuk periderm seperti pada batang *Aloe*, *Cocos*, dan *Roystonea*, sedang yang lain mempunyai gabus bertingkat yang berfungsi sebagai pelindung. Periderm ini dapat menyesuaikan diri dengan dilatasi sebagai akibat pertumbuhan sekunder.

5. Perbandingan Batang Dikotil dan Monokotil

Susunan antomi batang adalah beraneka ragam, tergantung pada golongan yang bersangkutan. Tipe batang ditentukan oleh struktur primer dan sekunder. Perbedaan tersebut terutama terletak pada tipe stele serta tipe berkas pengangkut. Perbedaan tersebut selanjutnya terdapat pula antara *ordo*, *familia*, maupun *spesies* tumbuhan yang biasanya terletak pada macam sel atau jaringan yang terdapat pada masing-masing bagian epidermis, korteks dan stele. Batang tumbuhan dikotil ada yang berkayu, dapat dalam bentuk herba atau

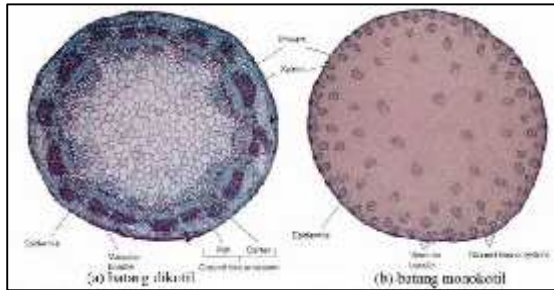
merambat. Batang monokotil ada yang berkambium, ada yang berdasarkan strukturnya ada berupa tipe batang.

a. Batang dikotil

Epidermis terdiri atas selapis sel dan terdapat pada bagian terluar, terdapat stomata dan berbagai macam trikomata. Dinding sel yang terluar sangat tebal dan berkitin. Diantara sel-sel tersebut tidak terdapat ruang-ruang antar sel sehingga sel teratur rapat. Bagian terdalam korteks adalah endodermis, juga dikenal dengan sarung amilum. Terdiri atas selapis sel yang mengelilingi stele dan sel-selnya penuh amilum. Daerah diantara epidermis dan endodermis biasanya terbagi dalam dua bagian, bagian luar dengan jaringan kolenkim dan bagian dalam dengan jaringan parenkim.

Parenkim pada batang biasanya terdapat kloroplas yang disebut juga klorenkim. Sel-sel parenkim yang bengkak akibat tekanan turgor sering membantu dalam menimbulkan kekuatan pada organ. Sklerenkim mungkin terdapat pada korteks beberapa tumbuhan, mungkin berupa sklereid, mungkin serabut sklerenkim. Serabut sklerenkim berupa sel mati, berdinding tebal dan panjang, yang berfungsi sebagai penguat. Sklereid berfungsi memberikan kekerasan pada korteks. Pada beberapa

tumbuhan air terdapat sklereid pada korteks. Misalnya pada *Nymphaeae*.



Gambar. Penampang Melintang Batang Dikotil dan Monokotil

b. Batang monokotil

Batang tumbuhan rumputan-rumputan terdiri atas 3 sistem jaringan yaitu: epidermis, jaringan dasar, dan jaringan pembuluh tersusun dalam dua lingkaran. Pada bagian *perifer* (tepi) terletak ikatan pembuluh yang kecil, sedang ikatan pembuluh yang besar terletak dibagian yang lebih dalam. Misalnya pada *Triticum*, *Avena*, *Hoerdeum*, *Scale* dan *Oryza*. Ikatan pembuluh yang besar mungkin tersebar dibagian tengah, dan yang kecil tersusun rapat dibagian perifer. Misalnya pada *Zea*, *Saccharum*, *Sorgum*, dan *Bamboosa*. Ikatan pembuluh bertipe kolateral terbuka, dan masing-masing dikelilingi oleh sarung sklerenkim. Pada tumbuhan rumput-rumputan yang

mempunyai ikatan pembuluh dalam 2 lingkaran, dibawah epidermis terdapat sklerenkim.

Sistem pembuluh dari ikatan yang tersebar, kebanyakan tumbuhan monokotil mempunyai sarung daun relatif sama, karena ruas-ruas batang tersebut masih melanjutkan pertumbuhan interkalar. Pada pisang (*Musa*), sarung daun bersama-sama menyusun struktur seperti batang. Batang pada monokotil sering termodifikasi menjadi rhizoma misalnya pada *Gladiolus*, pucuk termodifikasi menjadi bulbus (*Allium*).

Tumbuhan monokotil yang batangnya membesar (palmae) disebabkan karena adanya penebalan yang dihasilkan dari pembelahan dan pembesaran parenkim. Pertumbuhan basah dan tumbuhan berkayu (*Agave*, *Aloe*, *Cordyline*, *Dracaena*, *Sansevieria* dan *Yucca*).

Pada monokotil biasanya tidak terdapat pertumbuhan sekunder yang berasal dari kambium pembuluh, pertumbuhan sekunder yang dibentuk oleh kambium khusus, berkesinambungan dengan meristem penebalan primer, tetapi berfungsi setelah selesai pemanjangan batang. Kambium terbentuk dalam parenkim diluar jaringan pembuluh primer dan menghasilkan ikatan pembuluh sekunder dengan parenkim yang terbentuk kearah dalam dan kearah luar.

Bagan perbandingan batang tumbuhan dikotil dan tumbuhan monokotil:

No		Dikotil	Monokotil
1	Hipodermis	Kolenkim	Sklerenkim
2	Korteks	Beberapa lapisan sel parenkim	Parenkim bersinambungan bagian tengah batang
3	Endodermis	Lapisan sel kompak bergelombang	-
4	Perikambium	Parenkim dan sklerenkim	Tak terdiferensiasi
5	Jari-jari empulur	Deretan parenkim diantara berkas pengangkut	-
6	Empulur	Silinder sentral terdiri atas parenkim	Tidak nyata
7	Berkas pengangkut	a. Kolateral terbuka atau	Kolateral tertutup atau konsentrik

		bikolateral	amfivasal
		b. Tersusun dalam lingkaran	Tersebar
		c. Ukuran uniform	Lebih tengah lebih besar
		d. Ada parenkim floem	Tak ada parenkim floem
		e. Berbentuk baji	Jorong
		f. Tidak ada sarung berkas pengangkut	Sarung berkas pengangkut nyata

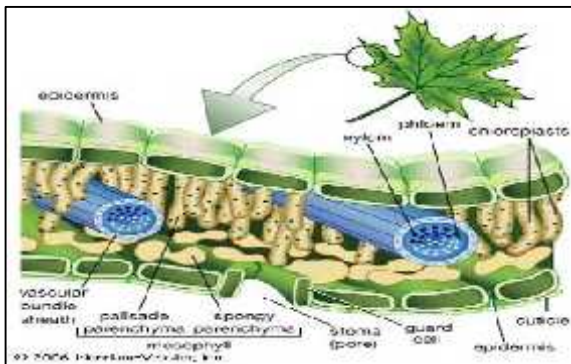
C. DAUN

Daun sebagai alat penangkap cahaya untuk fotosintesis dan mempunyai ukuran yang bervariasi. Keseluruhan daun pada tanaman disebut *phyllo*, namun *phyllo* dapat bervariasi baik dalam struktur eksternal dan internal maupun dalam fungsinya. Berdasarkan variasi tersebut maka *phyllo* dapat diklasifikasikan sebagai berikut: Daun hijau (organ utama yang melakukan fotosintesis), katafil (sisik pada tunas atau kuncup batang dibawah tanah dan berfungsi sebagai pelindung atau

tempat menyimpan cadangan makanan), profil (daun pertama) pada cabang lateral, hipsofil (daun pelindung pada bunga dan berfungsi sebagai pelindung, kadang-kadang hipsofil berwarna cerah dan fungsinya sama dengan daun mahkota), kotiledon (daun pertama pada tumbuhan).

1. Jaringan pada Daun

Daun terdiri atas sistem jaringan dermal (*epidermis*), jaringan pembuluh (*vaskuler*), dan jaringan dasar (*mesofil*). Pada umumnya pada daun tidak terjadi pertumbuhan sekunder, kadang-kadang hanya terdapat sedikit dalam tangkai daun dan dalam tulang daun yang besar, epidermis pada daun tetap sebagai jaringan dermal. Pada sisik tunas dapat terbentuk periderm.



Gambar 3.4 Anatomi Daun

a. Epidermis

Epidermis terdapat pada permukaan atas maupun permukaan bawah daun tersusun rapat dan kompak. Epidermis bisa tersusun atas selapis sel maupun beberapa lapis sel atau biasa disebut epidermis ganda. Jumlah apisan epidermis berkisar antara dua hingga 16 lapis, hal tersebut bergantung pada jenis tumbuhan.

Penebalan dinding sel epidermis terjadi tidak merata, lapisan luar umumnya memiliki dinding yang lebih tebal, terdiri dari lignin maupun kutikula. Penebalan epidermis membentuk lapisan kutikula dengan ketebalan yang bervariasi bergantung pada jenis tumbuhan dan tempat hidupnya. Pada tumbuhan xerofit, umumnya memiliki lapisan kutikula yang tebal. Pada beberapa jenis tumbuhan, dapat ditemukan lapisan lilin di atas lapisan kutikula. Ketebalan lapisan lilin dipengaruhi oleh gas-gas di sekitarnya.

Stomata dapat ditemukan pada kedua permukaan daun (daun amfistomatik), pada umumnya dipermukaan bawah saja (daun hipostomatik), atau dipermukaan atas saja (daun epistomatik). Pada daun dikotil yang lebar letak

stomata tersebar. Stomata sejajar dengan sumbu panjang dari daun.

Posisi stomata sering dianalisis sehubungan dengan adaptasi tumbuhan terhadap lingkungan. Stomata menonjol dikaitkan dengan habitat yang ketersediaan airnya melimpah (hidrofitik), stomata tenggelam dikaitkan dengan habitat yang ketersediaan airnya rendah (xerofitik).

b. Mesofil

Mesofil merupakan jaringan dasar daun yang berisi banyak kloroplas dan ruang-ruang antar sel, terletak antara epidermis atas dan epidermis bawah serta antara berkas pengangkut, dengan sel yang berdinding tipis. Ruang antar sel dibentuk secara *shizogen*, namun kadang-kadang secara *lisigen*. Mesofil ada yang homogen dan ada pula yang berdiferensiasi menjadi dua bentuk, yaitu *parenkimpalisade* atau *jaringantiang* dan *parenkim spons* atau *jaringan bungkarang*.

Parenkim palisade terdiri dari sel-sel yang panjang dan tegak lurus pada permukaan daun, tampak lebih kompak dari parenkim spons, namun ada pula parenkim palisade terdedah ke ruang antar sel. Parenkim palisade ada yang terdiri dari satu deret parenkim, ada pula yang terdiri dari

lebih dari satu deretan. Berkaitan dengan fungsi parenkim palisade menangkap cahaya maka kepadatan jaringan tiang tergantung pada intensitas cahaya, yaitu yang menerima cahaya langsung lebih padat dari pada dalam kondisi teduh.

Perbedaan antara jaringan palisade dan jaringan spons bervariasi, apabila mesofil palisade multiserat, biasanya ada transisi antara kedua mesofil, lapis terdalam parenkim palisade mempunyai bangun, ukuran dan antara sel-sel yang mendekati parenkim spons.

c. Sistem Pembuluh (Vaskuler)

Sistem pembuluh daun tersebar diseluruh permukaan daun, ikatan pembuluh dalam daun umumnya disebut tulang daun pola yang dibentuk disebut pertulangan daun (*venasi*). Tulang daun yang lebih tebal disebut *costa*, sedangkan tulang daun yang kecil disebut minor berfungsi sebagai penyebar arus transpirasi melalui dan sebagai titik awal penyebaran hasil fotosintesis dan translokasi ke luar daun. Terdapat sel khusus yang berfungsi sebagai penghantar senyawa-senyawa organik dari mesofil ke floem disebut *sel transfer*, dengan plasma yang lebih kental dan dindingnya mempunyai tonjolan ke dalam. Berkas pengangkut tersusun

atas jaringan parenkim dengan jaringan penguat berupa kolenkim dan sedikit kloroplas.

Di dalam berkas pengangkut xilem selalu berada di atas floem. Susunan xilem seperti batang, terutama di ibu tulang daun terdiri dari trakea, trakeid, serabut dan parenkim. Floem terdiri dari pembuluh tapis, sel pengiring dan parenkim floem, kecuali pada *Pteridophyta* dan *Gymnospermae* floem tanpa sel pengiring.

Sel-sel yang mengelilingi berkas pengangkutan menunjukkan morfologi yang berbeda dengan sel-sel mesofil lainnya. Sel-sel tersebut mungkin lebih besar, lebih tebal dindingnya, kloroplasnya lebih sedikit. Sel-sel ini membentuk seludang pembuluh (selubung berkas pengangkut) yang dapat melebar ke permukaan bawah dan atas daun sampai mencapai epidermis. Seludang pembuluh dapat terdiri dari jaringan parenkim atau sklerenkim, atau mungkin kombinasi dari kedua macam jaringan tersebut,

Berkenaan dengan hubungannya dalam proses fotosintesis diketahui bahwa selubung berkas pengangkut ini berperan pada rantai pengikatan CO₂ tahap awal. Tumbuhan yang mempunyai selubung berkas pengangkut dengan kloroplas merupakan tumbuhan asli tropika sehingga diduga

fungsi selubung ini selain pada fotosintesis juga adaptasi terhadap kekurangan air akibat intensitas cahaya yang besar.

2. Jenis-Jenis Daun

a. Daun gymnospermae

Gymnospermae memiliki struktur daun yang kurang bervariasi dan kurang responsif terhadap pengaruh lingkungan. Daunnya selalu berwarna hijau (*evergreen*), kecuali pada *Ginkgo* dan *Taxodium*. *Coniferae* merupakan spesies yang dapat mewakili gymnospermae, misalnya pinus. Daun tumbuhan pinus berbentuk jarum. Epidermis berdinding tebal, berkutula, stomata *kriptopor*, hypodermis bersklereid. Mesofil tidak berdiferensiasi menjadi jaringan palisade dan spons yang terdiri atas sel-sel parenkim yang dindingnya melipat-lipat, dalam mesofil terdapat saluran harsa (*resin*). Pada *Taxus* tidak dijumpai saluran harsa. Jaringan pembuluh biasanya terdiri atas satu atau dua ikatan yang berdampingan terletak dibagian tengah daun. Xilem terletak dibagian adaksial, floem pada sisi abaksial. Xilem terdiri atas protoxilem dan metaxilem.

b. Daun dikotil

Mesofil pada daun dikotil herba tidak berdiferensiasi. Palisade memiliki sedikit perkembangan, memiliki ruang antar

sel yang besar, epidermis tipis dan stomata sejajar dengan epidermis ataupun agak menonjol.

Pada tumbuhan semak dan berkayu, daun berdefresiasi menjadi jaringan tiang pada sisi adaksial, daun bertipe mesomorfik dorsiveral, misalnya pada *Vitis*, *Sylinga*, *Lyngustrum* dan *Pyrus*. Daun *Citrus* mempunyai kutula tebal dengan lapisan lilin. Pada *Ficus*, dibawah epidermis terdapat sel-sel yang tidak mengandung kloroplas, disebut hypodermis, dijumpai pula adanya sistolit pada epidermis dan sel getah (*latisfer*) pada mesofil.

Jaringan penguat pada dikotil berupa kolenkim terdapat disepanjang tulang daun atau sklerenkim terdapat dalam bentuk seludang pembuluh atau sebagai sklereid dalam mesofil dan jaringan pembuluh juga merupakan jaringan penyokong dari helai daun. Tangkai daun susunan jaringan sama dengan yang terdapat pada batang. Pada epidermis terdapat stomata dan jaringan dasarnya mengandung kloroplas, kolenkim dan sklerenkim terdapat sebagai jaringan penyokong, jaringan pembuluh menunjukkan berbagai macam variasi susunannya.

c. Daun monokotil

Struktur anatomi daun monokotil bergantung adaptasi terhadap jenis lingkungan. Hidromorfik terdapat banyak

aerenkim. Sebagai contoh daun dorsiventral dengan palisade pada tepi adaksial terdapat pada *Lilium*. Daun *Musa sapientum* dibagian dorsal tebal, mempunyai beberapa lapisan jaringan tiang, dan jaringan bunga karang yang lebar, dengan lacuna yang besar. Daun *Carex* mempunyai sifat kaku, sklerenkim yang sangat berkembang pada mesofil, serta ruang udara yang besar mengisi sel yang berdinding tipis.

Kebanyakan daun monokotil terbentuk sklerenkim, dimana pada beberapa spesies terdapat serat daun yang penting dalam perdagangan dan letaknya berasosiasi dengan jaringan pembuluh dan ada pula daun terpisah dari jaringan pembuluh.


Latihan 3

1. Tuliskan ciri-ciri akar!
2. Buatlah perbandingan jaringan penyusun akar dikotil dan monokotil!
3. Buatlah perbandingan jaringan penyusun batang dikotil dan monokotil!
4. Mengapa batang tumbuhan *Palmae* yang termasuk ke dalam tumbuhan monokotil dapat mengalami pembesaran batang!
5. Jelaskan jaringan-jaringan penyusun daun!

BAB 4

MORFOLOGI ORGAN TUMBUHAN

Bentuk umum tumbuhan menunjukkan adanya sumbu yakni batang di atas tanah yang dapat bercabang. Sistem batang tersebut bersinambungan dengan sistem akar yang bercabang-cabang di bawah permukaan tanah. Di ujung batang terdapat meristem apeks yang dikelilingi oleh bakal-bakal daun. Struktur seperti itu disebut pucuk.



Mengapa begitu banyak variasi bentuk daun tumbuhan?

A. BATANG

Batang pada umumnya terdiri dari sumbu tegak dengan daun-daun melekat padanya. Dalam bentuk itu tugas utamanya adalah (1) mendukung daun sehingga berada dalam keadaan yang sesuai untuk dapat berfotosintesis, dan (2) berlaku sebagai jalur translokasi air dan garam-garam mineral ke daun dan titik-

titik tumbuh, dan bahan organik dari tempat pembentukannya di daun ke semua bagian dari tubuh. Batang dapat terspesialisasi serta termodifikasi bentuknya untuk keperluan tugas khusus seperti menimbun cadangan makanan, untuk berfotosintesis dan sebagainya. Ciri-ciri umum batang adalah:

- a. Biasanya berbentuk silinder atau bersegi
- b. Mempunyai ruas yang dibatasi oleh buku – buku dan pada buku ini terdapat daun
- c. Tumbuh biasanya keatas menuju arah cahaya
- d. Selalu bertambah panjang pada ujungnya
- e. Mengadakan percabangan (kelas dikotil)
- f. Umumnya tidak berwarna hijau, kecuali saat muda dan tanaman yang berumur pendek/ semusim

Batang memiliki berbagai fungsi antara lain:

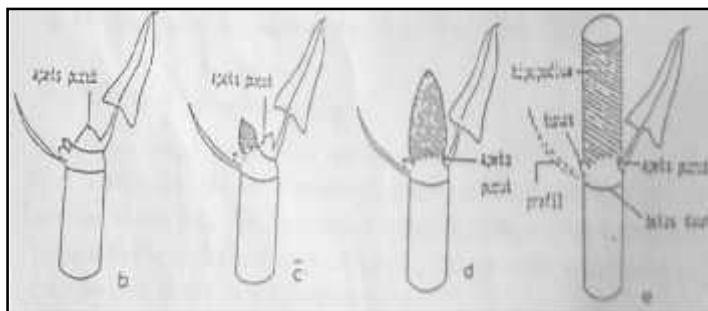
- a. Mendukung bagian tanaman yang ada dipermukaan tanah, misalnya daun, bunga, buah, biji dan daun .
- b. Untuk memperluas bidang asimilasi karena adanya percabangan
- c. Sebagai wadah transportasi air dan unsur hara serta hasil asimilasi
- d. Tempat penimbunan zat makanan
- e. Kadang-kadang bisa sebagai alat perkembang biakan

1. Perkembangan batang

Di ujung batang, meristem apikal bersama dengan daun-daun muda yang berada didekatnya membentuk pucuk batang. Di bagian inilah pertumbuhan berlangsung melalui pembelahan-pembelahan sel yang menambah jumlah sel. Maka daerah itu disebut **titik tumbuh**. Di saat-saat tertentu akan dibentuk bakal daun yang lambat laun tumbuh menjadi panjang, mendahului pemanjangan sumbu di antara buku-buku tempat daun melekat. Akibatnya adalah bahwa daun muda memanjang dan menyelubungi batang muda serta meristem apikal di ujungnya. Inilah yang disebut **kuncup**. Jadi kuncup merupakan batang muda yang belum berkembang. Ketika kuncup sudah mulai tumbuh dan memanjang, saat itu istilah **tunas** dapat digunakan. Dalam perkembangan selanjutnya ruas diantara daun-daun muda akan memanjang sehingga keseluruhan batang menjadi lebih panjang dan daun menjadi tampak terpisah satu dari yang lainnya. Pemanjangan batang tidak hanya disebabkan pemanjangan sel yang sudah ada pada ruas, namun juga melalui penambahan jumlah sel dengan adanya pembelahan sel di bagian dasar, tengah atau ujung distal dari ruas. Pada tumbuhan monokotil pembelahan terjadi terutama didasar ruas. Pembelahan itu disebut pembelahan interkalar pada meristem

interkalar karena sel-sel terdapat diantara dua daerah jaringan yang sudah lebih tua. Pada tumbuhan dikotil pembelahan bisa terpusat di wilayah dasar, tengah, dan ujung ruas atau tersebar hampir diseluruh ruas.

Kuncup aksilar bisa tumbuh menjadi cabang atau tetap dorman (istirahat) sampai saat yang cocok. Jika saat yang sesuai tidak kunjung datang, kuncup akan mati dan tidak berfungsi. Di belakang meristem apikal, prokambium (bakal jaringan pembuluh) dibentuk sehubungan dengan terbentuknya bakal daun. Dari prokambium itu berdiferensiasi xilem dan floem. Pada tumbuhan dikotil, beberapa cm dibelakang meristem apikal akan terbentuk kambium pembuluh dari sisa prokambium. Kambium pembuluh menghasilkan floem dan xilem sekunder dan jumlah xilem sekunder yang terbentuk jauh lebih banyak. Adanya xilem sekunder dalam jumlah yang cukup inilah yang terutama mendukung tegaknya batang. Jika karena sesuatu hal, jumlah xilem sekunder tidak cukup maka sumbu batang tidak mampu berdiri tegak melainkan melengkung. Peristiwa ini turut menentukan bentuk percabangan.



Gambar 4.1 Philodendron pedatum. Urutan perkembangan membentuk unit simpodial

2. Pertumbuhan simpodial, monopodial, dan dikotom

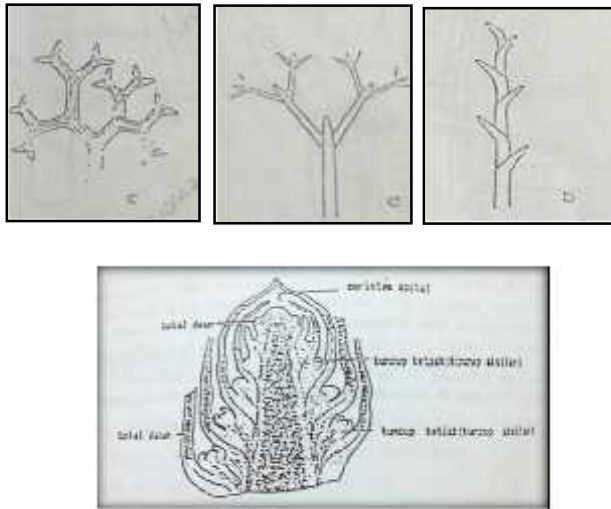
Batang dibedakan atas (1) tumbuhan tidak berbatang jelas; Tumbuhan yang tidak mempunyai batang sesungguhnya, karena sangat pendek, daun seakan-akan keluar dari bagian atas akar, spt lobak, sawi. (2) tumbuhan berbatang jelas; Tumbuhan yang mempunyai batang sesungguhnya dan jelas cabang, dan daun keluar dari batang dibagian atas permukaan tanah.

Kerangka tumbuhan dibangun oleh sejumlah sumbu. Suatu sumbu (baik cabang ataupun sumbu utama) bisa dibangun dengan tiga macam cara sebagai berikut.

1. Monopodial

Pada umumnya sumbu tumbuh, berkembang dan menjadi lebih tinggi akibat aktivitas meristem apikalnya

sehingga menghasilkan sumbu batang. Batang dihasilkan langsung oleh satu titik tumbuh dinamakan monopodium. Contohnya pada kelapa (*Cocos nucifera*), pinus (*Pinus mercurii*). Pada pinus isitilah monopodium dipakai karena sumbu utama tumbuhan yang dibenteng pohon itu, tetap tumbuh terus pada kuncup terminal serta cabang-cabang yang ada biasanya terletak lebih rendah.



Gambar 4.2 Beberapa macam sistem percabangan (a) monopodium, (b) simpodium, (c) dikotom, (d) dikotom semu, (e) sayatan memanjang pucuk batang tumbuh tinggi

2. Simpodium

Sumbu tumbuh menghasilkan ruas dan buku namun di suatu saat meristem apikal tidak berfungsi lagi oleh karena membentuk bunga atau berdiferensiasi menjadi parenkim atau sebab lain. Dari kuncup aksilar di ketiak daun dekat di bawah meristem apikal yang tak berfungsi itu akan tumbuh cabang yang arahnya sejajar sumbu sebelumnya dan tumbuh seperti sumbu yang digantikannya.

3. Dikotomi atau percabangan garpu

Pada beberapa tumbuhan, meristem apikal yang tumbuh selalu dalam satu arah, akan memiliki dua tempat tumbuh sehingga kini pertembuhan terjadi dalam dua arah. Hal itu akibat pembagian titik tumbuh menjadi dua bagian yang sama seperti pada *Sellaginella*, nipah (*Nypa fruticans*). Kadang-kadang tampak percabangan seperti dikotomi namun jika diamati dengan cermat terlihat ujung sumbu utama yang terhenti. Percabangan itu disebut dikotomi semu. Contohnya pada pakurane (*Gleichenia linearis*). Dikotomi semu juga bisa terjadi jika cabang dekat ujung sumbu tumbuh dengan kuat sehingga segera mencapai penampakan yang setara dengan sumbu utama yang sedikit terdesak dan keduanya bersama-sama tampak seperti garpu.

3. Konstruksi dari percabangan

Halle dan Oldeman (1968) menggunakan cara bercabang serta perbedaan morfologi yang terjadi diantara sumbu-sumbu vegetatif tumbuhan. Berdasarkan kedua ciri tersebut tumbuhan dikelompokkan sesuai taraf kerumitan percabangan. Klasifikasi singkatnya sebagai berikut.

1. Pohon tak bercabang

Contoh: kelapa (*Cocos nucifera*)

2. Pohon bercabang

a) Sumbu vegetatif semua ekuivalen dan ortotrop

Contoh: kamboja (*Plumeria acuminata*)

b) Sumbu vegetatif semua terdiferensiasi

Contoh: pohon coklat (*Theobroma cacao*)

c) Sumbu vegetatif dengan struktur campuran

Contoh: flamboyan (*Delonix regia*)

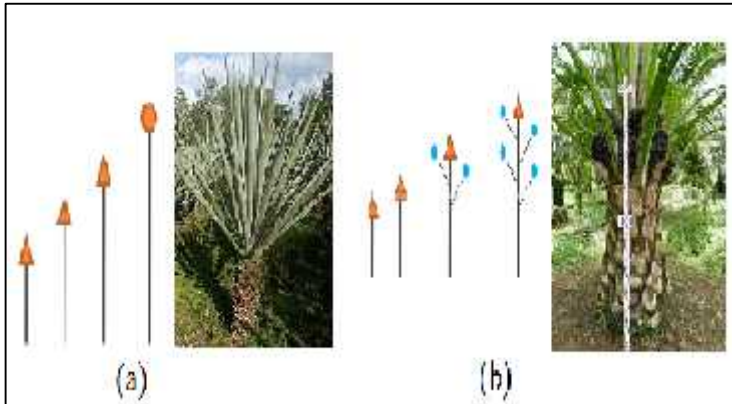
Pohon tak bercabang

Pohon tak bercabang merupakan pohon yang bagian vegetatifnya terdiri hanya dari satu sumbu yang dihasilkan oleh satu meristem. Berdasarkan fase seksual dibedakan dua model arsitekturnya:

a. Model Holtum

Batang tumbuh terbatas, ada perbungaan terminal.

Contohnya *Agave* sp. (Agavaceae)



Gambar 4.3 Pohon tak bercabang; a. Model Corner, b. Model Holtum. Pohon bercabang; c. Model Tomlinson

b. Model Corner

Batang monopodial dan tak terbatas, dengan perbungaan lateral. Contohnya kelapa sawit (*Elaeis guineensis*), pepaya (*Carica papaya*)

Pohon bercabang

Kelompok ini termasuk semua pohon yang bagian batang diatas tanah memperlihatkan lebih dari satu sumbu dan dibentuk oleh lebih dari satu meristem. Kelompok pohon bercabang dibagi menjadi tiga subkelompok sbb.

1. Sumbu vegetatif semuanya ekuivalen dan ortotrop

Pohon terdiri dari sejumlah sumbu vegetatif yang bersambungan menjadi sumbu batang semu atau simpodium.

a. Model Tomlinson

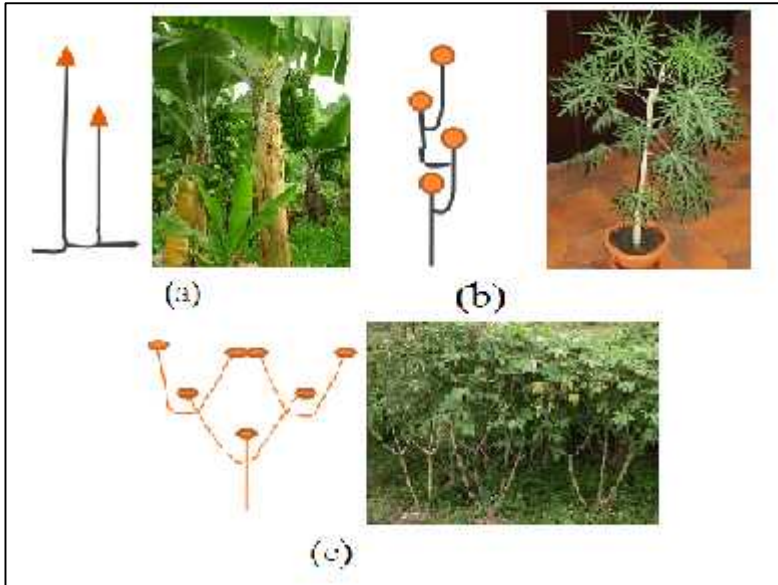
Sumbu batang ortotrop akan membentuk cabang ortotrop dari kuncup ketiak di bagian batang di bawah tanah. Sumbu baru itu ekuivalen dengan sumbu induk dan membentuk perakaran sendiri. Pembentukan sumbu baru atau kaulomer itu bisa terjadi berulang kali. Contohnya bambu yang tak bercabang (*Glaziophyton* sp.), pisang (*Musa paradisiaca*).

b. Model Chamberlain

Sumbu vegetatif di atas tanah tegak dan lurus, terdiri dari sejumlah kaulomer yang bersinambungan menjadi sumbu semu yang lurus. Contohnya *Clorodendron paniculatum*, *Jatropha multifida*.

c. Model Leeuwenberg

Batang berupa simpodium, namun setiap kaulomer menghasilkan lebih dari satu kaulomer anak diujungnya, yang menempati ruang yang ada. Struktur batangnya luas. Contohnya kamboja (*Plumeria acuminata*), singkong (*Manihot utilisima*).



Gambar 4.4 Pohon bercabang; (a).Model Tomlinson, (b) Model Chamberlain, (c) Model Leeuwenberg

2. Sumbu vegetatif yang terdiferensiasi

Diferensiasi disini berarti bahwa diantara sumbu-sumbu baru yang berbentuk terjadi perbedaan morfologi dan terdapat spesialisasi fungsional.

a. Model Koribo

Batang merupakan simpodium. Kuncup terminal akan terhenti tumbuh karena jaringan meristem apeks berdiferensiasi menjadi parenkim. Contohnya pulai (*Aistonia macrophylla*), *Cerbera manghas*, *Sapuim discolor*.

b. Model Aubreville

Batang merupakan monopodium yang tumbuh ritmis (berirama). Irama tumbuh itu menyebabkan cabang plagiotrop tersusun dalam lapisan-lapisan terpisah. Contohnya ketapang (*Terminalia catappa*)

c. Model Rauh

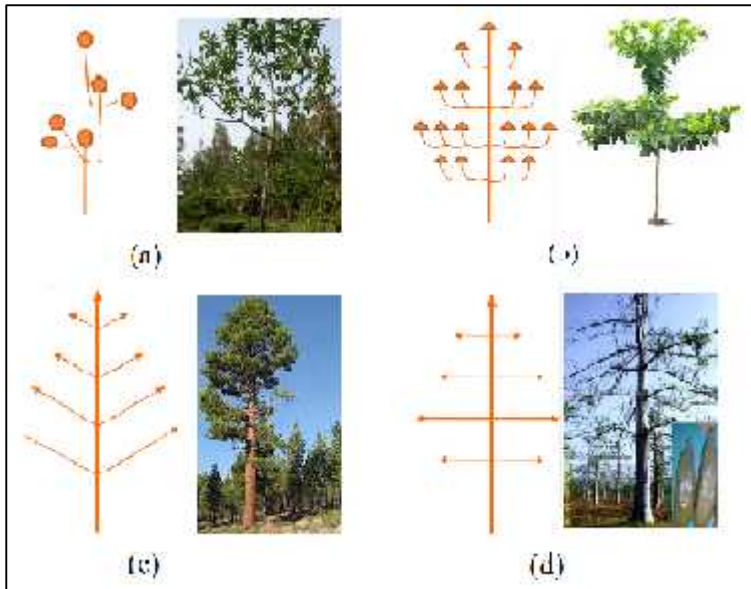
Batang merupakan monopodium ortotrop. Pertumbuhan ritmis mengakibatkan cabang tersusun dalam karangan. Contohnya getah perca (*Hevea brasiliensis*), pinus (*Pinus merkusii*)

d. Model Massart

Batang merupakan monopodium ortotrop. Pertumbuhan ritmis mengakibatkan cabang tersusun dalam karangan. Filotaksis pada batang spiral. Cabang bersifat plagiotrop dengan filotaksis distik atau cenderung distik. Contohnya pala (*Myristica fragrans*), kapok (*Ceiba pentandra*).

e. Model Roux

Batang merupakan monopodium ortotrop. Cabang tersusun kontinu atau tersebar dan filotaksis batang adalah spiral. Cabang plagiotrop. Filotaksis distik atau cenderung distik. Cabang itu dapat simpodial maupun lebih sering monopodial. Contohnya kopi (*Coffea arabica*)



Gambar 4.5 Pohon bercabang; (a). Model Koriba, (b). Model Aubreville,
(c) Model Rauh, (d) Model Massart

3. Sumbu vegetatif dengan struktur campuran

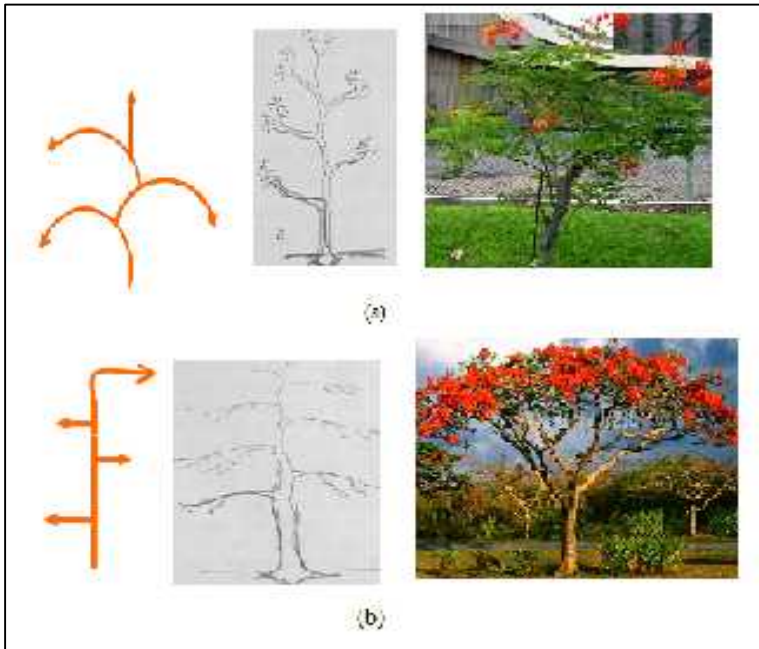
Tumbuhan dengan sumbu yang melengkung. Bagian bawah yang vertikal berperan sebagai bagian batang tegak dan yang horisontal berperan sebagai cabang.

a. Model Champagnat

Batang berupa simpodium. Bagian distal setiap kaulomer melengkung karena terlalu berat dan tidak didukung oleh jaringan penyokong yang cukup. Contohnya *Sambucus nigra*, kembang merak (*Caesalpinia pulcherrima*)

b. Model Troll

Batang berupa simpodium. Semua sumbu berarah plagiotrop sejka dini. Sebab itu semua sumbu menunjukkan sifat yang terdapat pada sumbu plagiotrop yakni pertumbuhan horizontal, sifat dorsiventral, filotaksis distik atau cenderung distik. Contohnya flamboyan (*Delonix regia*), sirsak (*Annona muricata*), kupu-kupu (*Bauhinia purpurea*)



Gambar 4.6 Pohon bercabang; a. Model Tro, b. Model Massart, c. Model Roux. d Model Champagnat, e. Model Troll

4. Bentuk dan Sifat Batang

Berikut ini ditunjukkan beberapa sifat batang yang mempengaruhi morfologinya.

1. Kehadiran batang

- a. Tumbuhan tak berbatang (*planta acaulis*). Tumbuhan seolah-olah tak berbatang namun sebenarnya ruas (bagian batang di antara dua helai daun yang berurutan) amat pendek. Contohnya *Beta vulgaris*.
- b. Tumbuhan berbatang jelas. Selain batang di atas tanah yang bercabang-cabang, terdapat batang di bawah tanah baik sebagai rimpang (rizoma), umbi batang, umbi lapis, dsb. Contohnya valerian (*Valeriana officinalis*).

2. Sifat batang

- a. Batang basah (herba) dan tumbuhan basah (c. Herbaceus).
- b. Batang tumbuhan berkayu.

3. Bentuk umum dari batang

- a. Batang memiliki simetri radial, keadaan ini terdapat pada sebagian besar batang.
- b. Bentuk dorsiventral, contohnya *Bombax*, bentuk batang serupa perut (*truncus ventricosus*)
- c. Bentuk bundar (*globosus*) seperti pada *Mamillaria*

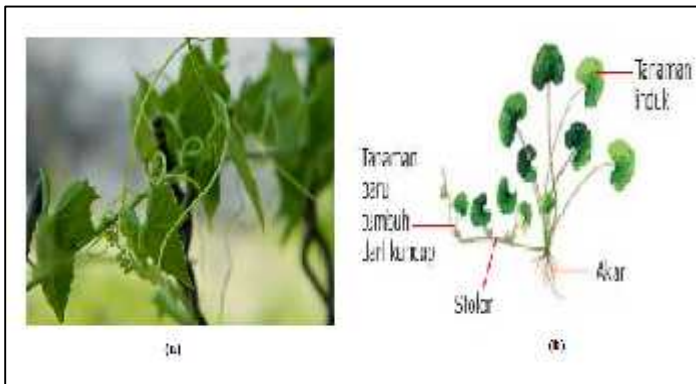
- d. Bentuk cakram (*discoideus*) seperti pada *Opuntia*
 - e. Bentuk kerucut terbalik (*truncus obconicus*), seperti kelapa (*Cocos nucifera*)
4. Penampang melintang batang
- a. Bulat (*teres, cylindricus*), pada kemlandingan (*Leuceaena glauca*), bambu, kelapa.
 - b. Persegi (*angularis*) seperti pada teki (*Kyllinga monocephala*). Bersegi tiga (*triangularis*) seperti teki, Segi empat (*quadrangularis*) seperti markisa.
 - c. Tertekan (*compressus*), memiliki dua sisi yang biasanya tajam.
 - d. Setengah bundar (*semiteres*), dengan sisi yang datar dan sisi yang setengah bulat.
5. Permukaan batang
- a. Licin (*laevis*) seperti jagung (*Zea mays*)
 - b. Berusuk (*costatus*) misalnya *Cereus* sp.
 - c. Beralur (*sulcatus*) pada *Pastinaca*
 - d. Bersayap (*alatus*) dengan struktur seperti pita yang tipis serupa daun.
6. Bentuk keseluruhan batang
- a. Batang biasa seperti pada tumbuhan basah.
 - b. Batang berkayu (*truncus*)

- Pohon (*arbor*) tak bercabang atau cabang agak jauh di atas tanah.
 - Semak atau perdu (*trutex*), percabangan dekat di atas tanah.
- c. Batang padi (*culmus*)
 - d. Batang mendong (*calamus*) seperti pada batang mendong (*Fimbristylis globulosus*). Terdapat satu ruas yang panjang, dan yang lain amat pendek.
7. Arah batang di atas tanah.
- a. Tegak (*erectus*) misalnya pohon kelapa (*Cocos nucifera*)
 - b. Menggantung (*dependens, pendulus*). Arah batang lurus ke bawah. Jika batang tumbuh tegak lurus ke bawah di namakan *descendens*. Contoh *Zebrina pendula*.
 - c. Berbaring (*humifusus, procumbens, prostratus*), memnajang horizontal diatas tanah misalnya *Cucumis sativus*.
 - d. Menjalar (*repens*). Batang berbaring namun pada buku-buku, tumbuh akar misalnya pada ubi jalar (*Ipomoea batatas*)
 - e. Serong ke atas atau condong (*ascendens* atau *adscendens*). Di dasar berbaring, di ujung tegak seperti

kacang tanah (*Arachis hypogaea*), jukut calincing (*Oxalis corniculata*)

- f. Mengangguk (*nutans*) tegak namun diujung menggantung.
 - g. Memanjat (*scandens*) mengikuti sandara yang disediakan. Cara memanjat dapat menggunakan akar lekat atau sulur.
 - h. Melingkar (*volubilis*). Melingkari sandaran menurut arah spiral.
 - i. Terendam (*submersus* atau *demersus*). Seluruh tanaman berada didalam air.
 - j. Terapung (*fluitans* atau *natans*). Sebagian atau seluruh tanaman terapung dipermukaan.
8. Cabang (ramus)
- a. Tegak (*fastigiatus*) contohnya coklat (*Theobroma cacao*)
 - b. Condong ke atas (*patent*), cemara laut (*Casuarina equisetifolia*)
 - c. Mendatar, pada ketapang (*Terminalia catappa*)
 - d. Mengangguk (*cernuus*) pada bunga matahari (*Helianthus annuus*)
 - e. Terkulai (*pendulus*) yang diperlihatkan oleh sejumlah cabang batang *Salix*.

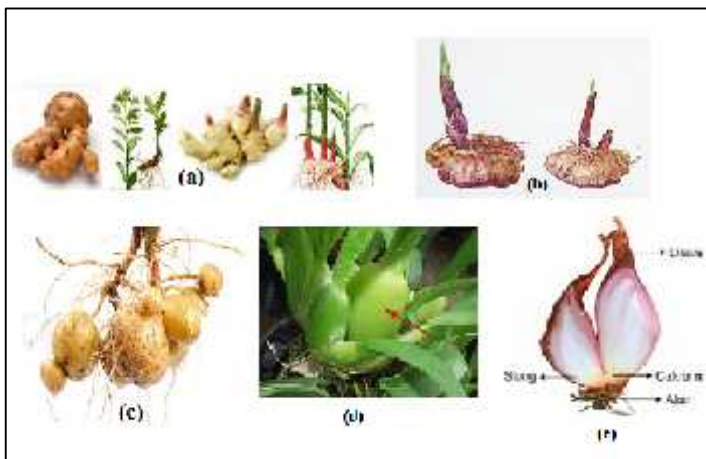
9. Bentuk khusus dari cabang
 - a. Geragih (*flagellum*), pada rumput (*Agrostis stolonifera*)
 - b. Cabang yang serupa daun (*phyllocladium*), Asparagus (*Asparagus plumosus*)
 - c. Wiwilan atau tunas air (*virga singularis*), misalnya pada coklat
 - d. Ranting panjang (*virga*) dan ranting pendek (*virgula*). Pinus; ranting pendek.
 - e. Sulur (*cirrhus*).
 - f. Duri (spina). Misalnya pada bugenvil (*Bougainvillea spectabilis*)
 - g. Batang semu (*truncus spurius*). Seperti pada pisang.



Gambar 4.7 Bentuk Khusus Cabang; (a) sulur, (b) geragih (stolon)

Beberapa batang terspesialisasi sehubungan dengan reproduksi vegetatifnya, sebagai berikut.

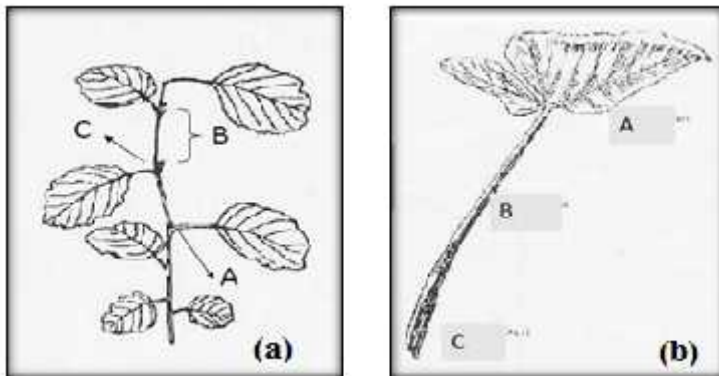
- a. Rimpang (rhizoma)
- b. Kormus (cormus). Terdiri dari batang gemuk dan pendek yang berorientasi vertikal dalam tanah dan diselubungi sisik (daun) kering. Contohnya *Gladiolus gandavensis*.
- c. Umbi; umbi lapis (*bulbus tunicatus*) pada bawang merah, umbi sisik (*bulbus squamosus*) pada bunga lili (*Lilium longiflorum*), umbi batang (*tuber*) pada kentang (*Solanum tuberosum*), umbi semu (*pseudobulbus*) biasanya ditemukan pada anggrek epifit bersumbu.



Gambar 4.8 Batang terspesialisasi; (a) rhizoma, (b) kormus, (c) tuber, (d) pseudobulbus, (e) umbi lapis

B. DAUN (FOLIUM)

Daun merupakan alat (organ) tumbuhan yang melekat pada batang. Daun yang lengkap terdiri dari tiga bagian yaitu pelepah atau upih (*vagina*), tangkai (*petiolus*) dan helai daun (*lamina*). Namun tidak semua daun memiliki ketiga bagian itu, jika satu atau dua bagian tidak ditemukan maka daun disebut daun tak lengkap. Daun dengan helai daun yang hijau, pipih dan lebar amat jelas mendukung fungsi utama daun yakni fotosintesis. Fungsi dari daun yaitu, (a) Menyimpan cadangan makanan, (b) Mengambil zat-zat makanan (resorpsi), (c) Pengolahan zat-zat makanan (fotosintesis), (d) Penguapan (transpirasi), (e) Pernapasan (respirasi).



Gambar 4.9 a. Bagian tumbuh tumbuhan; (A) buku/nodus, (B) ruas/internodus, (C) ketiak daun/axilla. b. Bagian-bagian daun; (A) helaian daun/lamina, (B) tangkai daun/petiolus, (C) pelepah daun/vagina.

1. Perkembangan Daun

Daun dibentuk sebagai bakal daun (*primordium*) di satu sisi dari meristem apeks pada pucuk batang. Meristem apeks itu sendiri akan tumbuh membesar dengan adanya pembelahan dan pembesaran sel. Hal itu membuat meristem apeks menjadi lebih tinggi. Setelah mencapai ketinggian tertentu, maka di sisi lain akan dibentuk bakal daun berikutnya. Hal seperti itu terulang terus. Dengan demikian sementara meristem apeks tumbuh dan berkembang, setiap bakal daun yang telah dibentuk akan tertinggal di sisi sumbu batang. Bakal daun akan tumbuh karena aktivitas meristematis dalam daun itu sendiri. Pada tumbuhan dikotil, pangkal bakal daun biasanya terbatas pada sebagian kecil di sekeliling meristem apeks batang. Pada tumbuhan monokotil pangkal daun biasanya menempati sebagian besar keliling batang. Sebab itu bakal daun pada dikotil mirip pasak dan pada monokotil mirip kerah yang mengelilingi bahkan bisa menutupi meristem apeks. Ukuran daun bertambah melalui pembelahan dan pembesaran sel dan lambat laun mencapai ukuran dan bentuk akhirnya. Penambahan ukuran disebabkan penambahan dalam pembelahan sel dan perluasan sel. Pembelahan sel di daun terkonsentrasi pada tempat-tempat tertentu. Mula-mula meristem apeks daun yang aktif dan daun

bertambah tinggi. Sesudah itu aktivitas meristem apeks daun mereda.

Selanjutnya terjadi pemanjangan daun, disebabkan terutama oleh kegiatan meristem interkalar di dekat pangkal helai daun. Pada Gramineae aktivitas meristem ini berlangsung cukup lama. Bentuk daun yang pipih dan lebar disebabkan aktivitas meristem tepi yang juga disebut meristem marginal disertai aktivitas meristem papan pada sisi daunnya. Apabila meristem marginal hanya aktif di tempat-tempat tertentu di sepanjang sumbu daun, maka setiap tempat yang aktif itu akan menghasilkan tonjolan seperti halnya bakal daun, dan akan berkembang menjadi anak daun dengan cara yang sama seperti untuk daun tunggal. Keseluruhan daun itu disebut daun majemuk. Ibu tulang daun menjadi lebih tebal dari helai daun akibat pembelahan dalam meristem adaksial. Jika meristem adaksial tetap aktif sementara meristem marginal tidak aktif maka daun memipih dalam bidang vertikal (juga disebut memipih lateral) dan daun memperoleh bentuk pedang. Di antara dikotil dan monokotil terdapat perbedaan yang mendasar dalam aktivitas meristematik ke arah bagian atas atau ke bagian bawah daun. Pada daun yang khas dikotil, bagian bawah daun akan berkembang menjadi pangkal daun dengan daun

penumpunya, jika ada. Bagian atas dari bakal daun berkembang menjadi helai daun.

2. Bentuk Daun

Daun atau bagian dari daun dapat ditemukan dalam berbagai bentuk. Banyaknya macam modifikasi menimbulkan keperluan untuk penamaan yang tepat sehingga dapat dideskripsikan bentuk daun atau organ lain dan akhirnya keseluruhan tanaman.

a. Macam daun yang dapat dibedakan:

- 1) Daun hijau (*folium*), utamanya digunakan untuk fotosintesis.
- 2) Katafil (*cataphyllum*), sisik pada kuncup atau tunas ketiak dan pada batang di bawah tanah. Fungsinya untuk pelindung dan penyimpan cadangan makanan.
- 3) Profil (*prophyll*), daun pertama pada ranting. Pada tumbuhan monokotil berjumlah sehelai dan pada dikotil dua helai.
- 4) Hipsofil (*hypsohyllum*), biasanya lebih kecil dari daun hijau dan bentuk dapat berbeda sama sekali dan melekat di dasar perbungaan. Daun pelindung yang juga disebut brakte (*bractea*) termasuk kelompok ini.
- 5) Kotiledon (*cotyledon*), atau keping biji merupakan daun pertama pada tumbuhan.

b. Bagian-bagian daun (perhatikan gambar 3.1 B):

- 1) Pelepah daun atau upih daun (*vagina*) yang mengelilingi batang, dan merupakan bagian paling bawah dari daun.
 - 2) Tangkai daun (*petiolus*) biasanya berbentuk silinder ramping.
 - 3) Helai daun (*lamina*), bentuknya pipih dan lebar.
- c. Kelengkapan daun:
- 1) Daun lengkap; bila terdapat pelepah, tangkai dan helai daun. Contohnya daun kepala (*Cocos nucifera*).
 - 2) Daun tak lengkap; satu atau dua bagian daun tidak terdapat. Contohnya daun jambu (*Psidium guajava*) tidak memiliki pelepah daun.
- d. Tambahan pada daun:
- 1) Daun penumpu (*stipula*), yakni dua helai daun kecil yang muncul di kedua sisi pada dasar daun dan tampak melekat di batang. Seperti pada *Ficus religiosa*, *Hibiscus rosa-sinensis*.
 - 2) Selaput bumbung (*ochrea* atau *ocrea*), suatu bentuk stipula khusus muncul di ketiak daun serta mengelilingi batang mirip bumbung misalnya *Polygonum* sp.
 - 3) Lidah daun (*ligula*), selaput tipis yang biasa ditemukan diperbatasan helai daun dan pelepah daun seperti pada Gramineae.
- e. Menurut jumlah helai daun yang ditemukan pada daun dibedakan:

1) Daun tunggal (*folium simplex*), misalnya daun mangga (*Mangifera indica*).

2) Daun majemuk (*folium compositum*), yang memiliki lebih dari satu helai daun misalnya daun kembang merak (*Caesalpinia pulcherrima*).

3. Daun Tunggal (*Folium simplex*)

a. Pelepah daun (*Vagina*)

Pelepah dapat berfungsi sebagai pelindung tunas di ketiak daun. Misalnya pisang (*Musa paradisiaca*) seluruh pelepah daun bersama-sama membentuk batang-semu.

b. Tangkai daun (*petiolus*):

1) Daun tidak bertangkai :

a) Daun duduk (*sessilis*), pada gewor (*Commelina nudiflora*)

b) Daun memeluk batang (*f. Amplexicaulis*). Pada tempuyung (*Sonchus arvensis*)

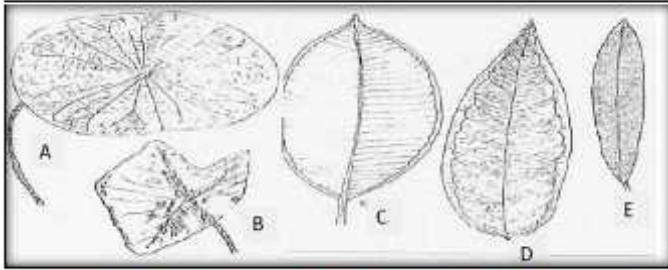
c) Daun saling memeluk (*f. Equitativum* atau *equitans*), pada suliga (*Belamcanda chinensis*)

2) Daun bertangkai (*petiolatus*):

a) Biasa, bundar (*teres*), misalnya pepaya (*Carica papaya*)

b) Bersayap (*p. alatus*), daun jeruk (*Citrus sp.*)

- c) Lebar (*phyllodium*). Bentuknya seperti tangkai daun bersayap namun seringkali tanpa adanya helai daun. Contohnya *Acacia auriculiformis*.
 - d) Beralur, jika tangkai daun memiliki satu alur di sebelah atas (adaksial), misalnya daun pisang (*Musa paradisiaca*).
- c. Helai daun (*lamina*). Pada helai daun dibedakan:
- 1) Bangun umum (*circumscriptio*)
 - 2) Ujung (*apex*)
 - 3) Pangkal (*basis*)
 - 4) Tulang daun (*nervus*)
 - 5) Tepi daun (*margo*)
 - 6) Daging daun (*intervenium*)
- d. Bangun umum dari helai daun (*circumscriptio*):
- 1) Bagian terlebar ada di tengah helai daun
 - 2) Bagian terlebar ada di bawah tengah helai daun
 - 3) Bagian terlebar ada di atas tengah helai daun
 - 4) Seluruh helai daun memiliki lebar sama



Gambar 4.10 Bagian daun terlebar ada di tengah helai daun; (a) bulat pada teratai besar, (b) perisai pada jarak, (c) jorong pada nangka, (d) memanjang pada sirsak, (e) lanset pada kamboja.

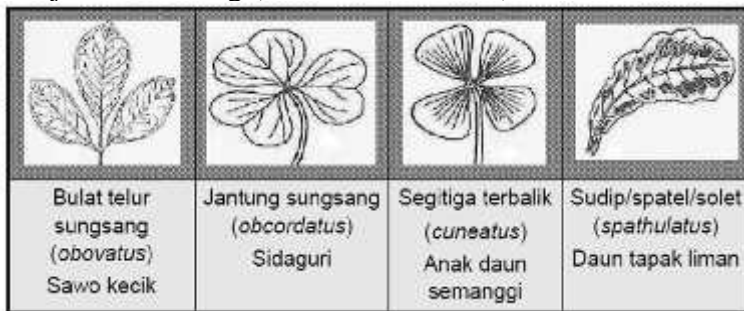
e. Bagian daun terlebar ada di tengah helai daun

- 1) Bangun bundar (*orbicularis*), dengan panjang (p) kira-kira sama dengan lebar (lb). Contohnya pada daun *Pilea* sp.
- 2) Bangun perisai, tangkai daun melekat agak ke tengah daun. Contohnya *Tropaeolum majus*.
- 3) Bangun jorong (*ovalis*) atau elips (*ellipticus*). Contohnya daun awar-awar (*Ficus elastica*)
- 4) Bangun lanset (*lanceolatus*). Contohnya daun mangga (*Mangifera indica*).

f. Bagian terlebar dari helai daun berada di atas tengah daun

- 1) Bangun bulat telur terbalik (*obovatus*), pada anak daun *Arrabidaea magnifica*.

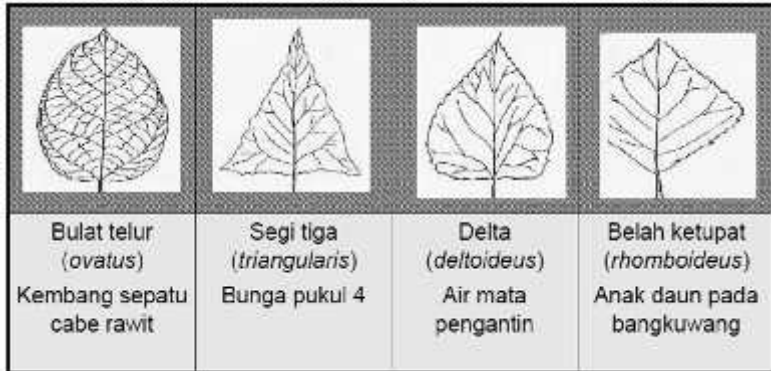
- 2) Bangun sudip (*spathulatus*), contohnya tempuyung (*Sonchus arvensis*).
- 3) Bangun segitiga terbalik (*cuneatus*), contohnya anak daun *Caryota*.
- 4) Bangun jantung terbalik (*obcordatus*), contohnya pada jukut calincing (*Oxalis corniculata*).



Gambar 4.11 Bagian terlebar dari helai daun berada di atas tengah daun

- g. Bagian terlebar helai daun berada di bawah tengah daun
 - 1) Tanpa lengkungan di kaki daun
 - a) Bangun bulat telur (*ovatus*) seperti genjer (*Limnocharis flava*)
 - b) Bangun segitiga (*triangularis*) berbentuk segitiga sama kaki misalnya *Atriplex hortensis*.
 - c) Bangun delta bentuk segitiga sama sisi, misalnya *Homalanthus* sp.

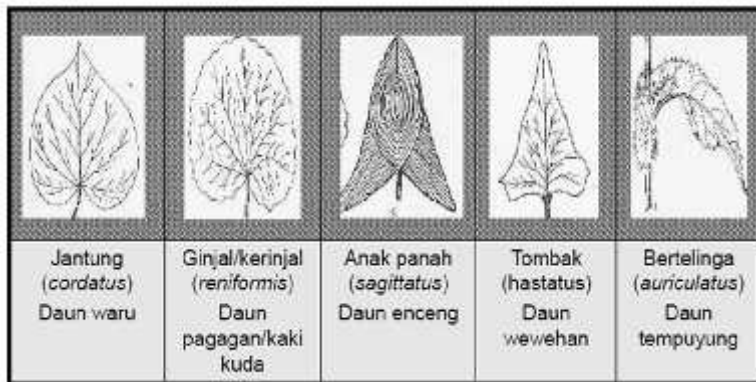
- d) Bangun belah ketupat (*rhomboideus*). Contohnya anak daun ujung pada bangkuang (*Pachyrrhizus erosus*).



Gambar4.12 Bagian terlebar helai daun berada di bawah tengah daun

- 2) Dipangkal helai daun terdapat lengkungan
 - a) Bangun jantung (*cordatus*) jika ujung runcing pangkal tumpul contohnya daun *Aristolochia elegans*
 - b) Bangun ginjal (*reniformis*), jika ujung distal maupun sisi-sisinya semua tumpul. Contoh daun kaki kuda (*Centella asiatica*)
 - c) Bangun anak panah (*sagittatus*) baik ujung distal maupun kedua ujung kaki runcing. Contohnya *Sagittaria*.

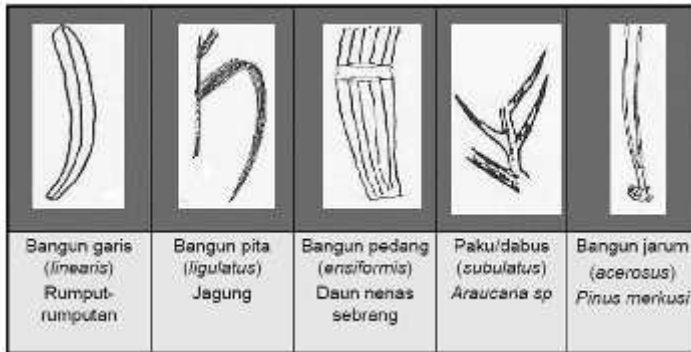
- d) Bangun tombak (*hastatus*), seperti bangun panah namun sis-sisi mengarah ke luar dan datar. Contohnya eceng besar (*Monochoria hastata*)
- e) Bangun bertelinga (*auriculatus*), namun dengan bagian atas besar dan sisi bawah bertaju kecil dan disebut telinga. Contoh: daun tempuyung (*Sonchus asper*).



Gambar 4.13 Dipangkal helai daun terdapat lengkungan

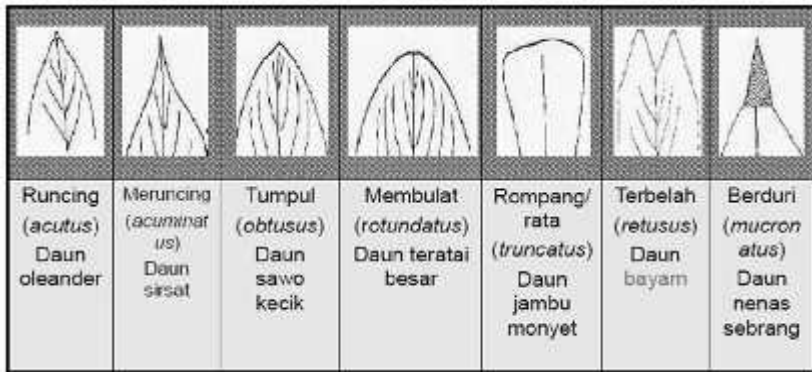
- h. Lebar hampir sama di seluruh daun
- 1) Bangun garis (*linearis*), jika pada penampang melintang daun tampak pipih. Contoh pada Gramineae.
 - 2) Bangun pita (*ligulatus*) bentuk garis namun amat panjang. Contohnya *Typha*
 - 3) Bangun pedang (*ensiformis*) dengan ibu tulang daun amat tebal, sehingga penampang melintangnya berbentuk belah ketupat. Contohnya *Iris* sp.

- 4) Bangun paku (*subulatus*), seperti pada *Araucaria*.
- 5) Bangun jarum (*acerosus*), seperti jarum pada pinus.



Gambar 4.14 Lebar hampir sama di seluruh daun

- i. Ujung (*distal*) helai daun (*apex*).
 - 1) Runcing (*acutus*)
 - 2) Tumpul (*abtusus*)
 - 3) Meruncing (*acuminatus*)
 - 4) Berlekuk (*emarginatus*). Contohnya *Liriodendron*
 - 5) Berbelah (retusus) seperti pada bayam (*Amaranthus*)
 - 6) Seperti duri (*mucronatus*) dengan ujung runcing membulat yang jelas. Contohnya *Agave*.



Gambar 4.15 Ujung (*distal*) helai daun (*apex*).

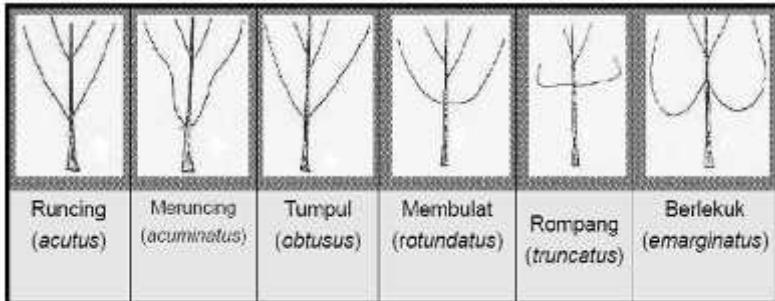
j. Pangkal helai daun (*basis*) dilihat keadaan tepinya.

1) Yang kedua tepinya tidak tumbuh menyatu

- a) Runcing (*acutus*) misalnya pada daun bangun lanset, memanjang.
- b) Rompang (*truncatus*) terdapat pada helai daun bangun segitiga dan delta.
- c) Berlekuk (*emarginatus*) pada daun bangun anak panah, ginjal.
- d) Terbelah (*retusus*). Jika ujung sedikit membelah seperti pada daun sidagori (*Sida retusa*).

2) Tumbuh menyatu (*connatus*), jika kaki dari dua helai daun atau lebih yang ada di ketinggian sama pada batang, tumbuh berlekatan. Contoh: *Dipsacus*.

- 3) Ditembus batang (*perfoliatus*). Jika telinga daun duduk tumbuh menyatu sekeliling batang. Contoh *Polygonum perfoliatus*.



Gambar 4.16 Pangkal helai daun yang kedua tepinya tidak tumbuh menyatu

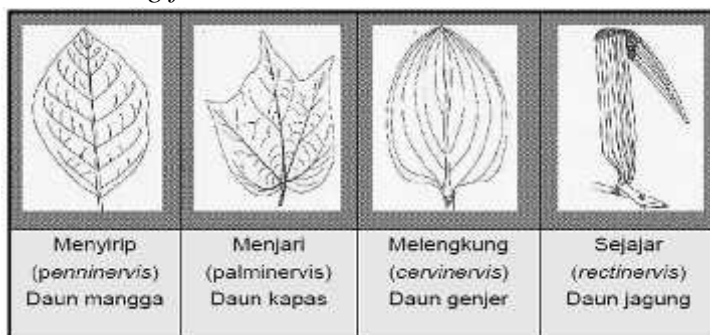
- k. Tulang daun (*nervus*). Yang dibedakan adalah
- 1) Ibu tulang daun (tulang daun utama) atau tulang tengah (*costa*). Tulang daun ini biasanya ada di tengah daun dan membagi daun menjadi dua bagian yang sama seperti pada daun *Ficus*. Jika tidak sama maka helai daun dinamakan tak-sama (*inequalis*) misalnya daun *Begonia*.
 - 2) Tulang daun lateral (*nervus lateralis*) adalah cabang tulang ddaun yang keluar dari ibu tulang daun. Percabangan seperti itu bisa disebut abang tingkat satu. Jika cabang itu sendiri bercabang maka diperoleh cabang tingkat dua dan seterusnya.
 - 3) Urat daun (*vena*) adalah tulang amat kecil.

1. Sistem tulang daun (*nervatio, venatio*) menunjukkan cara tulang daun tersusun dalam helai daun. Menurut susunan tulang daunnya dikenal:

1) Jika tulang daun terpecah ke arah tepi daun (*nervis divergentibus*)

a) Bertulang menjari (*palminervis*). Misalnya *Carica papaya*

b) Bertulang menyirip (*penninervis*). Misalnya *Mangifera indica*



Gambar 4.17 Pembagian daun berdasarkan susunan tulang daun

2) Di bagian atas dan bawah helai daun, tulang-tulang menyatu

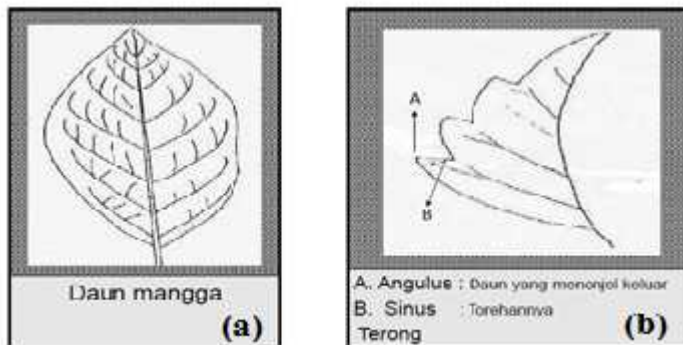
a) Bertulang lurus (*rectinervis*). Semua tulang daun lurus dan sejajar misalnya *Plantago lanceolata*

b) Bertulang lengkung (*curvinervis*). Hanya tulang daun utama yang lurus, lainnya melengkung. Terdapat

hampir semua Melastomataceae termasuk *Clidemia hirta*.

m. Tepi helai daun (margo)

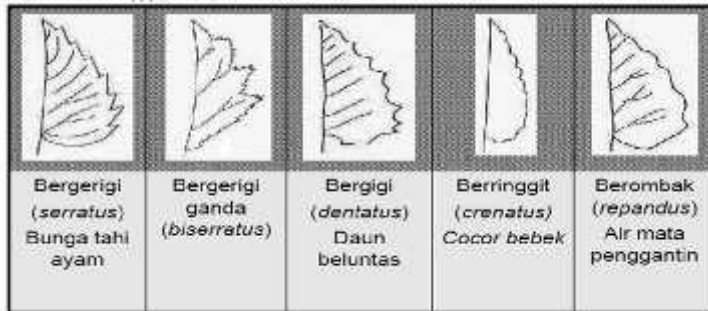
- 1) Rata, utuh (integer) pada kebanyakan monokotil
- 2) Bertoreh (divisus) dengan cara sebagai berikut.
 - a) Merdeka, maksudnya bangun umum dari daun tidak dipengaruhi oleh torehan itu. Seringkali torehan tidak berikatan dengan tulang daun tengah atau cabangnya.
 - b) Tidak merdeka (folium dissectum). Tipe ini mengubah bangun umum dari helai daun. Torehan terjadi di antara tulang-tulang cabang atau antara tulang cabang dengan tulang daun utama.



Gambar 4.18 Tepi daun (margo); A. Rata, B. bertoreh

n. Torehan yang tak mengubah bangun daun. Torehan mengakibatkan adanya lekukan yang disebut sinus serta tonjolan yang dinamakan angulus. Adanya kedua bagian itu berperan dalam penamaan tepi daun.

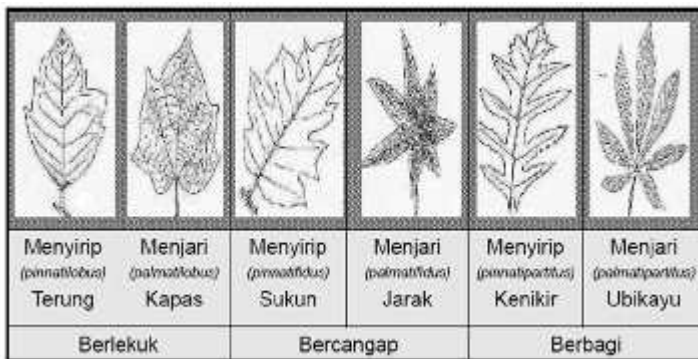
- 1) Bergerigi (*serratus*) lekukan bergantian dengan tonjolan yang agak runcing. Contohnya kumis kucing (*Orthosiphon spicatus*)
- 2) Bergerigi ganda (*biserratus*), jika bagian angulus pada tepi daun bergerigi, menunjukkan gerigi lagi.
- 3) Berombak (*repandus*). Sinus maupun angulus tumpul. Contoh *Petrea volubilis*
- 4) Bergigi (*dentatus*), sinus tumpul dan angulus runcing. Contoh jletang (*Spilanthes acmella*), beluntas (*Pluchea indica*).
- 5) Beringgit (*crenatus*), jika sinus lancip dan angulus tumpul misalnya daun cocok bebek (*Kalanchoe pinnata*).



Gambar 4.19 Torehan yang tak mengubah bangun daun

- o. Torehan yang mengubah bangun daun (*folium dissectum*)
- 1) Berlekuk (*lobatus*) jika torehan tidak mencapai tengah cabang tulang daun.
 - 2) Berbagai (*partitus*) jika dalamnya torehan mencapai lebih dari setengah panjang cabang tulang daun.
- p. Berdasarkan macam torehan serta kaitannya dengan tulang daun maka dikenal:
- 1) Berlekuk menjari (*palmatilobus*), misalnya daun labu siem (*Sechium edule*)
 - 2) Bercangap menjari (*palmatividus*). Contoh jarak pagar (*Jatropha curcas*)
 - 3) Berbagi menjari (*palmatipartitus*). Contohnya daun ketela pohon (*Manihot esculentus*)

- 4) Berbagi menjadi dengan kaki (*pedatus*). Contohnya *Philodendron pedatum*
- 5) Berlekuk menyirip (*pinnatilobus*). Contoh daun terong (*Solanum melongena*)
- 6) Bercangap menyirip (*pinnatifidus*). Contohnya keluwih (*Artocarpus communis*)
- 7) Berbagi menyirip (*pinnatipartitus*). Contohnya randa midang (*Cosmos caudatus*)



Gambar 4.20 Pembagian daun untuk tepi daun berlekuk, bercangap, berbagi

q. Daging daun (*intervenium*)

- 1) Tipis seperti selaput (*membranaceus*). Misalnya paku selaput (*Hymenophyllum australe*)
- 2) Tipis lunak (*herbaceus*). Contoh daun slada bokor (*Lactuca sativa*)

- 3) Seperti kertas (*papyraceus*). Tipis dan kuat contohnya daun pisang
- 4) Seperti perkamen (*pergamentaceus*) yakni tipis dan keras misalnya pada kelapa
- 5) Seperti kulit (*coriaceus*), yakni tebal dan keras, misalnya *Ananas comosus*
- 6) Berdaging (*carnosus*) yakni tebal dan berair misalnya pada daun lidah buaya (*Aloe* sp.)

r. Warna daun

Warna daun biasanya hijau sesuai dengan fungsi daun sebagai alat fotosintesis. Namun sering kali ditemukan daun berwarna merah yang diakibatkan warna antosianin menutupi warna klorofil.

s. Permukaan daun

- 1) Licin (*leavis*) serta
 - a) Mengkilap (*nitidus, nitens*) pada kaca piring (*Gardenia augusta*)
 - b) Buram (*opacus*) contoh daun tua pada mahoni (*Swietenia macrophylla*)
 - c) Berlapis lilin (*pruinosis*) misalnya permukaan bawah daun pisang.

- 2) Gundul (*glaber*) contoh sisi atas daun kupu-kupu (*Bauhinia purpurea*)
- 3) Kasar (*scaber*) contoh *Petrea volubilis*
- 4) Berkerut (*rugosus*) misalnya pada jarong (*Stachytarpheta jamaicensis*)
- 5) Berbenjol-benjol (*bullatus*) bagian-bagian mesofil menonjol ke atas. Contoh air mata pengantin (*Antigonon leptopus*)
- 6) Dengan rambut (*pilus*). Ada bermacam-macam rambut:
 - a) Berambut (*pilosus*) jika rambut pendek dan tersebar.
 - b) Berambut panjang (*villosus*) rambut panjang lunak.
 - c) Berambut beludru (*velutius*) rambut pendek dan rapat.
 - d) Berambut kasar (*hirsutus*) rambut kaku
 - e) Berambut bintang (*stellato-pillosus*) rambut bercabang misalnya daun waru (*Hibiscus similis*)
 - f) Berambut duri (*setosus*) rambut kaku dan tegar
 - g) Berambut bulu (*plumosus*) rambut seperti bulu yakni rambut masing-masing berambut lagi
 - h) Berambut empuk (*pubescens*) rambut pendek, lunak merapat permukaan
 - i) Berambut sutera (*sericeus*) rambut tegak, rapat, lurus, lunak dan mengkilap

- j) Berambut wol (*lanatus*) panjang, berkeriting tak teratur
- k) Berambut seperti vilt (*temontosus*) jika rambut yang kacau tak teratur namun padat membentuk suatu lapisan rapat.
- l) Berambut seperti sikat dan merapat (*strigosus*) jika rambut kaku dan merapat ke permukaan.

4. Daun Majemuk (*folium compositum*)

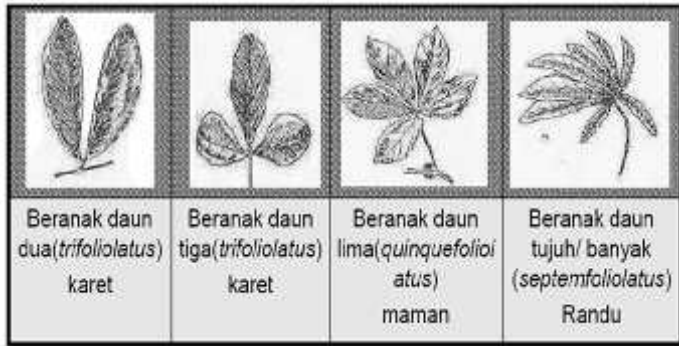
Secara umum dapat dikatakan bahwa daun majemuk adalah daun yang memiliki lebih dari satu helai daun. Setiap helai daun disebut anak daun.

- t. Bagian-bagian dari daun majemuk adalah:
 - a. Ibu tangkai daun (*petiolus communis*)
 - b. Rakis (*rachis*) yang merupakan kepanjangan dari ibu tulang daun. Semua anak daun melekat pada rakis.
 - c. Tangkai anak daun (*petiololus*) yang masin-masing melekat pada suatu helai anak daun.
 - d. Helai anak daun (*folium*) yakni helaian dari anak daun.
 - e. Tangkai daun tingkat satu, dua, tiga dan seterusnya
 - f. Stipela yakni daun penumpu di kaki setiap anak daun pada daun majemuk.
- u. Kelompok daun majemuk yang dapat dibedakan adalah:

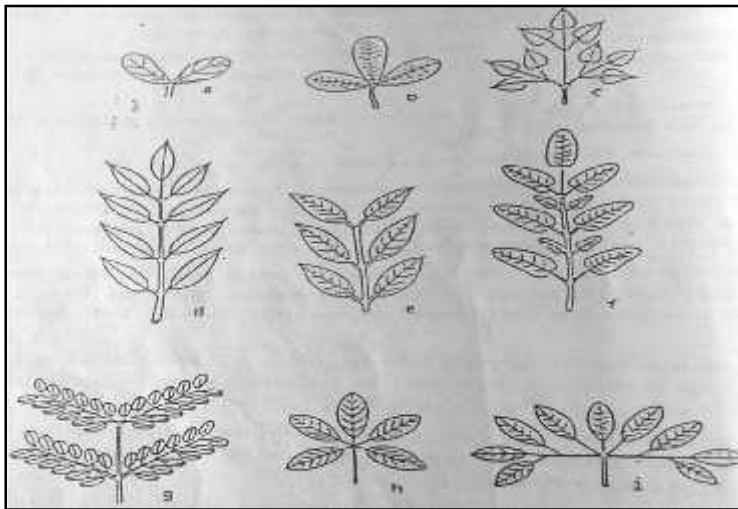
- a. Daun majemuk beranak daun dua (*bifoliolatus*, *binatus*) jika daun majemuk terdiri dari dua helai daun saja seperti pada *Arrabidaea magnifica*.
- b. Daun majemuk beranak daun tiga (*trifoliolatus* atau *ternatus*) seperti pada jukut calincing (*Oxalis corniculata*) dan bila setiap anak daun tersusun majemuk terdapat daun majemuk beranak daun tiga ganda (*biternatus*).
- c. Daun majemuk menjari (*palmatus*) jika pada ibu tangkai daun terdapat lima helai anak daun atau lebih. Biasanya terdapat anak daun di tengah dan jumlah anak daunnya gasal.
- d. Daun majemuk menyirip (*pinnatus*) jika anak daun tersusun sepanjang sumbu kepanjangan ibu tangkai daun yakni *rakis*.



Gambar 4.22 Macam-macam daun majemuk menyirip(*pinnatus*)



Gambar 4.23 Macam-macam daun majemuk menjari (*palmatus*)



Gambar 4.24 Tipe daun majemuk; a. Beranak daun dua, b. Beranak daun tiga, c. Beranak daun tiga ganda, d. menyirip gasal, e. Menyirip genap, f. Menyirip berselang-seling, g. Menyirip ganda, h. Menjari, i. Menjari seperti kaki.

5. Tata Letak Daun atau Filotaksis (*Phyllotaxis*)

Filotaksis adalah istilah yang digunakan bagi letak daun terhadap sesamanya di batang. Filotaksis daun pada batang atau cabang tumbuhan itu biasanya konstan dan sering kali merupakan ciri pengenal bagi tumbuhan itu. Pada satu buku dapat melekat satu helai, dua helai, tiga helai atau lebih.

a. Tipe-tipe filotaksis

Pengelompokkan tipe filotaksis dilakukan dengan melihat banyaknya jumlah daun yang melekat pada satu buku di batang.

- 1) Pada buku melekat sehelai daun. Ada beberapa tipe, yaitu:
 - a) Monositik (*monosticha*). Semua daun terletak di satu sisi batang yang sama dan bila tumbuhan diamati dari atas, keseluruhan daun tampak berada dalam baris lurus vertikal yang sejajar sumbu batang. Deretan yang berbentuk baris lurus dinamakan ortostik. Jika daun pada batang tersusun seperti heliks dangkal dan filotaksisnya disebut spiromonositik.
 - b) Distik (*f. Disticha*). Bila dilihat dari atas, daun tersusun dalam dua baris lurus vertikal yang sejajar sumbu batang, dengan kata lain, membentuk dua ortostik dan disebut distik.

- c) Tristik (*f. Tristicha*). Daun terdapat dalam tiga baris lurus atau ortostik. Ditemukan pada pandan (*Pandanus* sp.)
 - d) Daun spiral, juga disebut daun tersebar (*folia sparsa*). Istilah ini digunakan jika pada suatu tumbuhan ditemukan lebih dari tiga ortostik. 5 baris lurus atau 5 ortostik seperti pada tembakau (*Nicotiana tabacum*). 8 ortostik ditemukan pada kubis (*Brassica oleracea*)
- 2) Pada satu buku melekat dua helai daun
- a) Berhadapan-bersilang (*f. Decussata*) atau *dekusatus*. Pada setiap buku, letak daun berhadapan, namun bidang vertikal yang melalui satu pasangan daun letaknya tegak lurus terhadap bidang yang melalui pasangan daun di buku berikutnya. Sudut antara kedua bidang itu adalah 90° dan bila tumbuhan diamati dari atas, daun tersusun dalam 4 baris lurus sejajar sumbu batang atau dalam 4 ortostik. Contohnya Asoka (*Ixora javanica*)
- 3) Pada buku melekat tiga helai daun atau lebih.
- a) Daun berkarang atau daun dalam karangan (*f. Verticillata*). Pada setiap buku melekat tiga helai daun atau lebih yang jumlahnya tetap. Contohnya pada Oleander (*Nerium oleander*).

b. Deskripsi khusus bagi filotaksis daun tersebar

Pada filotaksis daun tersebar sudut antara daun dapat dihitung dan seringkali dinyatakan dengan angka pecahan. Angka pecahan itu menunjukkan ukuran dari sudut antara bidang tegak yang melalui dua daun yang berurutan terhadap keliling batang. Pada filotaksis tristik tersebut di atas, sudut antara ortostik daun sama dengan 120° dan pecahannya sama dengan $120/360 = 1/3$. Sudut itu disebut **sudut divergensi**. Jadi sudut divergensi adalah sudut yang terjadi antara bidang tegak melalui sehelai daun dengan bidang tegak melalui helai daun berikutnya. Bidang tegak yang dimaksud adalah bidang yang memuat sumbu batang. Pada daun tersebar, garis yang menghubungkan daun-daun secara berurutan pada batang akan membentuk spiral. Spiral itu disebut **spiral genetik** atau **spiral generatif** dan terulang sepanjang sumbu batang.

Sudut divergensi dapat dihitung. Caranya adalah sebagai berikut.

- 1) Tentukan sehelai daun pada batang yang diberi nomor 0.
- 2) Kemudian carilah daun yang tepat berada di atas daun 0 itu, jadi terdapat pada ortostik yang sama. Daun itu adalah daun ke-n.

- 3) Garis yang ditarik ke atas mulai dari daun 0 melalui daun terdekat dan yang berurutan seterusnya sampai tercapai daun 0+1 akan membentuk spiral.
- 4) Jumlah daun yang dilampaui pada tindakan butir 3, dipakai sebagai **pembilang** dan jumlah lingkaran (putaran) yang perlu dibuat untuk sampai daun ke-n dipakai sebagai **penyebut** dari pecahan yang menyatakan **sudut divergensi**.

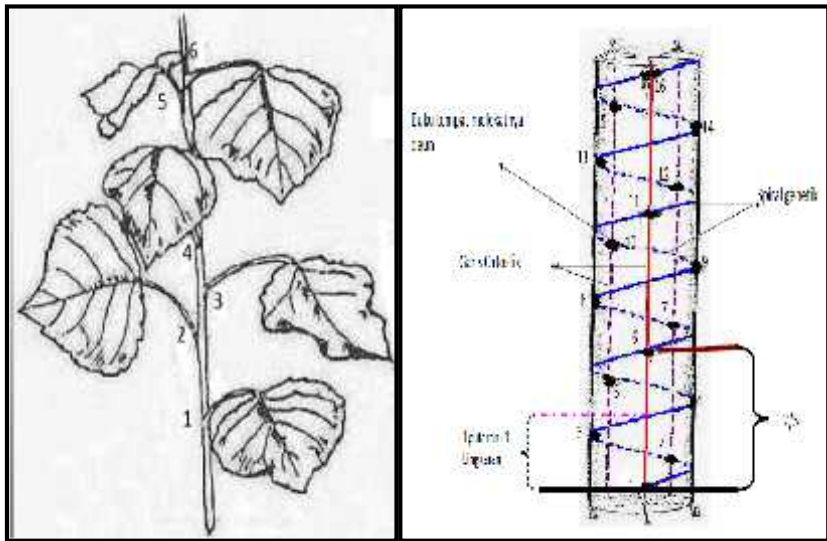
Contoh: pada tembakau, untuk mencapau daun ke n yang letaknya tepat di atas daun 0, perlu dilampaui lima helai daun berturut-turut. Selain itu, untuk mencapai daun ke n itu, batang harus dilingkari dua kali. Jadi sudut divergensi bagi tembakau adalah $\frac{2}{5}$ atau $\frac{2}{5} \times 360^\circ = 144^\circ$.

Pecahan filoaksis yang sering ditemukan pada tumbuhan berfilotaksis spiral adalah $\frac{1}{2}$; $\frac{1}{3}$; $\frac{2}{5}$; $\frac{3}{8}$; $\frac{5}{13}$; $\frac{8}{21}$; $\frac{13}{34}$;

Pecahan itu menunjukkan sudut sbb:

180° ; 120° ; 144° ; 135° ; $138^\circ 28'$; $137^\circ 6'$; $137^\circ 39'$;

Angka $\frac{8}{21}$ misalnya terdapat pada *Araucaria* sp., angka $\frac{13}{34}$ pada runjung *Pinus* sp.



A

B

Gambar 4.25 A. Contoh duduk daun 2/5 ($2/5 =$ dua lingkaran melewati 5 helai daun), B. Diagram tata letak daun

c. Penyimpangan dalam filotaksis

Meskipun aturan filotaksis mudah dimengerti, namun dalam kenyataannya daun tidak selalu mengikuti aturan yang telah diutarakan diatas. Pada tanaman yang sama misalnya, bisa ditemukan lebih dari satu macam filotaksis. Hal seperti itu terjadi pada tumbuhan berkayu yang memiliki cabang **vertikal atau tegak** (ortotrop) dan cabang **horizontal atau datar** (plagiotrop).

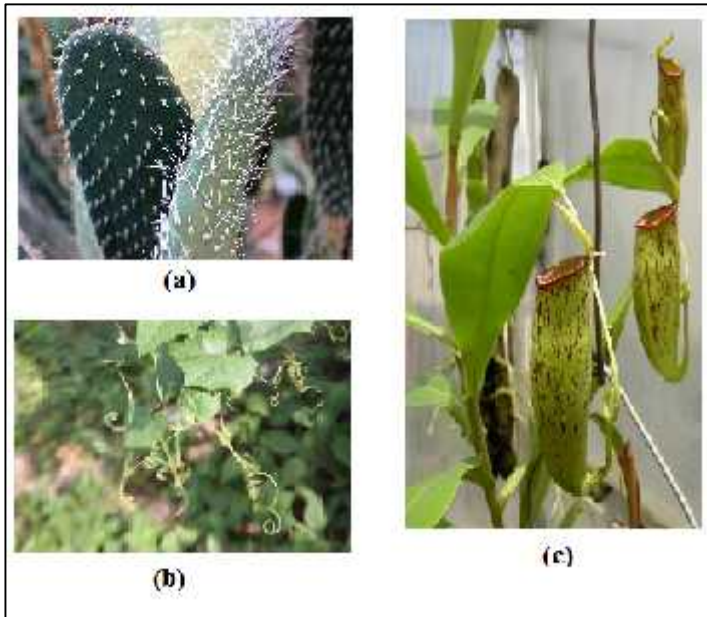
Pada cabang datar seringkali bahwa seluruh helai daun bisa menempati satu bidang dataran horizontal yang diisinya

dengan baik. Dengan cara ini setiap helai daun bisa memperoleh sinar matahari sebanyak mungkin. Hal itu terjadi karena daun-daun yang bersangkutan mengalami pemutaran tangkai daun atau sumbu cabang. Pada cabang plagiotrop dengan daun bergantian dan 2 ortostik, penempatan helai daun dalam satu bidang memerlukan pemutaran dasar atau tangkai daun sebesar 90° . Pada filotaksis lain keadaan pada cabang plagiotrop dapat merupakan akibat pemutaran sumbu cabang dan tangkai daun. Dengan cara ini dianggap bahwa setiap sehelai daun bisa memperoleh sinar matahari sebanyak mungkin. Pengisian bidang datar dibantu pula oleh pemanjangan tangkai daun yang tak sama, ukuran helai daun yang tak sama dan penyesuaian bagian yang menonjol ke dalam ruang yang tersedia. Susunan yang diakibatkan perubahan letak permukaan daun seperti itu layaknya susunan mosaik, sebab itu gejala tersebut dinamakan **mosaik daun**.

6. Modifikasi dari Daun

- a. Sulur (*cirrhus*). Daun atau sebagian daun pada tanaman pemanjat dapat berbentuk sulur yang digunakan untuk mengaitkan diri pada sandaran.
- b. Duri (*spina*). Sebagian atau seluruh daun dapat berupa duri yang berkayu dan persisen.

- c. Daun perangkap, untuk menangkap serangga dan hewan kecil lain.



Gambar 4.26 Modifikasi daun; A. Duri, B. Sulur, C. Daun Perangkap

C. AKAR (RADIX)

1. Fungsi dan Sifat Akar

Fungsi akar secara umum adalah

- Melekatkan tumbuhan pada substrat serta menyerap air serta garam-garam mineral dari substrat itu.
- Membantu menegakkan batang.

- c. Membantu pengangkutan air dan zat nutrisi
- d. Kadang-kadang akah masih memiliki fungsi lain seperti menyimpan cadangan makanan atau malah kehilangan salah satu fungsi yang umum tersebut diatas. Adapun fungsi lain seringkali diiringi oleh erubahan bentuk dari sebagian atau seluruh akar.

Sifat akar yaitu:

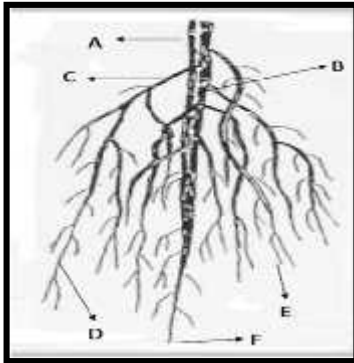
- a. Tidak menghasilkan daun dan oleh karena itu tidak memiliki buku dan ruas. Namun kadang-kadang pada akar dibentuk kuncup liar, seperti pada jambu biji (*Psidium guajava*) dan dapat dimanfaatkan dalam reproduksi vegetatif.
- b. Tidak memiliki zat hijau daun
- c. Tumbuh ke arah bawah yaitu bersifat geotropi positif

2. Susunan dan Bentuk Akar

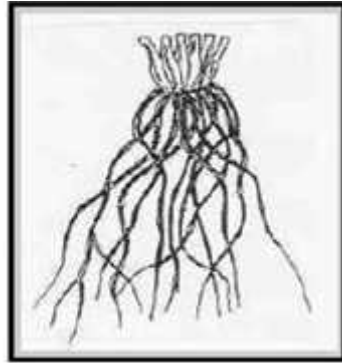
- a. Bagian-bagian akar
 - 1) Kaki atau leher akar (*Collum radiceis*), bagian akar tempat batang melekat
 - 2) Akar lateral (*radix lateralis*) yaitu cabang-cabang akar yang dihasilkan oleh akar utama (pokok akar), dan masih dapat bercabang-cabang lagi.
 - 3) Serabut akar (*radix fibrilla*), cabang-cabang akar yang ramping seperti serabut.

- 4) Rambut akar (*pilus radicalis*), rambut-rambut yang ada didekat ujung akar, yang memperluas permukaan akar yang menyerap air dan garam tanah.
 - 5) Tudung akar (*calyptra*), yang terdapat dibagian paling ujung, menutupi meristem apeks akar.
 - 6) Seludang akar (*coleorrhiza*) terdapat pada embrio sejumlah tumbuhan monokotil.
- b. Akar utama dan akar tambahan
- 1) Akar utama atau pokok akar (*radix primaria*), akar yang tumbuh sebagai kelanjutan akar embrio (*radicula*) dan menjadi besar. Pada tumbuhan yang berumbi lapis, berumbi batang dan yang memiliki rimpang dan sebagainya, akar utama ini segera terhenti pertumbuhannya atau mati. Hal itu juga terjadi pada kebanyakan monokotil.
 - 2) Akar tambahan atau akar adventif (*radix adventitia*), akar yang tumbuh dari pangkal batang. Apabila akar utama tumbuh lemah atau terhenti pertumbuhannya, akar tambahan dapat mendampingi akar utama.

(a)



(b)



Gambar 4.27 (a). Bagian-bagian akar; A. Leher akar, B. Batang akar, C. Cabang akar, D. serabut akar, E. Rambut-rambut akar, F. Tudung akar. Juga merupakan contoh perakaran tunggang. (b) Contoh perakaran serabut.

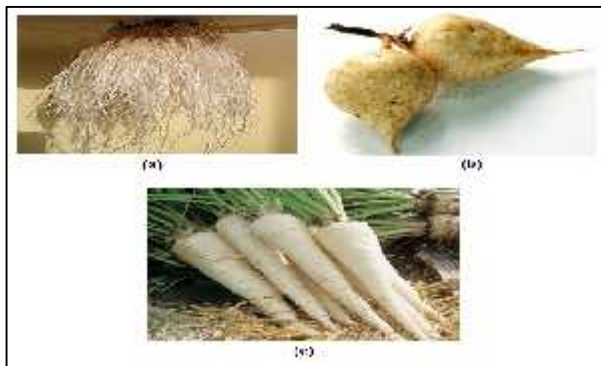
c. Bentuk akar utama

- 1) Bentuk tombak (*fusiformis*), akar berbentuk kerucut dengan akar lateral berjumlah sedikit atau ada. Seperti pada lobak (*Raphanus sativus*)
- 2) Bentuk gasing (*napiformis*), yang membengkak dipangkalnya dan berukung ramping dan tipis. Seperti pada bengkuang (*Pachyrrhizus erosus*).
- 3) Bentuk benang (*filiformis*) jika akar amat ramping dan panjang seperti pada gandum.
- 4) Bentuk yang bercabang (*ramosa*). Akar utama besar dan kuat serta bercabang banyak keseluruhannya berbentuk

kerucut. Bentuk ini terdapat pada pohon yang tumbuh dari biji.

d. Akar tambahan dapat:

- 1) Berbentuk serabut (*fibrosa*) jika halus dan berjumlah banyak seperti padi (*Oryza sativa*).
- 2) Berbentuk benang (*filiformis*), lebih tebal dari yang berbentuk serabut dan lebih terpisah satu dari yang lain seperti akar jagung (*Zea mays*)
- 3) Bentuk tongkat, akar yang besar dan tebal serta berfungsi sebagai penunjang seperti pada pandan (*Pandanus candelabrum*). Selain bentuk tongkat masih banyak bentuk lain yang umumnya terkait dengan fungsi seperti pengokoh batang, pernafasan.



Gambar 4.28 Bentuk utama akar; (a) Bentuk tombak, (b) Bentuk gasing, (c) Bentuk benang

3. Perkembangan Akar

Pada embrio, akar berkembang dari akar embrio atau radikula. Akar itu tumbuh menjadi akar utama yang juga disebut akar primer (*radix primaria*) dan bertambah panjang akibat pembelahan dan pemanjangan sel di belakang apeks akar. Apeks akar dilindungi oleh tudung akar, suatu penutup yang terdiri dari sel-sel dewasa pada titik tumbuh akar. Sel dibentuk tidak hanya ke arah belakang untuk menambah panjangnya akar, namun juga ke arah yang berlawanan untuk mengganti sel-sel tudung akar yang akan mati sewaktu akar tumbuh menembus tanah. Dekat dibelakangnya terdapat **bulu-bulu akar** (rambut-rambut akar), yang membantu dalam penyerapan air dan garam-garam dari dalam tanah serta memperluas permukaan akar yang dapat menyerap bahan-bahan tersebut. Pada jarak tertentu dibelakang meristem apeks akar, akan dibentuk akar lateral (*radix lateralis*).

Secara umum dikenal dua macam sistem perakaran, sebagai berikut.

1. Sistem akar tunggang atau sistem akar primer.

Radikula akan tumbuh menjadi akar primer disertai akar-akar lateral. Letak akar lateral tidak sembarang dan mengikuti pola jaringan pembuluh pada akar induk. Bakal akar lateral sering kali dibentuk dalam barisan-barisan memanjang pada

akar induk dan berjumlah 2,3,4 baris atau lebih banyak. Makin banyak jumlah barisnya makin kurang ketepatan letak akar lateral itu. Akar lateral dapat berkembang dan menghasilkan cabang berulang kali namun akar primer tetap lebih menyolok besarnya. Sistem akar ini umum terdapat pada dikotil dan Gymnospermae.

2. Sistem akar serabut.

Akar primer tidak tumbuh terus melainkan terhenti setelah beberapa waktu atau mati. Akar-akar baru yakni akar tambahan yang juga disebut akar adventif akan dibentuk dibagian pangkal batang dan berasosiasi dengan buku-buku dekat permukaan tanah, jadi dibatasannya dengan akar. Pembentukannya dapat terjadi jauh sebelum pemunculannya di luar batang. Pertumbuhan selanjutnya terjadi setelah saat yang cocok, misalnya pada padi (*Oryza sativa*), tebu (*Saccharum officinarum*).

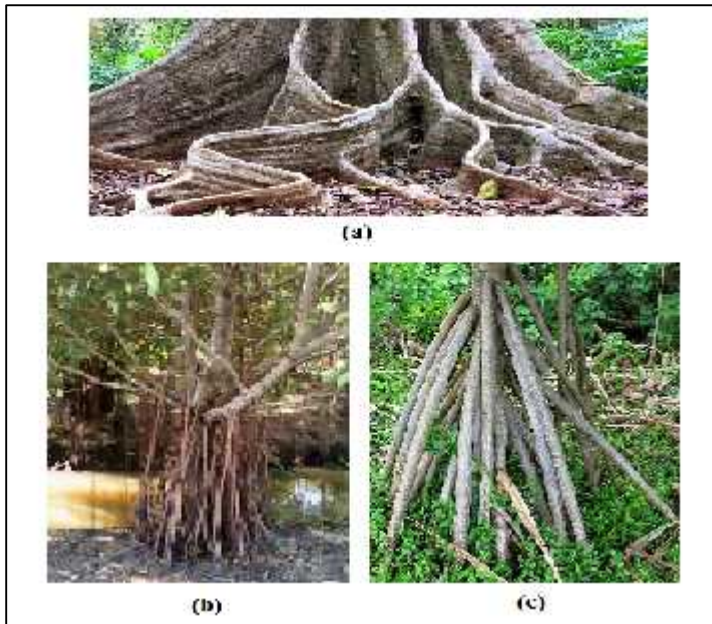
4. Penampakan dan Percabangan Akar

Berikut ini ditunjukkan beberapa contoh akar yang ditinjau terutama dari penampakannya di atas tanah.

1. **Akar banir atau akar penyangga.** Bagian akar besar yang ada di dekat pangkal sumbu batang di permukaan tanah mengalami pertumbuhan radial yang kurang teratur dan

mengakibatkan timbulnya bagian akar tersebut ke atas tanah serta membangun struktur seperti bingkai atau papan. Bingkai seperti itu berguna dalam stabilisasi mekanik batang. Seperti pada pohon kenari (*Canarium commune*).

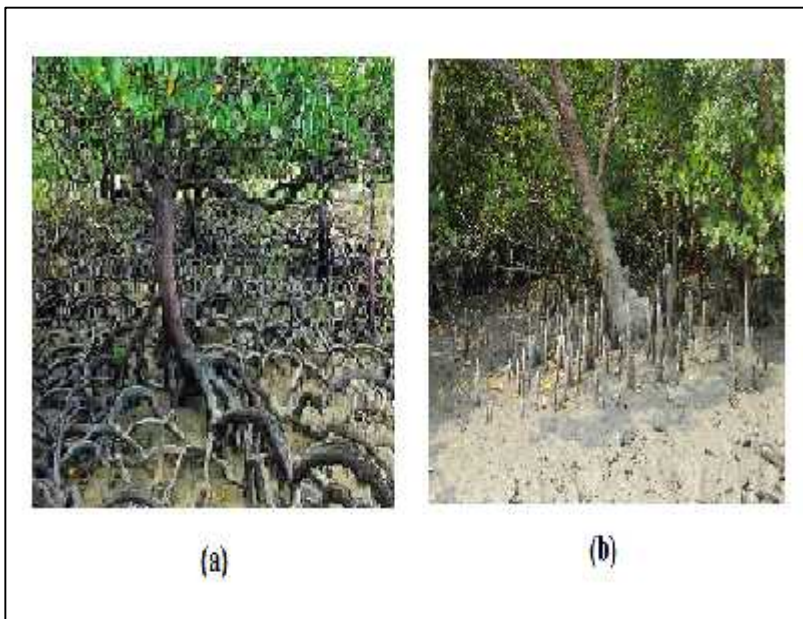
2. **Akar tiang.** Akar tambahan tumbuh pada cabang datar jauh di atas tanah. Akar seperti itu tumbuh ke bawah dan masuk tanah. Akar mengalami penebalan dan turut menyokong tanaman seperti pada *Ficus benyamina*.
3. **Akar cekik.** Beberapa jenis *Ficus* seperti *F. Bengalensis* memulai hidupnya sebagai epifit di atas cabang yang tinggi pada inangnya. Akar-akar yang dihasilkannya tumbuh bersama ke bawah dan membesar sehingga mendesak batang tanaman inang yang di taraf lanjut di “cekik”nya.
4. **Akar egrang atau akar tunjang.** Akar adventif di bentuk ditempat yang tinggi pada batang dan tumbuh membentuk lengkungan ke bawah, kemudian masuk tanah. Pada perkembangan selanjutnya, akar-akar lengkung itu bisa menebal. Lengkungan berlaku sebagai egrang yang menunjang tegaknya tanaman tersebut. Contohnya pada pandan (*Pandanus candelabrum*).



Gambar 4.29 Penampakan Akar; a. Akar banir, b. Akar tiang
c. Akar egrang (tunjang)

5. **Akar pasak.** Biasanya pada pohon-pohon bakau misalnya *Avicennia* sp. dan *Sonneratia* sp., dari akar horizontal dekat permukaan tanah akan tumbuh cabang-cabang berarah vertikal ke atas (geotropi negatif) dan muncul di atas permukaan tanah. Akar pasak itu mungkin muncul di atas permukaan karena kandungan oksigen tanah rawa itu kurang. Maka akar seperti itu disebut **Pneumatofor**. Tempat terjadinya pertukaran gas yakni di ujung pneumatofor tempat jaringan renggang, disebut **Pneumatoda**.

6. **Akar lutut.** Pada *Bruguiera* sp. akar horizontal dekat permukaan akan mereorientasi arat pertumbuhannya secara periodik sewaktu tumbuh menjauhi akar utamanya. Akar tumbuh vertikal ke atas, muncul di permukaan dan selanjutnya tumbuh membentuk lengkungan sehingga akar tumbuh ke bawah dan masuk ke tanah yang berlumpur itu. Bagian akar yang ada di atas permukaan tanah disebut *pneumatofor*.



Gambar 4.30 Penampakan akar; (a) Akar lutut, (b) Akar Pasak

5. Beberapa contoh akar termodifikasi

Pada beberapa jenis akar berikut, morfologi akar termodifikasi untuk melakukan fungsi tambahan. Juga yang terutama dilihat dari penampilannya di atas tanah.

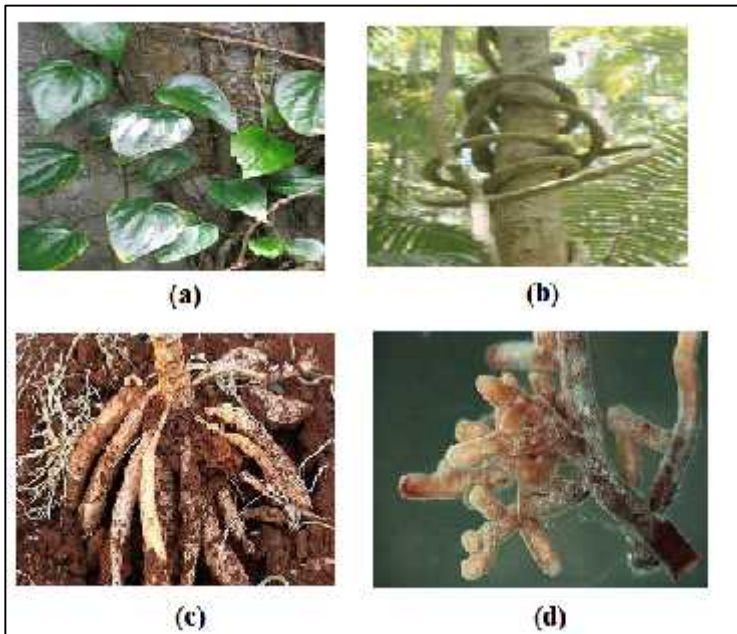
1. Akar fotosintesis. Akar ini juga berupa akar udara dan mengandung klorofil. Akar seperti ini terdapat pada *Taeniophyllum*, suatu anggrek epifit yang tak berdaun sehingga akar yang berklorofil adalah satu-satunya alat untuk fotosintesis.
2. Akar pembelit. Dapat berbentuk sulur dan membelit mengelilingi sandaran seperti pada *Dissochaeta* (Melastomataceae), suatu liana.
3. Akar pelekat, akar yang melekat pada tanaman sandaran tanpa menyerap makanan dari padanya seperti sirih (*Piper betle*, Piperaceae). Pada *Philodendron melanochrysum* (Araceae), akar berbentuk sulur melekat pada sandaran.
4. Akar penyimpan cadangan makanan: umbi akar seperti pada ketela pohon (*manihot utilisima*) yang penuh dengan pati.
5. Akar kontraktile, adalah akar pada tumbuhan berumbi yang berkontraksi seperti pada *Hymenocallis littoralis*. Pengerutan seperti itu terutama dalam korteks dan dapat

mengakibatkan pemendekan akar hingga 30-40%, sehingga umbi tertarik ke tempat lebih dalam di tanah.

6. Akar simbiotik: bintil akar dan mikoriza. Disejumlah besar tumbuhan terdapat asosiasi simbiotik misalnya antara akar dan jamur. Tanaman memperoleh zat nutrisi terutama senyawa berfosfor dan jamur mendapat gula dan senyawa organik lain dari tanaman. Struktur yang terjadi disebut mikoriza. Misalnya pada *Picea glauca* (pinaceae) dan anggrek.
7. Akar pengisap: Haustorium. Tumbuhan tinggi yang bersifat parasit, tidak berfotosintesis, memenuhi seluruh kebutuhan akan nutrisinya dari tumbuhan inang yang ditempatinya. Untuk keperluan itu suatu akar hisap atau haustorium dimasukkan ke dalam jaringan inang. Morfologi dari haustorium amat bervariasi dan seringkali sukar dikenali sebagai akar. Misalnya pada *Rafflesia* di hutan.
8. Akar yang bervelamen. Velamen adalah jaringan terluar pada akar beberapa anggrek epifit yang terdiri dari sel-sel mati seperti pada Vanda. Meskipun demikian sel velamen tidak rebah atau rusak karena diperkuat oleh dinding yang tebal. Jika sel-sel itu penuh udara, velamen tampak putih. Di saat sel-sel itu menyerap air velamen berwarna hijau karena

adanya kloroplas di jaringan lebih dalam. Namun tampaknya akar udara tidak menyerap air dari velamen sebab air diabsorpsi oleh bagian distal yang bersentuhan dengan substrat. Dengan demikian disimpulkan bahwa velamen berfungsi sebagai pelindung mekanik.

9. Duri akar. Akar yang berubah menjadi duri terdapat misalnya pada *Mauritius armata* (Palmae).



Gambar 4.30 Modifikasi akar; (a) Akar pelekat, (b) Akar pembelit, (c) Umbi akar, (d) Mikoriza

D. BUNGA(*flos, jink, flores*)

1. Struktur dan fungsi bunga secara singkat

Fase hidup tumbuhan dibedakan atas dua, yaitu fase vegetatif yang menghasilkan daun, batang, dan akar. Dan fase reproduktif saat tumbuhan membentuk bunga, buah dan biji. Ada dua macam cara reproduksi tumbuhan. Yang pertama adalah **reproduksi vegetatif** dengan setek batang, kuncup tambahan pada akar dan daun. Cara kedua adalah dengan bunga, melalui pembentukan sel-sel seks (sel kelamin betina dan jantan) sehingga disebut **reproduksi generatif** atau reproduksi seksual. Sebaliknya reproduksi vegetatif dinamakan reproduksi aseksual.

Daun-daun bunga melekat pada ujung sumbu yang disebut dasar bunga (*receptaculum*). Hiasan bunga yakni kelopak dan tajuk (mahkota) merupakan dua karangan daun paling bawah. Kelopak (*calyx*) terdiri dari sejumlah daun kelopak atau sepal (*sepalum*, jamak *sepala*) yang berwarna hijau atau berwarna, dan menutupi bunga ketika masih kuncup. Tajuk (*corolla*) terdiri dari sejumlah daun tajuk atau petal (*petalum*, jamak *petala*) berwarna cerah dan kadang-kadang disertai berbagai alat penarik polinator. Hiasan bunga yang terdiri dari

satu macam daun saja disebut tenda bunga (*perigonium*) dan setiap helai daun disebut tepal (*tepalum*, jamak *tepala*).

Daun bunga yang akan menghasilkan sel kelamin jantan (*spermatozoid*) adalah benang sari (*stamen*, jamak *stamina*) dan bagian bunga yang disebut putik (*pistillum*), yang tersusun oleh daun buah (*carpellum*, jamak *carpella*), akan menghasilkan sel kelamin betina (sel telur). Keseluruhan benang sari pada bunga disebut andresium (*androecium*) dan keseluruhan putik disebut ginesium (*gynoecium*). Di dasar bunga, dekat pangkal benang sari seringkali terdapat tonjolan kecil yang menghasilkan nektar. Struktur itu disebut nektarium.

2. Letak bunga pada tumbuhan, dan perbungaan (*anthotaxis dan inflorescentia*)

Letak bunga pada tumbuhan disebut antotaksis (*anthotaxis*). Sehubungan dengan posisi bunga terhadap bunga lain, dibedakan tiga macam antotaksis, yaitu:

- 1. Tumbuhan membentuk hanya satu kuntum bunga (*planta uniflora*)** seperti bunga coklat (*Zephyranthes rosea*) dan lili (*Lilium longiflorum*).
- 2. Kuntum bunga terletak tersebar dan terdapat sendiri-sendiri (*flores sparsi*).** Bunga soliter letaknya terminal di

ujung ranting atau aksilar di ketiak daun. Contohnya bunga *Cucurbita*.

3. **Perbungaan (*inflorescentia*)** terdiri dari suatu sumbu bersama temat melekat sejumlah kuntum bunga sehingga menghasilkan suatu kesatuan. Pada sumbu tersebut ukuran daun amat kecil dan tidak hijau serta di ketiaknya terdapat kuntum bunga. Daun itu disebut brakte atau daun pelindung. Bagian-bagian perbungaan biasanya adalah:

a. Bagian yang bersifat seperti batang

- 1) **Tangkai perbungaan atau gagang (*pedunculus*)**, yakni bagian sumbu ranting yang berada diantara daun hijau tertinggi dan cabang terendah di sumbu perbungaan (atau kuntum bunga terendah pada perbungaan yang tak bercabang)
- 2) **Sumbu primer atau rakis (*rachis*)** yakni bagian sumbu perbungaan di atas cabang terbawah atau kuntum bunga terendah. Sumbu ini merupakan kelanjutan dari gagang.
- 3) **Sumbu sekunder** adalah cabang sumbu primer. Pada perbungaan yang amat banyak tingkat percabangannya dikenal cabang tingkat tiga, empat, dst.

- 4) **Tangkai bunga (pedicellus, jamak pedicelli)** yakni tangkai kuntum bunga, jadi di ujung sumbu tangkai bunga terdapat kuntum bunga. Pada bunga duduk tidak ada tangkai bunga.
 - 5) **Dasar bunga (receptaculum)**, adalah ujung tangkai bunga tempat melekat daun-daun bunga.
- b. Bagian perbungaan yang bersifat seperti daun
- 1) **Daun pelindung atau brakte (*bractea*, jamak *bracteae*)**. Daun pada sumbu perbungaan biasanya tereduksi, mirip sisik dan berbeda dari daun hijau.
 - 2) **Seludang bunga (*spatha*, *folium florale*)**. Daun di pangkal gagang, berwarna hijau namun bisa juga lain warnanya dan menyelubungi seluruh perbungaan muda seperti pada *Amorphophallus*.
 - 3) **Daun tangkai atau brakteola (*bracteola*, jamak *bracteolae*)**, merupakan istilah yang biasanya dipakai untuk daun-daun steril dan kecil yang melekat pada tangkai kuntum bunga. Organ ini juga disebut profil (*prophyll*) dan berjumlah dua pada dikotil dan sehelai saja pada monokotil.

- 4) **Kelopak tambahan (*epicalyx*)**, yang tidak homolog dengan sepal atau tepal. Kelopak tambahan seperti pada Malvaceae, Rosaceae, Leguminosae.
- 5) **Daun pembalut (*involucrum*)**, adalah daun-daun kecil berjumlah banyak di pangkal perbungaan.
- 6) **Daun bunga**, yang terdapat pada kuntum bunganya sendiri adalah kelopak, tajuk, benang sari dan daun buah yang membentuk putik.

3. Tipe Perbungaan

Secara garis besar dibedakan tiga kelompok perbungaan yaitu:

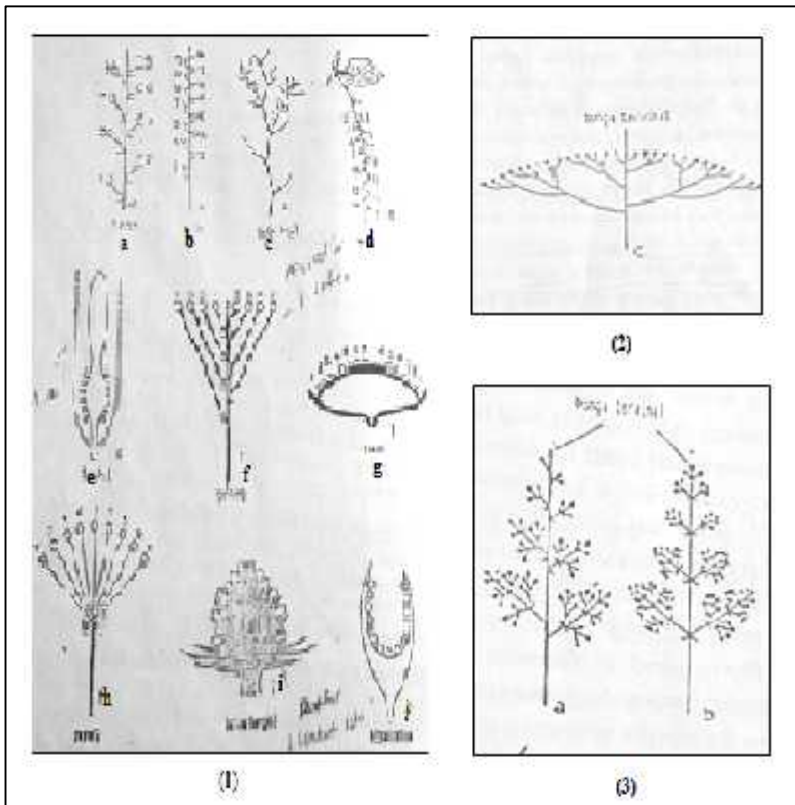
- a. **Perbungaan rasemosa**, dengan sumbu utama tumbuh tak terbatas, monopodial dan bunga mekar dari bawah ke atas atau tepi ke tengah (sentripetal).
- b. **Perbungaan simosa**, dengan sumbu terbatas, simpodial, dan bunga mekar dari tengah ke tepi (sentrifugal).
- c. **Perbungaan campuran**, yang bagian-bagiannya tidak mengikuti pola perkembangan yang seragam; ada yang bersifat simosa dan ada pula yang bersifat rasemosa.

1) Perbungaan rasemosa (*infl. Racemosa, botryoides atau centripeta*)

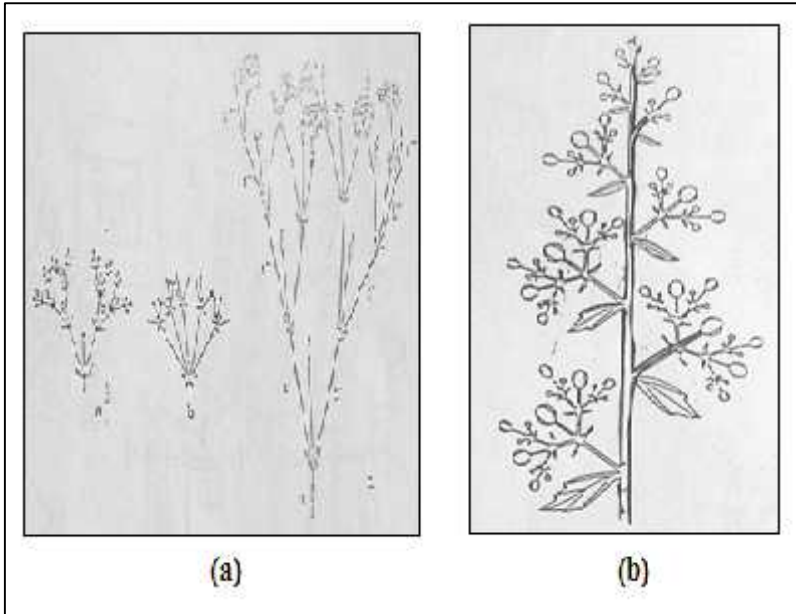
- a) Sumbu utama tak bercabang

- I. Tandan (*racemus* atau *botrys*), bunga merak (*Caesalpinia pulcherrima*)
 - II. Bulir (*spica*), pada *Plantago major*, Gramineae, dan Cyperaceae
 - III. Untai (*amentum*), pada lada (*Piper nigrum*)
 - IV. Tongkol (*spadix*), pada *Anthurium*, *Arum maculatum*, *Zea mays*
 - V. Payung (*umbella*), pada suku Umbelliferae
 - VI. Cawan (*anthodium*), pada bunga matahari. (*Helianthus annuus*) Dibedakan atas; bunga tepi (*flos marginalis*) dan bunga tabung (*flos disci*).
 - VII. Bongkol (*capitulum*), misalnya pada putri malu (*Mimosa pudica*), lamtoro (*Leucaena glauca*)
 - VIII. Gundung (*corymbus simplex*).
 - IX. Bunga periuk (*hipanthodium*), contohnya *Fucus glomerata*, *Ficus septica*
- b) Sumbu utama bercabang sekali atau berulang kali
- I. Malai (*panicula*), contohnya perbungaan mangga (*mangifera indica*)
 - II. Malai rata (*corymbus ramosus*), contohnya bunga asoka (*Ixora grandiflora*), kirinyu (*sambucus javanica*)

III. Perbungaan dengan pola dasar yang terulang atau majemuk. Misalnya pada wortel (*Daucus carota*).



Gambar 4.31 Tipe perbungaan rasemosa (1)a. Tandan, b. Bulir kecil, c. Bulir, d. untai, e. Tongkol, f. Gundung(pedicellus tersebar), h. Payung, i. Bunga bongkol(rakhis berbentuk bola), j. hipantodium. (2) tipe malai, (3) tipe malai rata.



Gambar 4.32 Tipe perbungaan; a. Simosa, b. campuran

2) Perbungaan simosa (infl. Cymosa)

- a) Pleiokasium atau anak payung bercabang banyak (*pleiochasium*).
- b) Dikasium atau anak payung menggarpu bercabang dua (*dichasium*). Contohnya melati (*Jasminum sambac*)
- c) Monokasium atau anak payung menggarpu bercabang satu (*monochasium*).

3) Perbungaan campuran (*inflorescentia mixta*)

Suatu malai bisa menunjukkan percabangan yang monopodial jadi bersifat rasemosa. Tetapi cabang-cabang lateral menunjukkan perbungaan bercabang simpodial bersifat simosa. Misalnya pada *Buddleia*.

4. Sifat Bunga

a. Kelengkapan daun bunga dibedakan:

- 1) Bunga lengkap (*flos completus*) jika kelopak, tajuk, benang sari, putik semua ditemukan pada bunga, seperti kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*)
- 2) Bunga tidak lengkap (*flos incompletus*). Jika salah satu bagian atau lebih tidak ditemukan diantara kedua macam daun hiasan bunga. Misalnya *Salix laevigata*.

b. Kelengkapan alat kelamin

- a. Bunga berkelamin dua, bunga banci, bunga biseksual (*flos hermaphroditus*, jamak *flores hermaphroditi*). Jadi kedua alat kelamin ditemukan. Misalnya kembang merak (*Caesalpinia pulcherrima*).
- b. Bunga berkelamin satu atau uniseksual (*floe unisexualis*, jamak *flores unisexuales*). Dibedakan lagi menjadi:
 - 1) Bunga jantan (*fl. Masculus*, jamak *flores masculi*) seperti pada pepaya jantan (*Carica papaya*).

- 2) Bunga betina (*fl. Feminus*, jamak *flores feminei*) hanya ada putik seperti pada bunga pepaya betina.
- 3) Bunga tak berkelamin (*fl. Neuter* jamak *flores neutri*), bunga tanpa benang sari dan putik misalnya pada bunga matahari (*Helianthus annuus*).

c. **Berdasarkan variasi bunga pada tumbuhan dibedakan:**

- 1) Berumah satu (*planta monoeca*), bunga jantan dan bunga betina terdapat pada tanaman yang sama, misalnya jagung (*Zea mays*).
- 2) Berumah dua (*pl. Dioeca*), bunga jantan dan bunga betina masing-masing terdapat pada tanaman yang berlainan namun dalam jenis yang sama, misalnya pakis haji (*Cycas rumphii*).
- 3) Tumbuhan poligam (*pl. Polygama*), pengaturan yang lain. Dibedakan atas:
 - a) Andromonoecus; pada tanaman yang sama ditemukan bunga jantan dan bunga banci. *Acacia auriculiformis*.
 - b) Gynomonoecus; pada tanaman yang sama ditemukan bunga betina maupun bunga banci.

- c) Androdioecus; dalam satu jenis terdapat tanaman dengan hanya bunga jantan dan tanaman dengan hanya bunga banci.
- d) Gynodioecus; dalam satu jenis terdapat tanaman dengan hanya bunga betina dan tanaman dengan hanya bunga banci.

5. Diagram bunga dan rumus bunga

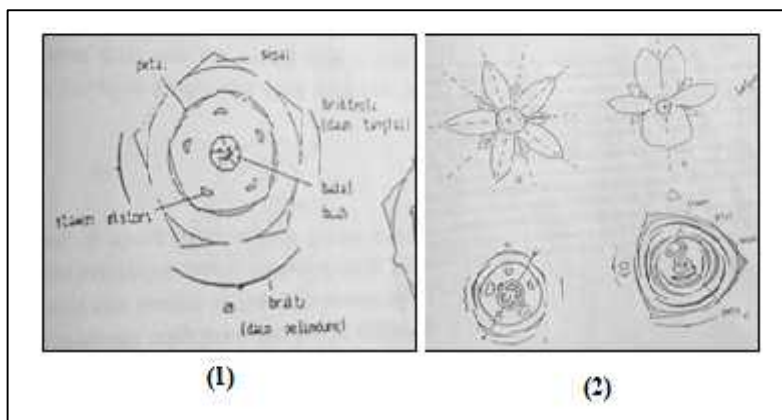
a. Diagram bunga

Diagram adalah gambar proyeksi bunga pada bidang datar yang letaknya tegak lurus terhadap sumbu batang. Jadi merupakan suatu peta yang memberi gambaran mengenai susunan bunga dengan mudah. Bagian bunga dinyatakan dengan tanda sebagai berikut.

- 1) **Hiasan bunga** dinyatakan dengan bentuk sabit
- 2) **Benang sari** dengan elips atau gambar penampang melintang kepala sari.
- 3) **Putik dengan penampang melintang** melalui bakal buah dan tempatnya di bagian paling dalam sebuah diagram.
- 4) **Brakte atau brakteola** digambar sabit kecil
- 5) **Bagian belakang tempat bunga** muncul dinyatakan dengan lingkaran kecil.

Diagram bunga bisa bersifat empiris yakni mencakup hanya bagian-bagian yang terdapat dalam bunga. Namun bisa juga teoritis yang berarti bahwa bagian-bagian yang tidak sebenarnya ditemukan, dicakup dalam diagram itu dan berdasarkan perbandingan tau filogeni dapat membantu penjelasannya. Diagram bunga dapat memberi petunjuk mengenai:

- 1) Posisi bunga terhadap batang
- 2) Susunan dan bentuk bunga secara umum. Adanya bunga lengkap dan tidak lengkap, serta berkelamin satu atau dua. Sifat aktinomorf atau zigomorf atau simetris.
- 3) Susunan bagian bungasecara horisontal. Adanya bunga siklis atau asiklis. Urutan dari pembentukan bunga dapat dinyatakan dengan angka.
- 4) Adanya pelekatan tepi bagian bunga. Adanya pelekatan antara daun bunga dari karangan yang sama atau yang berbeda misalnya benang sari yang melekat pada petal.
- 5) Bentuk khas bagian bunga misalnya adanya taji pada hiasan bunga, jumlah ruang sari, dan arah pemecahan (membuka)nya, keadaan stigma, jumlah ruang bakal buah, sifat plasenta dan sebagainya.



Gambar 4.33 (1) Diagram bunga, (2) Simetris bunga; a. Simetri radial, b-c. Bunga zigomorf (sifat cermin). e. Asimetri.

b. Rumus bunga

Cara yang lebih dulu dianut untuk membuat deskripsi bunga adalah dengan rumus bunga dengan ketentuan sebagai berikut.

K=kelopak; C=tajuk; A=andresium yang terdiri dari benang sari; G=ginesium yang terdiri dari daun buah. Tanda bintang menandakan sifat bunga yang aktinomorf (simetris banyak) dan tanda panah berarah ke atas adalah tanda bunga zigomorf (simetris satu arah atau sifat cermin). Contoh: bunga yang termasuk Labiatae memiliki rumus bunga sebagai berikut.

(K5), [C(5), A4], G2

Dari rumus itu diketahui bahwa bunga itu dorsiventral (), memiliki 5 petal yang berlekatan, 5 helai petal yang berlekatan serta 4 helai benang sari yang tidak berlekatan namun masing-masing melekat pada petal, dan putik yang menumpang (superus) terdiri dari dua helai daun buah.

c. Simetri dalam bunga

Suatu simetri dalam bunga adalah bidang yang membagi bunga itu menjadi dua bagian yang sama kedua belah bagiannya. Bidang tersebut berarak tegak lurus terhadap bidang datar dari bunga. Menurut jumlah bidang yang dapat membagi bunga secara simetris dibedakan:

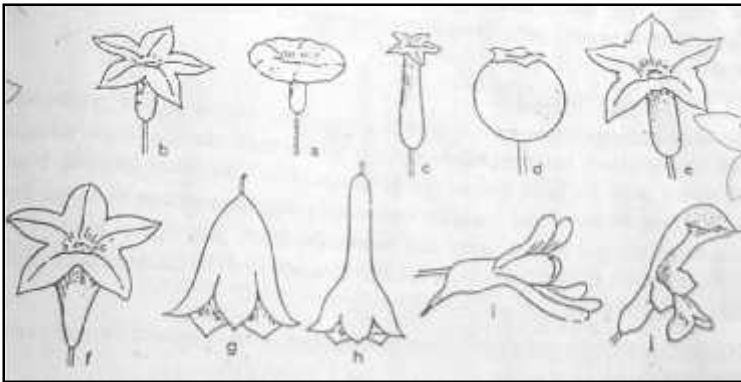
- 1) Bunga bersimetri radial atau bersimetri banyak, yakni bunga teratur susunannya. Contohnya bunga bakung (*Hippeastrum puniceum*)
- 2) Bunga setangkup tunggal atau zigomorf. Dibedakan atas; zigomorf tegak contohnya pada Papilionatae seperti *Vicia faba*, Zigomorf datar, dan zigomorf miring dengan sudut yang tidak sama dengan 90° misalnya pada Solanaceae seperti *Petunia*.
- 3) Bunga asimetris atau tidak simetris, misalnya bunga *Canna*.

d. Tenda bunga (perigonium)

Pada umumnya hiasan bunga terdiri atas kelopak dan tajuk yang memiliki bentuk yang khas. Hiasan bunga terdiri dari satu macam daun bunga saja disebut **tenda bunga** (perigonium). Bentuk umum dari tenda bunga (yang juga dapat menjadi bentuk kelopak atau tajuk) sebagai berikut.

- 1) Teratur atau aktinomorf (*p. actinomorphem, p. regulare*)
 - a) Berbentuk bintang (*stellatus*) misalnya pada kentang (*Solanum tuberosum*)
 - b) Berbentuk roda (*rotatus*) seperti pada Petunia
 - c) Berbentuk tabung (*tubulosus*) misalnya kelopak anyelir (*Dianthus*)
 - d) Berbentuk terompet (*tubaeformis*)
 - e) Berbentuk piala (*urceolatus*), misalnya kemiri (*Myristica fragrans*)
 - f) Berbentuk corong (*infundibuliformis*), misalnya *Convolvulus*
 - g) Berbentuk lonceng (*campanulatus*), pada Campanulaceae
 - h) Berbentuk lonceng bertabung panjang (*tubuloso-campanulatus*), bunga tabung pada sejumlah Compositae.

- 2) Tenda bunga yang zigomorf (*p. zygomorphum*). Tenda bunga pada *Gladiolus*. Pada Orchidaceae, tepal yang terdapat di belakang biasanya berbentuk seperti bibir (*labellum*) dan menjadi tempat berpijak serangga polinator.



Gambar 4.35 Bentuk hiasan bunga; a. Bintang, b. Roda, c. Tabung, d. piala, e. terompet, f. Corong, g. Lonceng, h. Lonceng panjang, i. Topeng atau bertaji, j. Bunga berbibir dua.

e. Benang sari (*stamen*)

Bentuk benang sari secara umum. Secara umum benang sari terdiri atas tiga bagian yaitu:

- 1) Tangkai sari (*filamentum*), bagian ramping seperti benang berupa silinder.

- 2) Kepala sari (*anthera*). Memiliki empat kantung sari (*loculamentum*), keempat kantung sari berpasangan dua-dua menjadi dua ruang sari (*theca*).
 - 3) Penghubung ruang sari atau konektif (*connectivum*).
- f. Putik (*pistillum*)

Bagian-bagian putik secara ringkas, yaitu:

- 1) Bakal buah (*ovarium*) yakni bagian paling bawah yang mengandung sebuah ruang atau lebih, yang mengandung bakal biji (*ovulum*).
- 2) Tangkai putik (*stylus*) adalah bagian yang biasanya memanjang di atas bakal buah.
- 3) Kepala putik (*stigma*), paling ujung dari putik. Jumlahnya satu atau lebih. Dalam keadaan masak, stigma menghasilkan sekret yang bersifat perekat.

6. Penyerbukan

Bunga adalah alat reproduksi seksual yang menghasilkan sel telur dan sel sperma. Dari bunga diharapkan terjadi buah dan biji. Jadi biji yang kemudian dapat berkecambah akan menjadi alat yang melanjutkan jenisnya. Agar bakal biji dapat berkembang menjadi biji maka sel telur harus dibuahi oleh inti sperma atau mikrogamet. Namun sebelumnya, serbuk sari masak dari antera perlu dipindahkan ke kepala putik yang dapat

menerimanya atau bersifat reseptif. Peristiwa ini dinamakan **penyerbukan** atau **polinasi**. Jika proses penyerbukan itu tidak terjadi maka bakal biji akan mati dan bunga tidak menghasilkan biji. Pindahkan serbuk sari bunga ke stigma bunga yang sama atau bunga lain dari tanaman yang sama, dinamakan **penyerbukan sendiri**. Penyerbukan sendiri terjadi pada tumbuhan contohnya kacang tanah (*Arachis hypogea*). Namun jika serbuk sari itu menyerbuk stigma bunga tanaman lain yang termasuk jenis (species) yang sama, peristiwa itu disebut **penyerbukan silang**. Penyerbukan silang terjadi pada tumbuhan misalnya pada Pinus, pepaya.

Unsur penyerbukan, sebagai berikut.

- a. Penyerbukan oleh serangga (misalnya lebah, kupu-kupu, ngengat, lalat), entomofili (entomophily).
- b. Penyerbukan oleh burung (ornitophily). Misalnya Hibiscus, Erythrina, dan Bombax.
- c. Penyerbukan oleh angin (anemophily), misalnya jagung.
- d. Penyerbukan oleh kalong (cheiropterophily), misalnya pisang, durian.

7. Pembuahan

Pembuahan melibatkan penyatuan gamet betina dengan gamet jantan. Pada Angiospermae gamet betina yakni sel telur bertempat di dalam bakal buah, jauh dari stigma. Serbuk sari yang jatuh di stigma perlu memiliki cara untuk mengirim inti sperma yang dibentuknya ke sel telur. Hal ini diupayakan oleh serbuk sari dengan membentuk tabung sari. Tabung sari yang membawa kedua inti sperma di dalamnya, tumbuh menembus tangkai putik. Masuk keruang bakal biji samapi mencapai mikropil dan sel telur. Sebuah inti sperma akan bersatu dengan inti sel telur sehingga terjadi zigot. Inti sperma yang kedua akan bersatu dengan kedua anti polar di tengah kantung embrio. Penyatuan itu menghasilkan inti endosperm yang setelah membelah-belah lebih lanjut menghasilkan endosperma.

Pada proses pembuahan, ada beberapa peristiwa yang diketahui yaitu; **partenogenesis** merupakan peristiwa berkembangnya embrio (lembaga tanpa didahului oleh pembuahan). Dalam hal ini sel telur berkembang menjadi suatu struktur serupa embrio atau lembaga. Pada keadaan yang normal, gamet betina akan bersatu dengan gamet jantan membentuk zigot yang berkembang menjadi tumbuhan baru, peristiwa ini disebut **amfimiksis**. Sebaliknya, penyatuan antara

gamet-gamet itu bisa jua tidak terjadi, namun tetap menghasilkan buah dengan biji yang dapat berkembang menjadi tumbuhan baru. Peristiwa itu dinamakan **apomiksis**. Misalnya pada manggis (*Garsinia mangostana*) yang berlangsung tanpa pembuahan. Pembentukan embrio tidak senantiasa terjadi dari sel telur yang dibuahi melainkan juga dari sel lain di sekitar sel telur. Sel nuselus dapa pula berkembang menjadi struktur mirip embrio. Pada jeruk (*Citrus sp.*) ditemukan lebih dari satu embrio. Jika jumlahnya banyak peristiwanya disebut **poliembrioni**. Poliembrioni juga ditemukan pada jenis Gramineae, dan rotan.

E. BUAH (Fructus)

A. Pembentukan dan morfologi buah secara umum

Pada umumnya, bunga yang telah diserbuk dengan berhasil, akan dapat mengalami pembuahan. Pembuahan berlangsung dalam bakal biji yang telah mempersiapkan sel telur dalam kantong embrio. Setelah pembuahan, bakal buah berkembang menjadi buah dan bakal biji berkembang menjadi biji. Bijilah yang berperan penting dalam pelestarian jenis. Dan struktur buah yang berkaitan dengan penyebrannya. Dalam pembentukan buah terjadi dua proses yang terpisah yakni perkembangan bakal biji menjadi biji dan modifikasi dinding

bakal buah menjadi dinding buah. Setelah pembuahan, kelopak, tajuk, benang sari, tangkai dan kepala putik akan layu kemudian gugur. Namun kadang-kadang jaringan lain di sekitar bunga akan turut serta dalam pembentukan buah, atau bagian yang telah ada berkembang lebih lanjut seperti dua helai kelopak pada *Dipterocarpaceae* yang tumbuh berstruktur sayap dan membantu penyebaran buaholeh angin.

Suatu perbedaan yang sering dipakai dalam penggolongan buah adalah apakah buah dibentuk hanya dari jaringan bakal buah atautkah ada tambahannya. Buah yang berkembang hanya dari bakal buah dinamakan **buah sejati**. Namun jika selain bakal buah juga turut serta jaringan tambahan yang berasal dari sekitar bakal buah dinamakan **buah semu**. Pada perkembangannya dinding buah seringkali menebal, bahkan berdaging. Dalam hal itu dapat dibedakan lapisan sebagai berikut.

1. **Eksokarp**, juga disebut epikarp (*exocarpium*, *epicarpium*), yakni bagian luar yang lebih keras dan bersifat seperti jangat.
2. **Mesokarp** (*mesocarpium*), yakni bagian tengah yang terdiri dari jaringan renggang atau berserat dan merupakan bagian terlebar.

3. **Endokarp** (endocarpium), lapisan paling dalam dan paling tipis.

Jika tidak dapat dibedakan lapisan-lapisan itu, dinding buah juga disebut **perikarp** (pericarpium). Dalam buah seringkali terdapat **sekat pemisah** (septum) dan jaringan tempat biji melekat yakni **plasenta** (placenta). Pada buah pisang mesokarp tebal dan berdaging sehingga dinamakan **daging buah**.

B. Penggolongan buah

Menurut perkembangan bakal buah dikenal:

1. **Buah tunggal**, merupakan hasil perkembangan sebuah daun buah seperti pada buah kacang merah atau hasil perkembangan lebih dari satu daun buah seperti pada buah tomat dan buah pepaya.
2. **Buah ganda** (buah anegat), yakni buah yang dibentuk oleh ginesum apokarp. Setiap daun buah mempertahankan identitasnya juga setelah buah masak seperti buah cempaka (*Michelia champaca*).
3. **Buah majemuk**, yaitu buah yang diperoleh dari perkembangan suatu perbungaan secara bersama sehingga terjadi satu kesatuan seperti pada nanas, nangka dan cempedak (**Artocarpus communis**).

C. Buah semu (*fructus spurius*)

Beberapa contoh buah semu yang dikelompokkan menurut tiga kategori yaitu:

1. Buah semu tunggal;
 - a. Tangkai bunga jambu monyet (*Anacardium occidentale*), akan membengkok serupa struktur buah dan buah sesungguhnya berada di atasnya.
 - b. Pada buah manggistan (*Garcinia mangostana*), kepala putik jelas terlihat pada permukaan buah, dan bagian-bagiannya menunjukkan jumlah daun buah (putik) yang turut membentuk buah tersebut. Selain itu, kelopak juga persisten yakni bertahan, dan tidak gugur.
 - c. Pada *Physalis minima*, daun kepolap akan tumbuh lebih panjang dan lebar, sambil menyelubungi bakal buah yang membesar. Sehingga buah tidak terlihat dari luar karena tertutupi selubung yang tersusun oleh daun kelopak.
2. Buah semu ganda, ditunjukkan oleh buah yang berasal dari bunga dengan ginesium apokarp seperti; buah arbei (*Fragaria*). Dasar bunga membesar, dan bersama bakal buah pada setiap putik dari bunga yang berginesium apokarp ini membentuk buah ganda.

3. Buah semu majemuk, berasal dari bunga majemuk seperti pada; buah nangka (*Artocarpus heterophylla*), adalah buah semu yang terdiri dari sumbu buah majemuk tempat melekat kuntum bunga betina yang tanda bunganya saling berlekatan serta merupakan bagian paling luar dari buah.

D. Buah sejati

Dibedakan atas:

- a. Buah sejati tunggal; contohnya buah alpukat (*Persea americana*) memiliki satu ruang dan satu biji, buah pepaya (*Carica papaya*) dengan satu ruang dan banyak biji, buah durian (*Durio zibethinus*) banyak ruang dan setiap ruang terdapat beberapa biji.
- b. Buah sejati ganda, contohnya cempaka (*Michelia champaca*)
- c. Buah sejati majemuk, contohnya buah *Ficus*

1. Buah sejati tunggal kering (*siccus*)

- a. Buah kering, berbiji satu dan tidak memecah, dibagi menjadi:
 - 1) Buah kurung (*achenium*), terdiri dari satu bakal buah, buah keras.
 - 2) Buah padi (*caryopsis*), umumnya pada Gramineae

- 3) Buah keras atau geluk (*nux*), contohnya buah sarangan (*Castanea argentea*)
 - 4) Buah keras yang bersayap (*samara*), contohnya buah *Casuarina equisetifolia*
- b. Buah kering berbiji banyak, dibedakan atas:
- 1) Buah berbelah dua (*diachenium*), pada buah adas (*Foeniculum vulgare*)
 - 2) Buah berbelah tiga (*triachenium*), pada *Tropaeolum*
 - 3) Buah berbelah empat (*tetrachenium*), pada Labiatae
 - 4) Buah berbelah lima (*pentachenium*), pada *Sida carpinifolia*
 - 5) Buah berbelah banyak (*polychanium*), pada Malva

Buah kotak bisa terdiri dari satu daun bah atau lebih dan berbiji banyak. Bila masak buah akan memecah namun kulit akan tetap melekat pada tangkai buah. Beberapa macam buah kotak sebagai berikut.

- 1) Buah buncung (*folliculus*), contohnya tapak dara (*Catharanthus roseus*)
- 2) Buah polong (*legumen*), contohnya ercis (*Pisum sativum*)
- 3) Buah kotak sejati (*capsula*)

2. Buah sejati tunggal berdaging (*carnosus*)

Macam-macam buah berdaging adalah:

- a. Buah buni yang berkulit liat seperti pisang (*Musa paradisiaca*). Buah bacai (*Capsicum*) dan buah pala (*Myristica fragrans*) disebut juga buah buni kering.
- b. Buah mentimun atau **pepo**, dinding buah bagian luar keras seperti kulit dan sering terdapat rongga ditengah buah.
- c. Buah jeruk atau hesperidium. Eksokarp terdiri dari lapisan tipis, seperti kulit, bisa berwarna dan berbau harum akibat kelenjar minyak atsiri. Lapisan ini disebut flavedo. Lapisan mesokarp lebih tebal, strukturnya seperti jaringan spons, berwarna putih tak berbau. Lapisan ini disebut albedo. Lapisan endokarp menghasilkan cairan yang amat digemari itu.

Buah batu (*drupa*), memiliki endokarp bersklerenkim sehingga biji berbatasan dengan suatu struktur yang amat keras dan disebut batu (*pyrena*, *putamen*). Penamaan diberikan menurut jumlah 'batu'nya:

- a. Berbatu satu (*drupa monopyrena*), misalnya kelapa
- b. Berbatu dua (*d. dipyrena*), misalnya *Cornus*
- c. Berbatu tiga (*d. tripyrena*), misalnya pada *Sambucus*

- d. Berbatu banyak (d. polypyrena), misalnya *Sararanga* (Pandanaceae).

Buah apel (*pomum*). Epikarp tipis, tersifat seperti kulit. Mesokarp berdaging, endokarp seperti kulit atau seperti tanduk. Ada beberapa ruang buah yang masing-masing terisi sebutir biji. Contoh: buah apel (*Pyrus pumila*).

3. Buah sejati ganda

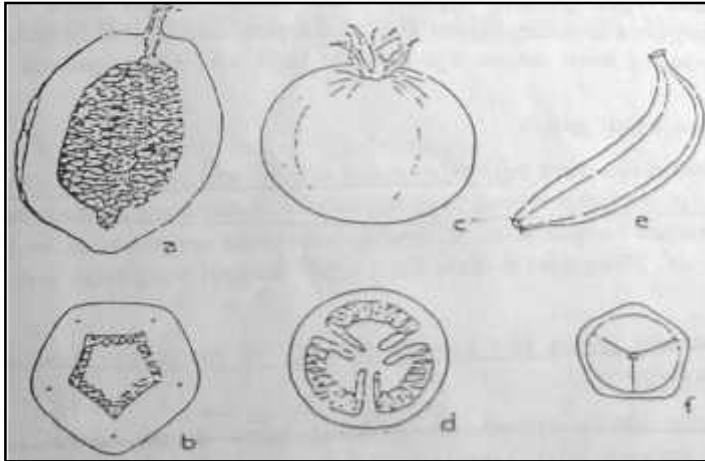
Buah sejati ganda adalah buah yang berasal dari bunga berginesium apokarp, dan setiap bakal buah yang terpisah berkembang menjadi buah sejati.

- a. Buah kurung ganda, seperti pada mawar (*Rose hybrida*)
- b. Buah batu ganda, seperti pada jenis *Rubus*.
- c. Buah bumbung ganda, seperti pada cempaka (*Michelia champaca*)
- d. Buah buni ganda, seperti pada srikaya (*Annona squamosa*).

4. Buah sejati majemuk

Buah berasal dari bunga majemuk menurut perkembangan bakal buahnya. Dibedakan atas:

- a. Buah kurung majemuk, seperti pada bunga matahari
- b. Buah batu majemuk, misalnya pada pandan (*Pandanus tectorius*)
- c. Buah buni majemuk, misalnya buah nanas.



Gambar 4.36 Penampang melintang; a-b. Buah pepaya, c-d. buah tomat, e-f. Buah pisang

F. Biji (semen)

1. Perkembangan embrio dan biji

Setelah pemuanan ganda, jaringan-jaringan baru yakni embrio dan endosperm berkembang disertai perkembangan atau pertumbuhan jaringan lain di sekelilingnya seperti jaringan dinding bakal buah yang berkembang menjadi jaringan buah.

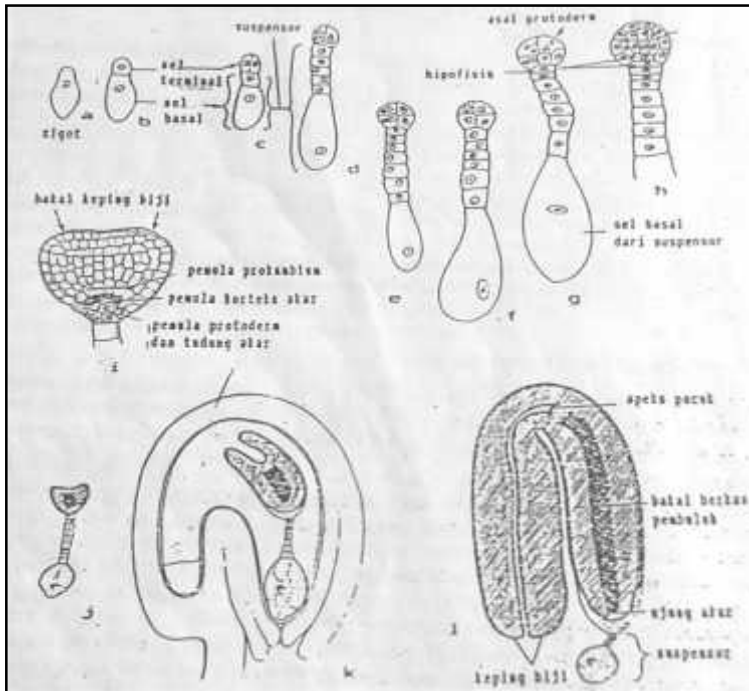
Sebagai contoh perkembangan embrio lazim digunakan *Capsella bursa-pastoris*. Pembelahan pertama sel zigot mengikuti bidang tegak lurus terhadap sumbu kantung embrio, menghasilkan sel basal yang mengarah mikropil dan **sel terminal** yang mengarah ke tengah embrio. Kemudian **sel**

basal mengalami pembelahan dalam bidang yang sama sementara sel terminal membelah dalam bidang sejajar sumbu kantung embrio. Struktur bersel 4 yang terjadi dinamakan **tetrad**. Sel dibagian ujung suspensor yakni sel basal suspensor membengkak dan memiliki penebalan dinding di sebelah dalam. Sel tersebut tampaknya berfungsi sebagai alat pengabsorpsi dan sebagai alat untuk melekatkan benang yang memanjang tersebut diatas. Dengan demikian sel terminal dengan struktur yang dihasilkannya terdorong ke dalam kantung embrio. Sel suspensor tepat dibawah sel terminal berbeda dari sel suspensor lainnya karena turut berperan dalam pembentukan embrio dan derivatnya (turunannya) membentuk tudung akar dan ujung akar dari embrio. Kedua sel hasil pembelahan sel terminal membelah dengan bidang vertikal yang juga tegak lurus terhadap bidang yang membelah sel terminal. Dengan demikian terjadi 4 sel dan stadium ini dinamakan **stadium kuadran**. Pembelahan semua sel dalam stadium ini menurut bidang tegak lurus sumbu kantung embrio menghasilkan 8 sel yang disebut **stadium oktant**. Setelah itu pada sel oktant terjadi pembelahan periklinal yakni dalam bidang sejajar permukaan sehingga kini suatu daerah sel ditengah terpisah dari lapisan sel disebelah luar.

Lapisan sel di sebelah luar itu, setelah membelah-belah lagi antiklinal akan menjadi bakal epidermis. Pembelahan berikutnya menghasilkan bentuk yang bulat yang dinamakan **stadium bulat** (globular). Di dua tempat pembelahan sel akan lebih aktif dari tempat lain sehingga kedua tonjolan yang terjadi membuat struktur mempunyai bentuk jantung dan dinamakan stadium jantung. Kedua tonjolan akan tumbuh menjadi keping biji pada embrio. Tapal perkembangan yang dimulai waktu embrio terdiri dari dua sel hingga dibentuknya alat seperti keping biji, dinamakan stadium **proembrio**. Diantara kedua keping biji terdapat bakal batang muda, yang jika tumbuh menghasilkan **epikotil**. Jaringan dibawahnya adalah **hipokotil** yakni batang di bawah keping biji (cotyledon) yang berkesinambungan dengan akar. Tempat keping biji melekat pada sumbu tumbuhan baru juga penting oleh karena jaringan pembuluh mulai tampak di daerah itu. Secara singkat dapat dikatakan bahwa derivat sel basal menghasilkan suspensor dan ujung akar embrio sedangkan derivat dari sel terminal menghasilkan keping biji dan ujung batang.

Perkembangan embrio tidak berlangsung terus menerus. Setelah bagian-bagian embrio terbentuk pembelahan sel mereda dan terhenti kemudian terjadi pengeringan biji. Akhirnya

bijilepas dari plasenta, dan bekas melekatnya tangkai biji disebut **hilum**. Biji mengalami masa tak aktif dengan kecepatan respirasi sangat rendah. Pada stadium kering ini biji amat resisten terhadap perubahan dari lingkungan luarnya.



Gambra 4.37 Perkembangan embrio pada Capsella bursa-pastoris

2. Bagian sebelah luar

- a. **Arilus atau salut biji** (*arillus*); jaringan ini berasal dari tangkai biji yang tumbuh menyelubungi biji. Pada durian arilus menebl dan berdaging, warnanya kuning,

sedangkan pada rambutan (*Nephellium lappaceum*) warnanya putih dan berdaging.

- b. **Kulit biji** (*spermodermis, testa*); susunan kulit biji biasanya terdiri dari integumen dan kadang-kadang juga sedikit nuselus dan sisa endosperm. Pada biji yang tersimpan dalam kulit buah, kulit biji umumnya tipis dan lunak. Lapisan kulit biji kadang dibedakan menjadi tiga macam yaitu, disebelah luar **sarkotesta** yang berwarna merah, kemudian **sklerotesta** yang tebal dan keras dan paling dalam berupa lapisan tipis seperti selaput atau berdaging yakni **endotesta**.
- c. **Rambut dan sayap**; kulit biji sering berambut seperti pada kapas (*Gossypium*), sayap pada biji ditemukan banyak pada Bignoniaceae. Pada kapok (**Ceiba pentandra**) rambut tumbuh dari dinding buah sehingga biji tampak bebas didalamnya.
- d. **Rafe, karunkula dan penutup embrio**; bekas tempat tangkai biji akan berhadapan dengan mikropil atau berada di satu sumbu jika bakal biji sebelumnya bersifat atrop. Jika bersifat anatrop atau kampilotrop letak mikropil berdampingan dengan bekas tangkai biji. Perbedaannya adalah bahwa biji anatrop memiliki rafe

(*raphe*) dan kalaza berada di tempat yang berlawanan dengan rafe. Tepi mikropil kadang-kadang tumbuh menjadi tonjolan yang disebut karunkula dan keras seperti pada biji *Ricinus*. Untuk membantu dalam berkecambah, pada endokarp atau endosperm terdapat daerah kecil yang tipis dan menjadi tempat yang mudah ditembus oleh akar embrio. Tutup itu disebut penutup embrio (*papilla embryotega*).

3. Bagian biji sebelah dalam

Bagian biji di bawah testa terdiri dari embrio saja atau terdiri dari embrio dan endosperm yang menyimpan cadangan makanan.

- a. Endosperm; menurut sifatnya endosperm dinamakan berbutir (*farinosus*) berdaging (*carinosus*) seperti pada *Ricinus* dan kelapa, seperti tanduk jika kerasnya seperti tanduk (*corneum*) misalnya pada kopi (*Coffea arabica*), kerasnya seperti batu (*lapideus*) misalnya pada banyak *Palmae*, berair (*aquosus*) seperti pada kepala, bening seperti kaca (*hyalinus*) misalnya pada jagung manis.
- b. Embrio atau lembaga (*embryo*); pada *Orchidaceae*, *Rafflesiaceae*, embrio tidak tumbuh lebih lanjut dari

stadium bulat (globular). Pada kacang, embrio telah berkembang dan memperlihatkan akar, hipokotil, keping biji dan di antara ke dua keping biji terdapat pucuk embrio yakni plumula.

- c. Bagian-bagian embrio; akar embrio (*radicula*) merupakan akar utama pada tumbuhan muda, batang embrio (*cauliculus*) merupakan buku tempat melekatnya keping biji dan epikotil, dan keping embrio (*cotyledon*) merupakan daun pertama tumbuhan.

4. Perkecambahan

Pada waktu perkecambahan, kecambah yang bergantung pada makanan dalam biji berkecambah menjadi kecambah yang dapat berfotosintesis jadi membuat makanannya sendiri. Mula-mula air masuk ke dalam biji dengan adanya imbibisi. Akar akan segera dibentuk untuk menyerap tambahan air dan melekatkan tumbuhan pada tanah. Berdasarkan tempat biji dalam proses perkecambahan dibedakan:

- Perkecambahan epigeal (gea menunjukkan tanah, epi berarti di atas). Pada proses ini, keping biji terangkat ke atas permukaan tanah karena pemanjangan hipokotil. Kulit biji akan tanggal, keping biji menjadi sedikit

kehijauan sehingga berfotosintesis namun segera jatuh.

Contoh: kacang hijau (*Phaseolus radiatus*).

- Perkecambahan hipogeal, jika pada proses perkecambahan keping biji tetap di bawah permukaan tanah. Dalam hal ini pemanjangan hipokotil terjadi namun tidak sampai mengangkat keping biji ke atas permukaan tanah. Keping biji tetap di bawah tanah dan yang memanjang adalah epikotil. Contoh: kacang ercis (*Pisum sativum*) dan jagung.

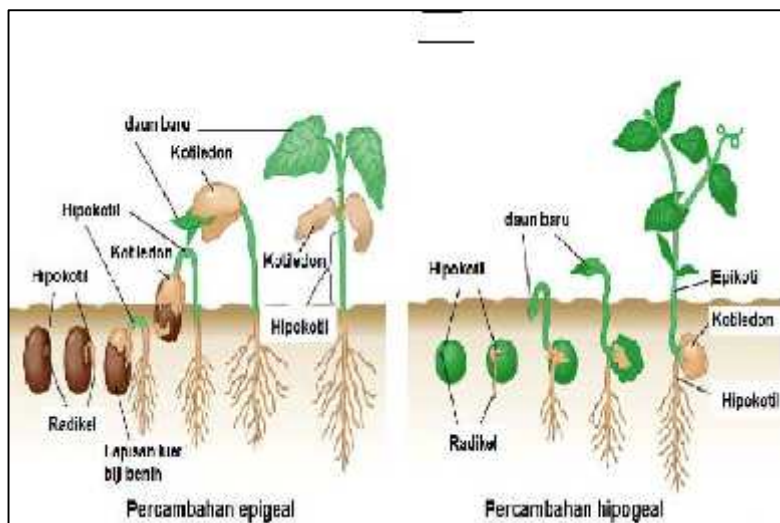
1. Perkecambahan pada dikotil

Daun pertama pada batang setelah keping biji biasanya lebih sederhana dibanding yang tumbuh demikian. Kadang-kadang berbentuk sisik seperti pada nangka. Sebelum dibentuk daun hijau, sejumlah sisik dibentuk lebih dahulu. Pada *Phaseolus vulgaris* daun pertama sesudah keping biji berjumlah dua dan beranak daun satu, serta letaknya pada batang dalam posisi berhadapan. Daun-daun berikut masing-masing beranak daun tiga dan letaknya tidak berhadapan, melainkan dalam spiral. Pada sistem akar tunggang dibentuk juga akar tambahan.

2. Perkecambahan pada monokotil

Pada tumbuhan monokotil seperti gandum atau padi yang mengandung banyak endosperm, keping biji berupa jaringan tipis yang terletak di antara endosperm dan embrio, dinamakan perisai atau skutelum. Dalam sayatan memanjang embrio menunjukkan akar embrio (*radicula*) dengan tudung akar (*calyptra*), batang embrio dengan skutelum dan epiblas serta titik tumbuh dan beberapa helai daun yang bersama-sama membentuk pucuk embrio (*plumula*). Pucuk tersebut diselubungi oleh seludang pucuk atau koleoptil (*coleoptilum*). Akar embrio dikelilingi oleh seludang akar atau koleoriza (*coleorrhiza*). Jika butir gandum ditanam lebih dalam dari 2 cm misalnya, maka tanaman berupaya untuk mencapai kedalaman 2 cm dengan lebih dahulu memperpanjang beberapa cabang sampai memperoleh kedalaman yang sesuai. Pada sejumlah monokotil keping biji dapat memanjang ketika kerkecambah. Ujung satu tetap dalam biji dengan endosperm sedangkan ujung yang lain mendorong sis embrio ke luar biji.

Hipokotil merupakan bagian sumbu batang di antara keping biji dan akar.



Gambar 4.38 Tipe-tipe Perkecambahan

Latihan 1

1. Jelaskan jenis-jenis filotaksis!
2. Jelaskan tahapan perkembangan akar
3. Jelaskan jenis-jenis antotaksis beserta contohnya!
4. Jelaskan jenis-jenis buah berdasarkan perkembangan bakal buah beserta contohnya!
5. Jelaskan jenis-jenis perkecambahan beserta contohnya!

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan. 2009. *Biologi Sel*. Makassar: Universitas Negeri Makassar.
- Anonim₁. 2016. *4 Jaringan Penyusun Akar, Penjelasan dan Gambar Ilustrasinya*. <http://www.ebiologi.com/2016/01/4-jaringan-penyusun-akar.html>. Diakses 20 Februari 2017.
- Anonim₂. 2015. *Pengertian Jaringan Meristem, Fungsi, dan Ciri-Cirinya*. <http://www.ebiologi.com/2015/12/pengertian-jaringan-meristem-fungsi-ciri.html>. Diakses 20 Februari 2017.
- Anonim₃. 2015. *Pengertian Jaringan Parenkim, Ciri, Sifat, Fungsi & Jenisnya*. <http://www.artikelsiana.com/2015/09/pengertian-jaringan-parenkim-ciri-sifat.html>. Diakses 20 Februari 2017.
- Anonim₄. 2013. *Jaringan Parenkim Tumbuhan*. <http://www.pusatbiologi.com/2013/01/jaringan-parenkim-tumbuhan.html> sifat-sifat. Diakses 20 Februari 2017.
- Anonim₅. 2015. *Jaringan Parenkim pada Tumbuhan, Fungsi, Ciri, dan Gambar Lengkap*. <http://www.ebiologi.com/2015/12/jaringan-parenkim-pada-tumbuhan-fungsi.html>. Diakses 20 Februari 2017.
- Anonim₅. 2017. *Banana Plantation*. <http://Pixabay.com>. Diakses 20 Februari 2017.
- Anonim₆. 2017. *Jarak Cina si Pohon Yodium Sembuhkan Luka dengan Cepat*. <http://infoherbalis.com>. Diakses 20 Februari 2017.

- Anonim⁷. 2012. *Manfaat Daun, Batang dan Buah Singkong*. <http://wordpress.com>. Diakses 20 Februari 2017.
- Anonim⁷. 2017. Perkembangbiakan Vegetatif Secara Alami pada Tumbuhan Biji. <http://rumahbelajar.kemdikbud.go.id>. Diakses 20 Februari 2017.
- Campbell. 1999. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Darjanto dan Siti Satifah. 1990. *Pengetahuan Dasar Biologi Bunga dan Teknik Penyerbukan Silang Buatan*. Jakarta: PT Gramedia.
- Prasetyo, Eni. 2013. *Ketapang (Terminalia catappa)*. Enee11.blogspot.co.id. <http://Jack-planter.co.id>. Diakses 20 Februari 2017.
- Fahn, A. 1992. *Anatomi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Irawan, Taufiq. 2016. Aspek Botani dan Morfologi Kelapa Sawit. <http://Jack-planter.co.id>. Diakses 20 Februari 2017.
- Karim, Hilda. 2008. *Morfologi Tumbuhan*. Makassar: Universitas Negeri Makassar.
- Muhammadiyah, Asia dan Hilda Karim. 2008. *Anatomi Tumbuhan*. Makassar: Universitas Negeri Makassar.
- Tjitrosoepomo, Gembong. 2016. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

GLOSARIUM

Angiospermae	:tumbuhan biji tertutup
Derivat	:turunan
Difusi	:peristiwa mengalirnya/berpindahannya suatu zat dalam pelarut dari bagian berkonsentrasi tinggi ke bagian yang berkonsentrasi rendah.
Dorman	:suatu keadaan berhenti tumbuh yang dialami organisme hidup atau bagiannya sebagai tanggapan atas suatu keadaan yang tidak mendukung pertumbuhan normal
Eksositosis	:mekanisme transpor molekul besar seperti protein dan polisakarida, melintasi membran plasma dari dalam ke luar sel (sekresi) dengan cara menggabungkan vesikula berisi molekul tersebut dengan membran plasma
Endositosis	:transpor makromolekul dan materi yang sangat kecil ke dalam sel dengan cara membentuk vesikula baru dari membran plasma.
Epifit	:tumbuhan yang tumbuh dengan cara menumpang pada tumbuhan lain sebagai tempat hidupnya
Gymnospermae	: tumbuhan biji terbuka

Hidrofit	:tumbuhan yang mampu menyesuaikan diri pada di daerah perairan
Histologi	:ilmu yang berhubungan dengan jaringan
Kutin	:suatu bahan organik derivat lemak yang membangun kutikula epidermis
Lisigen	:cara pembentukan ruang antarselular sebagai akibat melarutnya sel
Mikoriza	:bentuk simbiosis antara cendawan (fungi) dengan tumbuhan tingkat tinggi (tumbuhan berpembuluh, Tracheophyta), khususnya pada sistem perakaran
Osmosis	:perpindahan molekul air melalui selaput semipermeabel selektif dari bagian yang lebih encer ke bagian yang lebih pekat
Perdu	:tumbuhan yang batangnya kecil dan tingginya hanya beberapa meter
Primordium	:calon, bakal, kuncup
Rhizoma	: batang di dalam tanah
Skizogen	:cara pembentukan ruang antarselular karena pemisahan sel-sel sepanjang lamela tengahnya
Transpirasi	:proses hilangnya air dalam bentuk uap air dari jaringan hidup tumbuhan yang terletak di atas permukaan tanah melalui stomata, lubang kutikula dan lentisel.

- Turgor** :tekanan yang mendorong membran sel terhadap dinding sel pada tumbuhan, bakteri, dan fungi, serta pada sel protista yang tidak memiliki dinding sel.
- Xerofit** :tumbuhan yang telah beradaptasi terhadap kehidupan di daerah kering

INDEX

- Androecium 153
Anthotaxis 153
Amilum 75
Amfimiksis 170
Apomiksis 170
Asimilasi 26, 90
Budding 5
Bulbus Tunica 107
Coniferaea 66
Cormus 107
Differensiasi 20
Difusi 5
Dikotom 94, 95
DNA 7
Dorman 21
Endarch 64
Endositosis 5
Eksositosis 5
Epikotil 181
Exarch 56
Felogen 57
Guard cell 31
Gymnospermae 23
Gynoecium 153
Hipokotil 181
Histologi 58
Inflorescentia 153
Intervaskuler 66
Kriptopor 85
Lamina 109
Libiform 45
Lisigen 54
Metabolisme 13
Metaxilem 85
Model Aubreville 100
Model Chamberlain 98
Model Champagnat 101
Model Corner 97
Model Leeuwenberg 98
Model Holtum 96
Model Koribo 99
Model Massart 100

Model Rauh 100
Model Roux 100
Model Tomlinson 98
Model Troll 102
Monopodial 93, 94
Noktah 45
Nukleotida 7
Ortotrop 98, 100
Osmosis 5
Partenogenesis 170
Petiolus 109
Phyllotaxis 126
Pita caspary 55, 67
Poliferasi 59
Polinasi 168
Poliembrioni 171
Prokambium 56
Radikula 51
Respirasi 12
Roset 65
Sel kersik 31, 38
Sel kipas 31, 37
Sel peresap 55
Simpodial 94, 95, 98
Skizogen 54
Sklereid 71,72
Spina 31,35
Spiral genetik 136
Statolit 52
Stomata 31, 32
Sudut divergensi 136
Trakeid 45
Trikoma 34, 35
Turgor 15
Vagina 109
Velamen 31, 36
Zat ergastik 17