

Firman Ali Rahman, M.Si

BUKU AJAR

ANATOMI TUMBUHAN

Editor:

Najah Sholehah M.Pd | R. Didi Kuswara, M.Pd



Firman Ali Rahman, M.Si

BUKU AJAR

**ANATOMI
TUMBUHAN**

Editor:

Najah Sholehah, M.Pd | R. Didi Kuswara, M.Pd

Buku Ajar Anatomi Tumbuhan

©Alfa press

Penulis : Firman Ali Rahman, M.Si
Editor : Najah Sholehah, M.Pd dan R. Didi Kuswara, M.Pd
Layout : Tim Creative
Desain Cover : Tim Creative

All rights reserved

Hak Cipta dilindungi Undang Undang Dilarang memperbanyak dan menyebarkan sebagian atau keseluruhan isi buku dengan media cetak, digital atau elektronik untuk tujuan komersil tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit.

ISBN : 978-623-09-1090-6
Cetakan : Desember 2022

Penerbit:
CV. Alfa Press
Jln. Penimbung, Gunungsari, Kabupaten Lombok Barat,
Nusa Tenggara Barat 83351
Tlp. 087853490061
email: cvalfapress@gmail.com

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirobbil 'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku ajar ini. Shalawat dan salam tidak lupa kita khaturkan kehadiran yang mulia Nabi Muhammad SAW sebagai penghujung para nabi.

Buku ini disusun sebagai salah satu sumber ajar untuk mata kuliah Anatomi Tumbuhan pada program studi pendidikan biologi maupun program studi biologi sebagai bahan untuk memenuhi kebutuhan kurangnya sumber rujukan yang sesuai dengan kurikulum sekarang.

Penulis berharap buku ajar ini dapat memberikan manfaat bagi upaya peningkatan pemahaman mahasiswa terhadap mata kuliah Anatomi Tumbuhan di Universitas Islam Negeri Mataram dan bagi mahasiswa Universitas lain pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Mataram, 14 Desember 2022

Salam hormat,

Ttd

Firman Ali Rahman, M.Si

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	v
MATERI 1. STRUKTUR SEL.....	1
MATERI 2. JARINGAN MERISTEM.....	15
MATERI 3. JARINGAN PARENKIM	26
MATERI 4. JARINGAN SKELERENKIM	38
MATERI 5. ANATOMI AKAR.....	53
MATERI 6. ANATOMI BATANG.....	71
MATERI 7. ANATOMI DAUN.....	88
MATERI 8. ANATOMI BUNGA	96
MATERI 9. ANATOMI BUAH.....	105
MATERI 10. ANATOMI BIJI DAN PERKECAMBAHAN	115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sel tumbuhan.....	5
Gambar 2. Sel Hewan	12
Gambar 3. Jaringan meristem.....	17
Gambar 4. Pertumbuhan primer dan sekunder	20
Gambar 5. Meristem apikal pada tumbuhan	21
Gambar 6. Meristem pucuk dan akar	22
Gambar 7. Letak kambium vaskuler dan intervaskuler	23
Gambar 8. Meristem interkalar pada batang rumput-rumputan	23
Gambar 9. Jaringan dasar pada struktur anatomi daun	28
Gambar 10. Gambar jaringan parenkim.....	31
Gambar 11. Jaringan parenkim berdasarkan bentuknya.	34
Gambar 12. Sel batu (brachysclereida)	44
Gambar 13. Macrosclereida (sel tongkat)	44
Gambar 14. Osteosklerosis (sel tulang)	45
Gambar 15. Asteroid (sel bintang).....	45
Gambar 16. Trichosclereida	46
Gambar 17. Struktur morfologi akar tunggang	57
Gambar 18. Struktur morfologi akar serabut.....	58
Gambar 19. Struktur morfologi akar tunggang	58
Gambar 20. Modifikasi akar tunggang menjadi penyimpanan makanan.....	62
Gambar 21. Modifikasi akar tunggang menjadi alat bantu respirasi	62
Gambar 22. Simbiosis dengan bakteri Rhizobium leguminosarum	63
Gambar 23. Modifikasi akar adventif sebagai cadangan makanan	64
Gambar 24. Modifikasi akar sekunder untuk penyangga.....	65
Gambar 25. Modifikasi akar sekunder dengan fungsi khusus.....	66
Gambar 26. haustoria atau akar parasitik	66

Gambar 27. Batang tumbuhan	73
Gambar 28. Anatomi batang tumbuhan	76
Gambar 29. Tanaman jahe.....	81
Gambar 30. Umbi lapis	82
Gambar 31. Umbi batang	82
Gambar 32. Cabang pembelit	83
Gambar 33. Duri spina	83
Gambar 34. Geragih (flagellum).....	84
Gambar 35. Anatomi daun	91
Gambar 36. Daun dikotil.....	93
Gambar 37. Morfologi bunga	101
Gambar 38. Bunga tidak sempurna.....	102
Gambar 39. Bunga lengkap	102
Gambar 40. Bunga tidak lengkap	103
Gambar 41. Anatomi buah	107
Gambar 42. Pembentukan buah.....	107
Gambar 43. Buah pepo (melon).....	111
Gambar 44. Buah kelapa	112
Gambar 45. Anatomi Buah mangga (a) kelapa (b).....	113
Gambar 46. Anatomi testa.....	121
Gambar 47. Anatomi embrio biji tumbuhan	123
Gambar 48. Anatomi biji (bakal daun dan akar)	124

MATERI I

STRUKTUR SEL

Penelitian sel merupakan bagian penting dari penelitian fisiologi tumbuhan. Tumbuhan adalah organisme multisel yang berisi banyak sel khusus bekerja sama untuk menjalankan manfaatnya. Sel tumbuhan mengandung beberapa organel seperti tembok sel, plasma sel, membran plasma, RE, aparatus Golgi, vakuola, mikroorganisme, sferosom, sitoskeleton, ribosom, mitokondria, plastid, dan inti sel. Setiap organel mempunyai bentuk dan manfaat yang lain.

Sel ialah partikel terkecil dari organisme hidup dan mereka bisa hidup tanpa sel lain. Sel merupakan bentuk terkecil yg bisa tumbuh & berkembang biak. Bentuk sel terbagi sebagai struktur prokariotik & eukariotik. Sel tanaman termasuk sel eukariotik.

Tinjauan Pustaka

Sel kata pertama kali diciptakan oleh Robert Hooke. saat meneliti 167 irisan jamur dengan mikroskop di 1000 senam. Dia melihat sebuah ruangan kecil bernama "Cella", artinya ruangan kecil. Hampir 200 tahun kemudian, Dutrochet, Bon Schleide, dan Schwan mendukung penemuan Robert Hooke. Pada tahun 1835, Durjdin melaporkan adanya zat yang tebal yang saat ini dikenal sebagai Protoplasma. Pada pertengahan abad ke-19, muncul konsep bahwaSel berkembang dari sel yang ada. Virchow mendeklarasikan Omnis cellula & cellula. Sejak abad ke-20, beberapa ilmuwan sudah menemukan berbagai macam struktur atau bentuk pada sel kita dan bentuk lain, di mana ditemukan organel seperti mitokondria, golgi, ditiosom, kloroplas. Kemajuan teknologi dan penemuan alat canggih telah

menunjukkan bahwa struktur dan fungsi sel tidak sesederhana kelihatannya. diperkirakan sebelumnya (Zairin, 2018)

Sel merupakan bagian terkecil dasar struktur dan fungsi aktivitas. Sebagian organisme bersifat uniseluler, seperti amuba dan kebanyakan bakteri. makhluk hidup lain, termasuk flora dan fauna, bersifat tunggal. Meskipun beberapa makhluk hidup melakukan semua fungsi kehidupan, pada makhluk hidup pembagian kerja terjadi di antara sel-sel khusus. Sel memiliki bagian dan organel yang berbeda menurut bentuk, ukuran, struktur dan fungsinya. Sel tumbuhan adalah eukariota. Unsur seluler atau organel sel tumbuhan bersel satu adalah dinding sel, membran sel (membran plasma sel), retikulum endoplasma, aparatus Golgi, nukleus (inti sel), vakuola, mitokondria, ribosom, sitoplasma, peroksisom, dan kloroplas (Handoko *et al.*, 2020).

Tumbuhan terdiri dari sel. Sel ialah unit terkecil makhluk hidup. sel tumbuhan terdiri dari dinding sel dan protoplasma. Unit ini mengandung sejumlah besar unsur organik dan anorganik. Ini memiliki berbagai peran, misalnya banyak. Sel memiliki berbagai tugas, seperti memproduksi makanan, menyiapkan makanan, mengangkut air, bereproduksi, dan mencegah kehilangan air. Sel tanaman umumnya lebih dominan dari sel hewan. Organ pendiri pada tumbuhan biasanya terdiri dari organ vegetatif dan organ reproduksi. Organ vegetatif terlibat dalam pertumbuhan dan perkembangan sedangkan organ reproduksi terlibat dalam reproduksi tanaman. Tumbuhan dapat berperan sebagai sumber pangan, kayu, bahan kosmetik dan industri, keindahan dan unsur hidrologi. Tumbuhan memiliki sifat yang berbeda dengan makhluk hidup lainnya, misalnya multiseluler (tidak bertranslokasi), sel eukariotik, memiliki dinding sel, dan bersifat totipoten. Organ tumbuhan juga terdiri dari berbagai jaringan, misalnya Maris, parenkim, sklerenkim, Coleen Kim, epidermis dan jaringan

pengangkut. Sel tumbuhan memiliki kemampuan penting untuk mengikat CO₂ dan membentuk dinding sel yang kaku selama fotosintesis (Rizki *et al.*, 2021)

Sel tumbuhan adalah sel eukariotik. Secara umum, Sel tanaman berukuran lebih besar (10-100 µm) daripada sel hewan (10-30 µm). Di alam, tanaman bisa berperan untuk menghasilkan makanan sendiri. Sel tanaman berbeda dengan sel lain karena memiliki dinding sel, yaitu lapisan luar sel di sebelah membran sel (Rasyid *et al.*, 2021).

Sel prokariot ialah organisma mikroskopis uniseluler Mereka tidak memiliki inti yang terikat membran atau organel khusus lainnya. Perangkat keras dan struktur sel prokariotik sangat sederhana. Prokariota dibagi menjadi archaebacteria dan eubacteria. Eubacteria adalah kelompok bakteri dengan ciri-ciri yang terkenal, sedangkan archaea memiliki ekologi yang ekstrim mata air panas, kawah gunung berapi, dan daerah dengan kandungan garam yang tinggi. Sel eukariotik adalah semua organisme hidup dengan inti sel dan organel sel lengkap seperti mitokondria dan aparatus golgi. Mikroorganisme pada eukariotik adalah jamur, ganggang, jamur lendir dan protozoa. Sebagian besar organisme eukariotik bersifat multiseluler (multiseluler) (Essy, 2018).

Sel ialah makhluk terkecil, yang bermaksud sel boleh hidup atau hidup tanpa sel lain. Sel merupakan unit terkecil yg bisa tumbuh & bereproduksi. Unit sel dibagi sebagai struktur sel prokariotik & eukariotik. Sel tanaman jua akan disebutkan. Sel tanaman merupakan sel eukariotik, tetapi akan dibahas secara terpisah karena sel tumbuhan memiliki organel yang unik. Seluruh sel prokariotik memiliki membran plasma nukleoid (dalam bentuk DNA dan RNA) dan sitoplasma yang berisi ribosom. Sel prokariotik tidak mempunyai membran inti. Ciri lain dari sel prokariotik adalah tidak memiliki sistem membran dalam seperti retikulum endoplasma

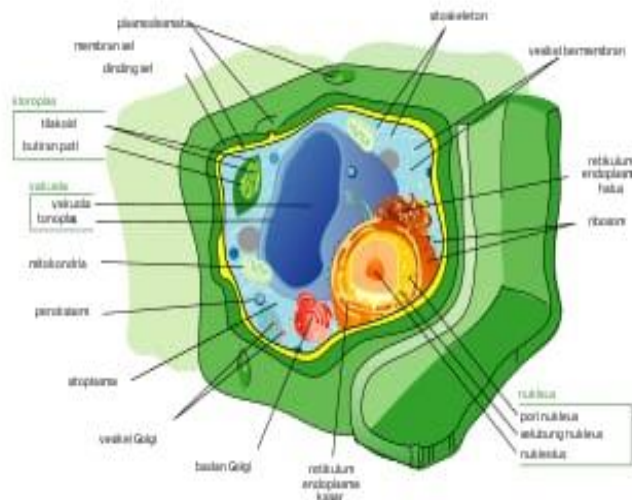
dan kompleks Golgi. Selain itu, sel prokariotik juga kekurangan mitokondria dan kloroplas. Contoh sel prokariotik adalah bakteri dan ganggang biru. Ragam primer antara sel prokariotik dan sel eukariotik adalah bahwa mereka mempunyai nukleus dalam sel eukariotik sedangkan tidak ada dalam sel prokariotik. Sementara itu, sel eukariotik mempunyai sistem membran bagian dalam dengan organel membran misalnya retikulum RE, kompleks Golgi, mitokondria, dan lisosom. Sementara sel eukariotik juga memiliki sentriol, sel prokariotik tidak (Kurniati, 2020).

Sel dalam jaringan tanaman berkomunikasi melalui plasmodesmata. Plasmodesmata merupakan saluran terbuka pada dinding sel tanaman yang mengandung sitosol yang mempertemukan dari sel satu ke sel sebelah. Sitoplasma melintasi plasmodesmata dan menghubungkan isi hidup sel yang berdekatan. Ini yang akan mempertemukan bagian besar tanaman dalam rangkaian masa hidup. Membran sel yang berdekatan terus menerus melalui plasmodesmata. Cairan dan zat terlarut kecil bisa dengan bebas berpindah dari sel ke sel. Moda perantara ini disebut simpati. Molekul protein spesifik & RNA juga bisa melakukan ini pada syarat tertentu (Nugroho, 2021).

Bagian-Bagian Struktur Sel Tumbuhan

Setiap organisme terbagi menjadi 2 macam sel berdasarkan 2 macam yaitu sel yang tidak selaras secara struktural, prokariotik dan sel eukariotik. Terdapat 2 jenis sel ini lain menurut letak DNA pada sel sehingga umumnya DNA pada organisme eukariotik ditutupi oleh membran organel sedangkan pada prokariotik tidak memiliki nukleus. Sel tanaman dewasa bervariasi dalam skala, wujud, struktur, fungsi. Namun, seluruh sel tanaman mempunyai beberapa karakteristik umum sebelum sebuah hipotesis dapat dibayangkan. Sel dengan sifat esensialnya dalam bentuk yang relatif tidak berubah. Sel hipotetis terdiri dari tiga bagian 1 : membran plasma, yang ditutupi secara

eksternal oleh dinding sel, 2: lapisan protoplasma yang menutupi dinding, disebut protoplas, dan 3: rongga yang disebut membran sel. . vakuola sentral yang menduduki umumnya ruang tempat disel.



Gambar 1. Sel tumbuhan

Dinding sel

Sel tumbuhan terdiri dari protoplas yang dikelilingi oleh dinding sel. Dinding sel tumbuhan mempunyai bentuk yang kompleks dibagi menjadi 3 bagian yang pada dasarnya dapat dibedakan: lamela tengah, dinding sel primer, dan dinding sel sekunder. Seluruh sel mempunyai lamela tengah dan dinding sel primer sebaliknya dinding sel sekunder hanya ditemukan di beberapa jenis sel tertentu. Lamela tengah adalah susunan perekat antar sel untuk melindungi dinding primer dari 2 sel yang berdekatan. Susunan ini mayoritasnya terdiri dari air dan bahan pektin, yang bersifat koloid dan plastik (mudah terbentuk) untuk mengharuskan pergerakan antar sel dan penyesuaian memerlukan pada sel sebelum mendekati ukuran dan bentuk dewasa. Dinding sel primer adalah dinding sel sejati pertama yang dibentuk

oleh sel baru. Dinding sel utama termasuk dari selulosa & hemiselulosa, meskipun air, pektin, dan zat protein berlimpah di dalamnya.

Dalam keadaan khusus, dinding sel bisa tebal untuk mengisi tempat antara sel. Dinding sel yang membentuk persimpangan dipanggil dinding sel sekunder dan terdiri daripada dua atau lebih lapisan berasingan. Sel dengan dinding sel sekunder tidak boleh meningkatkan isipadunya dengan pertumbuhan permukaan atau kembali kepada keadaan asal/dinding sel primer. Konstituen dinding sel sekunder terutamanya selulosa dan bahan lain, terutamanya lignin (pulpa kayu). Lignifikasi tidak menjejaskan kebolehtelapan dinding sel dengan ketara kepada air dan bahan terlarut, tetapi mengubah sifat makna dan kimia dinding sel. Dinding sel yang diperbuat daripada kayu adalah lebih keras dan lebih elastik daripada yang diperbuat daripada selulosa.

Batang tumbuhan biasanya lebih keras daripada tubuh manusia. Kita bisa mencoba menjadi teman, tapi kita tidak bisa menjadi pohon berkayu. Ini karena terdiri dari dinding sel yang sangat kaku di luar Tuhan yang esa. Material primer dinding sel adalah selulosa, yang berasal dari glukosa, zat kayu. Selulosa, desa juga mengandung zat lain seperti pektin, hemiselulosa, glikoprotein.

Plasmodesmata

Plasmodesmata adalah benang protoplasma tipis yang ditemukan di lokasi tertentu di dinding sel primer (titik-titik dengan dinding sel tidak tebal). Plasmodesmata bisa tumbus lubang-lubang terkecil dinding sel primer dan lamina interstitial antara sel yang berdekatan, memungkinkan protoplasma dari dua sel untuk berkomunikasi. Plasmodesmata memudahkan pengangkutan bahan dari satu sel ke sel lain tidak melewati selaput hidup. Kehadiran plasmodesmata mampak bahwa tanaman perlilaku lebih seperti satu organisme dari pada sekumpulan sel independen.

Membran sel

Membran plasma merupakan bagian terluar dari sel membatasi isi sel dan lingkungannya. Membran ini ada 2 lapis fosfolipid 50% dan protein (50%). Membran plasma bersifat semipermeabel atau selektif permeabel, yang tugasnya untuk mengatur pergerakan bahan atau pengangkutan zat terlarut masuk maupun keluar sel.

Nukleus

Nukleus merupakan organ dengan susunan molekul sama dengan membran plasma, yakni membran inti antara lain lipoprotein. lubang-lubang kecil di membran plasma memberikan kaitan dengan nukleoplasma dan sitoplasma. Manfaat primer nukleus ialah menjadi senter yang berisi bahan untuk kontrol kegiatan sel dan menentukan sifat keturunan suatu organisme. Bagian dalam inti sel terdiri dari 3 kompon, yaitu:

Nucleolus (nukleus), yang bertanggung jawab untuk sintesis berbagai molekul RNA (asam ribonukleat) yang digunakan dalam perakitan ribosom. Nukleoplasma (cairan inti) adalah cairan yang berasal beawal diprotein.

Nukleoplasma mengandung granula kromatin yang dapat menebal menjadi struktur seperti benang yaitu kromosom yang mengandung DNA (asam deoksiribonukleat), yang berfungsi untuk mentransmisikan informasi genetik melewati sintesis protein.

Sitoplama

Sitoplasma adalah larutan yang ditemukan pada sel kecuali inti sel dan organel sel. Sitoplasma sifatnya koloid, artinya berfifat cair. Sitoplasma terdiri dari air di mana banyak elemen kecil, ion dan protein larut. Bahan lain yang biasa ditemukan di sitoplasma termasuk tetesan minyak dan berbagai kristal yang sebagian besar terdiri dari kalsium oksalat. Ukuran partikel larutan adalah 0,001 hingga 0,1 mikron dan transparan.

Retikulum endoplasma (RE)

RE adalah perpanjangan adalah perpanjangan membran yang saling berkaitan yang membangun lamina, atau bukaan tubular, di sitoplasma. Di bawah mikroskop, retikulum endoplasma muncul sebagai jaringan heliks saluran dan ruang. Saluran ini membantu zat berpindah dari satu bagian sel ke bagian sel lainnya. Sel memiliki dua jenis retikulum endoplasma (RE), retikulum endoplasma kasar (REK) dan retikulum endoplasma halus (REH).

REK disebut kasar karena rata-rata ditutupi dengan ribosom akibatnya terlihat kaya kertas pasir yang memanjang. Ribosom merupakan lokasi sintesis protein mengasihkan dimasukkan ke dalam RE dan bisa diarahkan buat ekstraseluler. REH tidak tergantung pada ribosom untuk membuat permukaan tampak lembut. Di permukaan cREH terdapat enzim yang terlibat dalam sintesis lipid, glikogen, dan senyawa steroid seperti kolesterol, gliserida, dan hormon.

Badan Golgi

Aparatus golgi merupakan serangkaian kantung datar (vesikel) yang dilingkari oleh jaringan. Organ ini nyaris dijumpai di hampir seluruh sel eukariotik. Badan golgi di sel tanaman dikatakan diktiom. Aparatus golgi terdiri atas minti yang membentuk tangki, pembulu tipis, vesikel. Tangki membentuk saluran tipis. Kantung kecil dikeluarkan dari tubulus yang mengandung material penting diantaranya enzim, maupun untuk membangun dinding sel. Peran badan Golgi di sel adalah:

- a. Ini membuat vesikel adapun mengandung enzim, material untuk sekresi, yang utama pada sel kelenjar.
- b. Ini membuat inti plasma.
- c. Ini membuat dinding sel.
- d. Ini membuat akrosom dalam sel sperma, yang mengandung enzim yang menyederhanakan dinding sel ovum, serta membentuk lisisom.

Ribosom

Ribosom merupakan organel tipis dengan ukuran 17-20 m. Ribosom terletak di sitoplasma dan menempel di retikulum endoplasma selama sintesis protein.

Peroksisom dan Glioksisom

Peroksisom merupakan kantung dengan membran tunggal. Peroksisom mengandung berbagai enzim, yang paling khas adalah enzim katalase. Fungsi enzim ini adalah untuk mengkatalisis pemecahan hidrogen peroksida (H_2O_2). Senyawa tersebut merupakan produk metabolisme sel yang berpotensi merusak sel. Peroksisom juga terlibat dalam konversi lemak menjadi karbohidrat.

Mitokondria

Mitokondria merupakan organ seluler yang menghasilkan energi seluler. Mitokondria memiliki dua lapisan membran, membran dalam dan membran luar. Selaput luar memiliki permukaan yang halus sedangkan selaput dalam berlekuk, yang disebut kista. Mitokondria adalah struktur replikasi diri. Selama pembelahan sel, semua mitokondria membelah, setengah menuju sel anak dan setengah menuju tepi sel anak lainnya. Mitokondria mengandung enzim untuk fosforilasi oksidatif dan sistem transpor elektron. Membran bagian dalam menghasilkan enzim yang membuat ATP dan protein yang diperlukan untuk respirasi antar sel.

Plastida

Plastida merupakan organel sitoplasma yang tersebar di seluruh sel tumbuhan dan terlihat di bawah mikroskop. Plastida bervariasi dalam isi dan bentuk pada sel tanaman berbunga, seringkali dalam bentuk cakram bikonveks kecil. Plastida adalah beberapa organel jaringan dengan sifat, kegunaan yang berbeda. Plastida utama berwarna hijau, tetapi selain hijau,

mereka tidak berwarna. Meskipun berbagai jenis plastida dikaitkan dengan fungsi fisiologis tetap, jenis ini diklasifikasikan menurut karakteristiknya:

Leucoplast (tidak berwarna): biasanya ditemukan pada sel yang tidak terkena sinar matahari, misalnya jaringan yang ditemukan baik di atas tanah maupun di bagian tanaman yang sangat dalam di dalam tanah. Fungsinya sebagai pusat sintesis dan penyimpanan cadangan nutrisi seperti pati.

Kloroplas mengandung klorofil, campuran pigmen yang memberi warna hijau pada tumbuhan. Fungsinya untuk menangkap energi cahaya yang diperlukan untuk proses fotosintesis. Chromoplast mengandung pigmen lain yang menentukan kenampakan merah, jingga dan kuning pada bagian tumbuhan. Fungsinya masih belum jelas, namun berkaitan dengan kematangan buah berwarna hijau sampai merah terkait dengan penurunan dan peningkatan jumlah kromoplas.

Vakuola

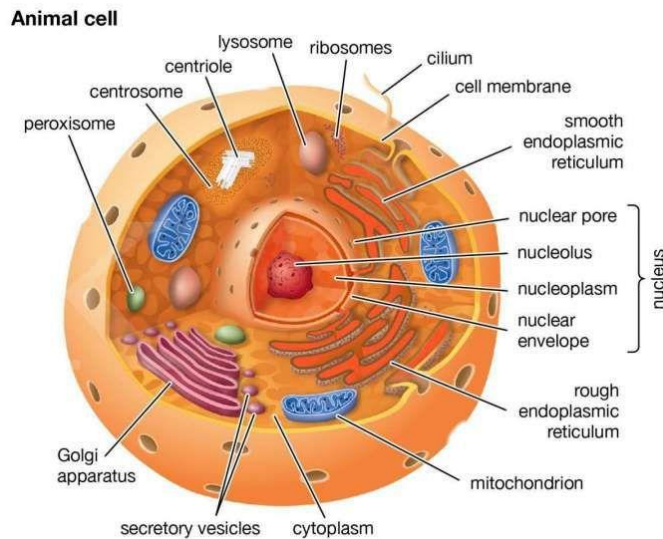
Vakuola adalah ruang besar di dalam sel yang berisi cairan vakuola, larutan cair dari berbagai bahan organik dan anorganik, yang sebagian besar merupakan cadangan makanan atau produk sampingan metabolisme. Vakuola ditutupi oleh membran vakuola yang disebut tonoplas. Umumnya, vakuola tidak berwarna, tetapi mungkin berwarna kebiruan atau kemerahan karena adanya pigmen terlarut yang termasuk dalam kelompok kimia antosianin.

Vakola adalah organel membran yang mengandung cairan Pakola. Vakola ditemukan pada sel hewan dan tumbuhan. Tapi, vakuola sel tumbuhan memiliki bentuk dan fungsi yang lebih tepat dari pada sel hewan. Tumbuhan muda memiliki kelompok yang kecil dan membulat, tetapi pada tumbuhan yang lebih besar dan dewasa, kelompok tersebut membesar, mendominasi sitoplasma, dan tampak menempel di tepi dinding sel.

Cairan sitosol pada dasarnya bersifat hipertonik pada lingkungan, mengakibatkan penyerapan osmotik air dalam vakuola. Hal ini menyebabkan panggul mengembang, meningkatkan tekanan hidrolik internal (turgo) dan mendasari membran tonoplasma (tonoplasma) menuju sitoplasma. Sitoplasma mentransmisikan tekanan ke dinding sel. Tekanan tumor membantu mengatur pergerakan osmotik cairan dari luar ke dalam sel. Dinding sel cukup kuat untuk membatasi volume sitoplasma dan menahan pepadatan sitoplasma, yang mencegah lisis sel. Vakuola mengandung nutrisi seperti asam amino, gula, beberapa asam organik, dan beberapa protein. Beberapa kasus metabolisme sekunder lainnya. Metabolit sekunder adalah senyawa yang tidak dibutuhkan oleh sel itu sendiri. Contoh metabolisme sekunder adalah atosianin (pigmen sel), yang bertanggung jawab atas warna ungu, merah muda dan biru pada buah, bunga dan daun.

Perbedaan sel tumbuhan dan hewan

Peran ekologi tumbuhan adalah untuk menghasilkan makanan, dan hewan memakan tumbuhan dan hewan lainnya. Ini memisahkan sel tumbuhan dan hewan. Sejak Robert Hooke bertemu dengan sel, penelitian tentang sel semakin meningkat. Dua ilmuwan, Theodor Schwann dan Matthias Schleiden, juga berperan. Kedua ilmu ini merupakan pengembangan. Dari studi sel tumbuhan dan hewan. Pengamatan di bidang morfologi elektronik mengungkapkan perbedaan morfologi antara sel tumbuhan dan hewan.



Gambar 2. Sel hewan

Singkatnya, Struktur dan fungsi organel pada semua sel hewan dan tumbuhan berbeda. Sementara peran ekologiSel tumbuhan dan sel hewan berbeda karena peran ekologis tumbuhan adalah menghasilkan makanan dan peran hewan adalah memakan tumbuhan dan hewan lainnya. Ada bahan dinding sel, vakuola, pestisida, kloroplas, kromoplas, dan leukoplas. Sel hewan memiliki organelnya sendiri yang disebut sentriol. Sentriol adalah struktur silinder ganda dengan celah di tengah yang terbuat dari mikrotubulus protein. Anggota sepasang sentriol sering dapat menyeberang ke kanan. Sentriol terdiri dari mikrotubulus yang membentuk jaringan protein struktural yang muncul di dekat kromosom selama pembelahan sel (mitosis dan meiosis). Jaringan disebut jaringan *spindle*. Sentriol mengatur polaritas pembelahan sel pada hewan dan pemisahan kromosom selama pembelahan sel.

Rangkuman

Struktur sel tumbuhan adalah kompleks dan memiliki beberapa komponen penting yang berperan dalam berbagai fungsi dan proses seluler. Berikut adalah rangkuman struktur sel tumbuhan:

1. Dinding sel: Sel tumbuhan memiliki dinding sel yang terbuat dari selulosa, suatu jenis karbohidrat kompleks yang memberikan kekuatan dan dukungan struktural pada sel. Dinding sel terdiri dari beberapa lapisan yang memberikan integritas struktural pada sel tumbuhan.
2. Membran sel: Membran sel adalah lapisan tipis yang mengelilingi dinding sel dan mengatur aliran zat-zat masuk dan keluar dari sel. Membran sel terdiri dari lipid, protein, dan karbohidrat, dan berfungsi sebagai penghalang selektif untuk mengatur transportasi zat antara dalam dan luar sel.
3. Sitoplasma: Sitoplasma adalah cairan kental yang mengisi ruang dalam sel tumbuhan. Di dalam sitoplasma terdapat berbagai organel sel, seperti nukleus, mitokondria, retikulum endoplasma, aparatus Golgi, dan lain-lain, yang berperan dalam berbagai proses metabolik sel.
4. Kloroplas: Kloroplas adalah organel yang unik bagi sel tumbuhan, yang berperan dalam fotosintesis, yaitu proses di mana tumbuhan menghasilkan energi dari cahaya matahari. Kloroplas mengandung pigmen hijau bernama klorofil, yang berperan dalam penangkapan energi cahaya untuk proses fotosintesis.
5. Vakuola: Vakuola adalah organel besar berisi cairan yang terdapat di dalam sel tumbuhan. Vakuola berperan dalam penyimpanan air, nutrisi, dan limbah, serta memberikan dukungan osmotik pada sel tumbuhan.
6. Inti sel: Inti sel adalah struktur yang mengandung materi genetik sel tumbuhan dalam bentuk DNA. Inti sel mengatur aktivitas sel dan mengendalikan reproduksi dan pertumbuhan sel.

7. Ribosom: Ribosom adalah organel kecil yang berperan dalam sintesis protein. Ribosom dapat ditemukan di sitoplasma atau terikat pada retikulum endoplasma, dan berfungsi untuk membaca informasi genetik dalam RNA dan menghasilkan protein.

Refleksi:

1. Jelaskan perbedaan sel tumbuhan yang tidak dimiliki oleh sel hewan!
2. Jelaskan fungsi organel-organel pada sel tumbuhan secara rinci dan jelas!
3. Apakah setiap sel yang sama pada sel tumbuhan dan sel hewa memiliki fungsi dan struktur yang sama atau berbeda?
4. Ketika terdapat gangguan pada salah satu organel yang terdapat pada sel, apakah organel yang lain dan tidak bermasalah dapat bekerja dengan normal, jelaskan !
5. Jelaskan mekanisme pertahanan sel pada setiap ada gangguan dari bahan asing yang masuk kedalam sel !

MATERI II

JARINGAN MERISTEM

Setiap organisme mendapati suatu sistem perkembangan serta pertumbuhan, diwatku yang sama, sel yang mengatur tubuh khusus dalam menjanlankan semua peran penting. Lebih dari satu unit sel itu membangun jaringannya.

Jaringan merupakan sekumpulan sel-sel yang mempunyai wujud, bagian, dan peran yang serupa secara umum, terdapat 2 macam jaringan, antara lain: jaringan biasa (terdapat satu jenis sel). Macam-macam jaringan didapatkan dari tubuh tumbuhan dan hewan. Di sini kita berbicara tentang maamjaringan yang didapatkan dalam flora dan fauna. Pada umumnya batang tanaman bersel banyak merupakan suatu morfologi. Organ tanaman dikatakan terdapat disel yang terhubung ke sel lainnya oleh penyangga sel. Menghubungkan sel ini dimungkinkan berkat lem antara sel.

Lebih dari satu macam sel dalam sifat yang mirip membangun sekelompok sel yang biasa disebut dengan jaringan tanaman. Macam-macam jaringan tanaman terdapat dalam tubuh tanaman seperti radiks caulis dan folium. Menurut para ahli agraris ada perbedaan dari beberapa jaringan tanaman, antara lain embrional, pelindung, dasar, penyokong, penguat, serta jaringan inang.

Tinjauan Pustaka

Meristem dalam bahasa Yunani “meristos” yang berarti membagi. Jaringan yang menyusun meristem disebut jaringan meristem. Setiap meristem memiliki nukleus untuk membentuk sel-sel baru. Jaringan meristematik adalah jaringan muda yang terjadi pada embrio di awal

perkembangan tanaman. Jaringan meristematik memiliki ciri meristematik, yaitu jaringan yang mampu membelah secara aktif (Ramdani *et al.*, 2021).

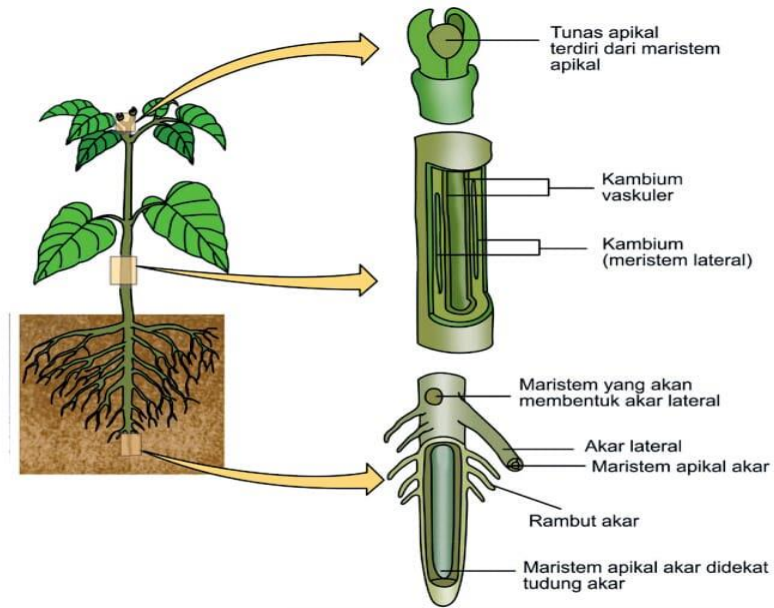
Jaringan merupakan sekelompok sel-sel yang mempunyai bentuk, sistem, dan peran serupa. Secara umum yang biasa membahas tentang jaringan adalah ilmu histologi. Sistem meristematik adalah jaringan yang sel-selnya terdapat pada embrio. Ciri-ciri jaringan meristem terdiri dari sel-sel muda yang sedang melalui proses membelah dan perembangan. Sel meristemik berbentuk bulat, lonjong atau poligonal, berukuran kecil, memiliki nukleus besar dan vakuola kecil (Tim Super Tentor, 2018).

Tumbuhan terdiri dari banyak sel. Setelah itu sel ini membuat jaringan. Jaringan merupakan sekumpulan sel dengan bentuk, sistem, dan peran serupa. Jaringan meristematik adalah jaringan yang sel-selnya terdapat pada embrio dan aktif membelah untuk tumbuh. Sel meristematik secara umum adalah sel baru yang belum berdiferensiasi atau terspesialisasi (Wijaya, 2020).

Ciri-ciri jaringan meristematik adalah: Sel tipis, bentuk dan ukuran seragam, protoplasma relatif melimpah, isi sel tidak terdapat kristal dan simpanan nutrisi, dan seringkali terdapat ruang sel dengan ukuran sangat kecil (Maulana, 2021).

Pengertian Jaringan Meristem

Meristem dalam bahasa Yunani yaitu “meristos” berarti membagi. Jaringan yang menyusun meristem disebut jaringan meristem. Setiap meristem memiliki inti untuk membentuk sel-sel baru. Jaringan meristematik adalah jaringan muda yang terjadi pada embrio di awal perkembangan tanaman. Jaringan meristematik memiliki ciri meristematik, yaitu jaringan yang mampu membelah secara aktif.



Gambar 3. Jaringan meristem

Meristem dicirikan oleh sel kubik, sel kecil, dinding tipis, plasma kaya pektin, dan vakuola kecil dan banyak. Jaringan meristematik selalu memiliki sel permanen, sel tetap menghasilkan sel baru dalam jaringan meristematik. Sel muda disebut inisial. Sedangkan sel muda berspesialisasi juga berkembang dengan jaringan disebut progeni. Sel turunan adalah sel pengganti meristematik. Sebaliknya, dalam jaringan meristematik, tidak ada ruang di antara sel-selnya. Sel tumbuhan yang berdiferensiasi dapat masuk kembali ke siklus sel melalui proses yang disebut diferensiasi dan dengan demikian menjadi meristematik lagi. Kemampuan sel tumbuhan untuk membentuk individu baru disebut totipotensi. Ada beberapa jenis jaringan meristem, antara lain: menurut perkembangan, menurut posisi dan menurut fungsi.

Karakteristik Jaringan Meristem

- a. Bentuk selnya seperti kubus.
- b. Sel yang uurannya kecil dan berdinding tipis.
- c. Bentuk dan ukuran sama dengan
- d. Protoplasma relatif melimpah
- e. Isi sel kekurangan pasokan kristal dan nutrisi.
- f. Mereka memiliki ruang sel yang sangat kecil

Jaringan Meristem Berdasarkan Asalnya

Promeristem

Promeristem adalah bagian awal dari meristem yang terletak apikal ke batang dan akar. Promeristem menjadi protoderm, prokambium dan meristem tepung. Meristem dasar menjadi parenkim (kelenjar), sedangkan protoderm berdiferensiasi menjadi sistem jaringan transportasi.

Jaringan meristematik pada saat tanaman masih dalam tahap embrionik. Misalnya di taman kanak-kanak. Embrio/institusi terdiri dari tiga bagian:

- a. Radicle (akar lembaga)
- b. Kotiledon (lembag daun)
- c. Cauliculus (organ lembaga)

Ada beberapa bagian di dalam biji: kotiledon, epikotiledon, hipokotil dan kotiledon. Pada bawah dasar (sumbu) dengan dihubungKan ke baKal daun disebut hipovarka serta pada tempat pertemuannya. Pada bagian pangkalnya adalah Epicotyl juga puncaknya yaitu Plumula yang menunjukkan dua pasang folium pada pucuknya.

Biji jagung (monokotil) biasanya memiliki kotiledon tunggal yang disebut kotiledon. Selama perkecambahan, akar ditutupi dengan koleorhiza dan ujung embrio ditutupi dengan koleoptile.

Awal perkembangan merupakan tumbuhnya bibit (tumbuhan kecil) dari biji yang menghasilkan penambahan tumbuhan dan perkembangan benih atau bibit. Rimpang menjadi akar, sedangkan plum tumbuh dan menjadi batang. Ada dua macam perkecambahan yaitu perkecambahan hypogeal dan epigeal.

Perkecambahan hypogeal: Perkembangan kotiledon secara membujur pada saat kotiledon masih berada di dalam tanah menyebabkan kotiledon membelah dan melewati kulit biji, yang kemudian terlihat di dalam tanah. Contoh kacang polong.

Perkecambahan epigeal : tumbuh memanjang, dalam hal ini kotiledon dan bulunya naik ke tanah, dalam hal ini kotiledon tetap berada di atas tanah. Contoh: kacang tanah, kacang hijau.

Meristem primer

Pada meristem mempunyai titik tumbuh primer atau promeristem yang tumbuh diujung apikal yaitu diujung akar dan diujung batang sehingga mampu tumbuh memanjang. Meristem primer terdapat jaringan embrio yang berasal dari biji dan tersusun oleh epidermis, korteks, daun daninti. Epidermis dapat termodifikasi menjadi trikoma dan stomata. Pertumbuhan jaringan meristem apikal primer disebut pertumbuhan apikal yaitu akibat pembelahan sel jaringan meristematik di pangkal radix dan pucuk (meristem apikal).

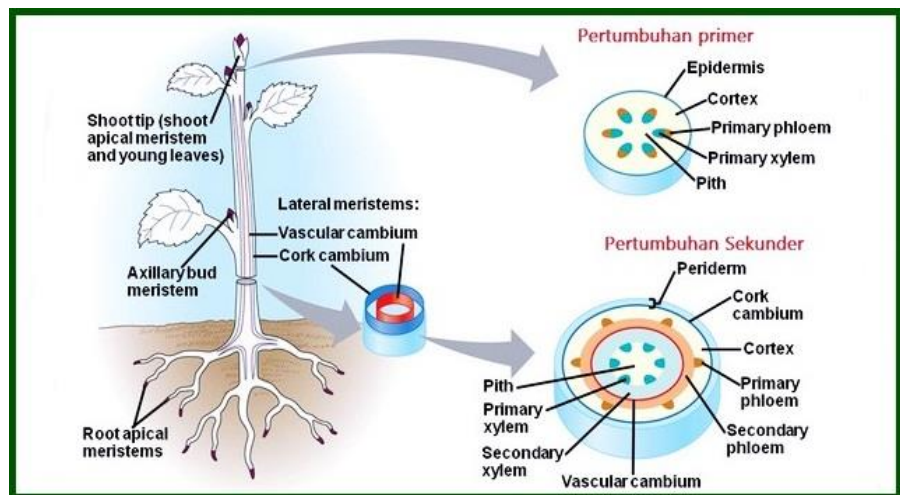
Pertumbuhan apikal pada ujung akar serta batang dapat dibagi menjadi 3 regio antara lain:

- a. Tempat pembelahan sel letaknya pada ujung akar pada regio pembelahan sel. Sel aktif membelah secara meristem.
- b. Zona pemanjangan sel zona pemanjangan sel berada di belakang zona pembelahan. Sel tersebut mempunyai kekuatan bertambah tumbuh dan memanjang.

- c. Daerah diferensiasi sel sel yang terletak di daerah diferensiasi sel berdiferensiasi menjadi sel yang memiliki peran serta sistem tertentu. Sel-sel yang berdiferensiasi menjadi jaringan epidermis, selubung inti, xilem dan floem. Bagian-bagian yang berdiferensiasi membentuk jaringan tumbuhan.

Meristem sekunder

Meristem sekunder berasal dari meristem primer. Meristem mengandung xilem dan floem. Contoh meristem sekunder terdapat pada kambium dan kambium gabus (felogen). Pertumbuhan jaringan meristematik sekunder disebut pertumbuhan sekunder. Pertumbuhan sekunder dapat meningkatkan diameter batang. Pertumbuhan meristem sekunder terdapat pada tumbuhan dikotil sedangkan penebalan meristem primer terdapat pada kambium monokotil. Pertumbuhan sekunder dapat terjadi akibat pembelahan sel secara lateral atau kambium sehingga menyebabkan tanaman tumbuh atau tumbuh ke samping.



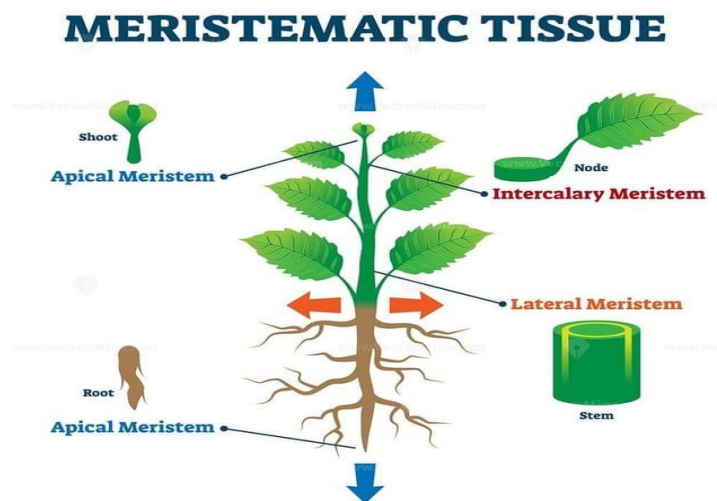
Gambar 4. Pertumbuhan primer dan sekunder

Jaringan Meristem Berdasarkan Letaknya

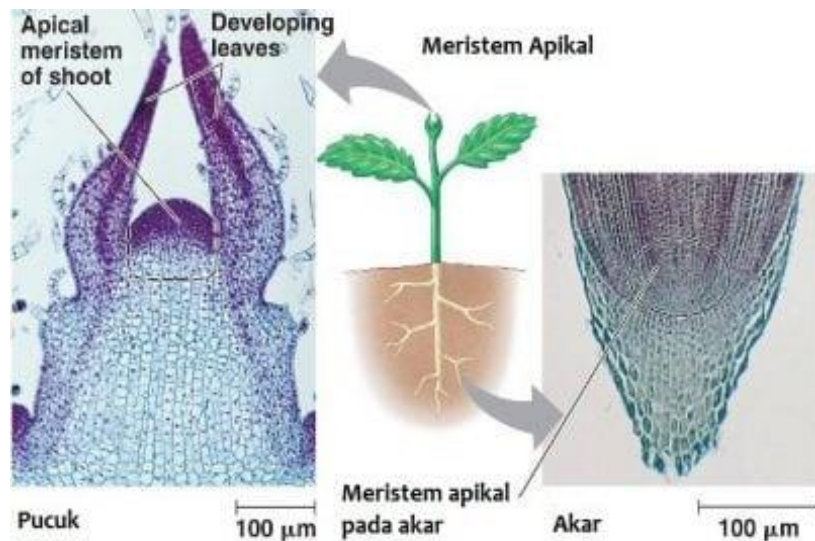
Jaringan adalah gabungan dari beberapa sel dengan bentuk dan fungsi yang sama. Dalam perkembangan organisme yang lebih tinggi, sel-sel tubuh berdiferensiasi. Terlibat dalam jaringan meristem tanaman, pembelahan dan diferensiasi sel menjadi sel dewasa untuk melanjutkan pembelahan dan reproduksi. Jaringan meristematik mulai tumbuh ke arah daun dan pucuk akar batang tanaman. Jaringan meristematik, tersusun atas sel hidup yang menghasilkan sel-sel baru. Menurut letaknya jaringan meristem terdiri dari:

Meristem apikal

Meristem apikal dapat menyebabkan pertumbuhan primer dan perluasan akar dan pucuk. Meristem apikal dibentuk oleh sel-sel pertama di bagian atas batang atau akar. Pertumbuhan primer dapat menembus tanah, ujung akar.



Gambar 5. Meristem apikal pada tumbuhan



Gambar 6. Meristem pucuk dan akar

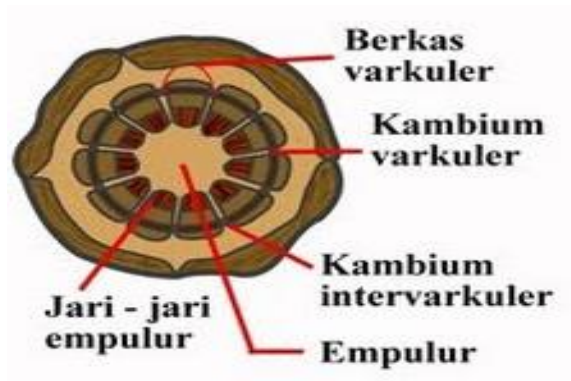
Ada dua teori tentang struktur pucuk kelompok angiospermae yaitu teori gen jaringan dan *tunica corpus*. Pada struktur meristem apikal terdapat beberapa tempat tumbuh di bagian atas batang dan di bagian atas akar. Antara lain:

- a. Dermatogen terdapat pada lapisan terluar pucuk
- b. Periblema tengah terdiri dari dermatogen dan pleroma
- c. Tunica corpus memiliki 2 bagian, yaitu:
 - a. Tunik dengan satu atau lebih lapisan sel.
 - b. Corpus callosum adalah sekelompok sel yang ditutupi oleh tunik.

Meristem lateral

Meristem lateral dibentuk oleh sel-sel pertama di tepi alat tumbuhan. Kambium vaskular dan kambium gabus adalah contoh meristem lateral dikotil dan jamur biji kayu, kambiumnya berasal dari prokambium. Kambium adalah lapisan aktif yang memisahkan xilem dan floem. Sel floem distal ke selubung pati, dekat dengan inti xilem. Sel xilem dengan dinding sel

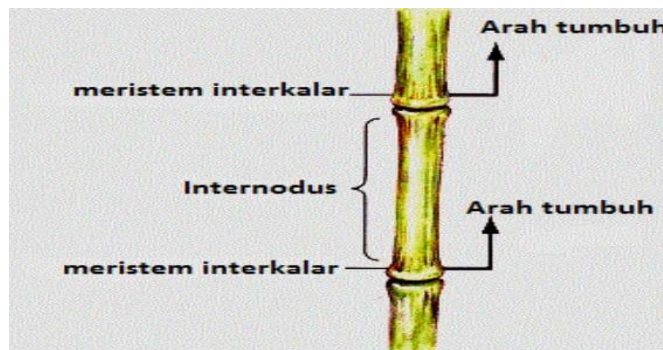
sekunder kaya akan lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Kambium ada dua jenis yaitu kambium vaskular dan kambium intervaskular. Kambium vaskular terletak pada bagian dalam kambium vaskular dan kambium intervaskular terletak di antara kambium vaskular.



Gambar 7. Letak kambium vaskuler dan intervaskuler

Meristem interkalar

Meristem interkalar adalah meristem yang mengalami pemanjangan ruas. Pemanjangan ruas umumnya ditemukan pada daun Graminaceae, Iris, Pinaceae, dan gymnophore Arachis (kacang tanah). Meristem interkalar terdiri dari sel-sel pertama yang terletak di antara segmen jaringan dewasa. Biasanya terjadi pada monokotil dan memainkan peran penting dalam pertumbuhan longitudinal ruas, batang atau batang bunga, seperti pada rerumputan.



Gambar 8. Meristem interkalar pada batang rumput-rumputan

Jaringan Meristem Berdasarkan Fungsinya

Protoderm meristemik terdapat pada meristem protodermal, lapisan terluar dari meristem primer yang membentuk epidermis. Sistem prokambium membentuk jaringan pembuluh primer. Prokambium adalah lapisan dalam atau tengah yang menjadi batang dengan komponen penyusun berupa xilem dan floem. Pada biji dikotil dan gymnospermae prokambium memunculkan kambium vaskular dan meristem sekunder. Meristem dasar membentuk jaringan dasar seperti parenkim dan terletak di antara prokambium dan protoderm.

Rangkuman

Jaringan meristem adalah jaringan tumbuhan yang memiliki kemampuan untuk berkembang menjadi jaringan yang berbeda-beda dan memperbanyak diri melalui pembelahan sel. Berikut adalah rangkuman jaringan meristem:

1. Meristem apikal: Meristem apikal adalah jaringan meristem yang terdapat di ujung pucuk tumbuhan. Meristem apikal bertanggung jawab untuk pertumbuhan panjang tumbuhan karena sel-selnya terus membelah dan membentuk jaringan-jaringan baru, termasuk jaringan epidermis, floem, dan xilem.
2. Meristem lateral: Meristem lateral adalah jaringan meristem yang terdapat di samping meristem apikal atau di dalam batang dan akar tumbuhan. Meristem lateral bertanggung jawab untuk pertumbuhan diameter atau ketebalan tumbuhan karena sel-selnya membelah dan membentuk jaringan xilem dan floem sekunder yang membantu dalam pengangkutan air, nutrisi, dan zat organik.
3. Meristem interkalar: Meristem interkalar adalah jaringan meristem yang terdapat di antara jaringan dewasa pada batang atau daun

tumbuhan. Meristem interkalar berperan dalam pertumbuhan daun dan batang, serta dalam regenerasi dan penyembuhan luka pada tumbuhan.

4. Meristem kalus: Meristem kalus adalah jaringan meristem yang terbentuk sebagai respons terhadap kerusakan atau cedera pada tumbuhan. Meristem kalus dapat tumbuh dan membelah dengan cepat, dan digunakan dalam teknik kultur jaringan untuk produksi tanaman klonal
5. Meristem kambium gabus: Meristem kambium gabus, atau felogen, terdapat di kulit batang tumbuhan dan bertanggung jawab atas pembentukan jaringan kulit gabus yang melindungi batang dari kerusakan lingkungan.

Refleksi:

1. Jelaskan perbedaan meristem berdasarkan letaknya yaitu meristem apikal, meristem lateral, dan meristem interkalar !
2. Jelaskan karakteristik jaringan meristem !
3. Jelaskan perbedaan jaringan meristem pada tanaman monokotil dan dikotil !
4. Jelaskan tahap-tahap perkembangan sel pada jaringan meristem !

MATERI III

JARINGAN PARENKIM

Anatomi tumbuhan merupakan salah satu disiplin paling rinci dan salah satu cabang botani. Ilmu ini mendalami letak dan fungsi organ dalam pada tumbuhan. Bukan itu saja, pengetahuan tentang anatomi tumbuhan, kini dapat lebih memahami struktur, peran dan manfaat suatu organ atau jaringan. Contoh jaringan pada anatomi tumbuhan adalah jaringan dasar.

Di tumbuhan, sel-sel tersebut membuat jaringan sel, yakni kelompok sel dengan wujud serta fungsi yang serupa. Beberapa jenis jaringan sel membuat sistem organ tumbuhan serta sebagian sistem organ membuat tumbuhan. Terorganisir menjadi sistematis: sel, jaringan, organ, sistem organ dan individu.

Di banyak organ yang berbeda, termasuk korteks dan empulur batang, korteks akar, dan tangkai daun dan mesofil daun, parenkim adalah unsur penting dari sistem jaringan dasar. Sel-sel hidup yang menyusun parenkim memiliki bentuk yang bervariasi sesuai dengan perannya yang beragam. Jaringan yang disebut parenkim memiliki sel-sel yang tidak terspesialisasi dan dapat berpartisipasi dalam berbagai proses fisiologis pada tumbuhan.

Tinjauan Pustaka

Parenkim adalah sel sederhana, aktif secara metabolik, mampu membelah dengan baik, dan terikat oleh dinding sel primer. Secara keseluruhan, parenkim membentuk sekitar 90% dari sel tumbuhan yang biasa ditemukan pada tumbuhan biji herba. Banyak kegiatan penting pada tumbuhan seperti fotosintesis, asimilasi nutrisi, respirasi, penyimpanan dan sekresi cadangan nutrisi dilakukan di jaringan parenkim (Crang *et al.*, 2018).

Jaringan parenkim yaitu jaringan yang ditemukan atau terletak di antara jaringan lain. Jaringan ini berperan selaku cadangan makanan atau nutrisi, proses fotosintesis, dan mengisi di antara jaringan lain. Ciri-cirinya: terdapat ruang antar sel, memiliki vakuola yang besar, mempunyai ruang antar sel, dan mempunyai dinding sel yang tipis dan lentur (Amien, *et al.*, 2020).

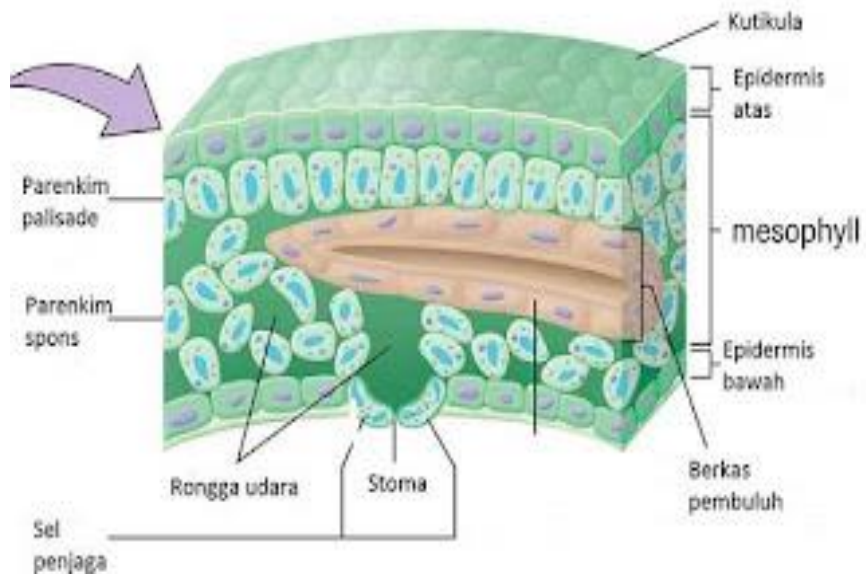
Jaringan parenkim adalah jaringan yang terletak pada semua organ tumbuhan. Jaringan parenkim terdiri dari sel-sel hidup beserta berbagai struktur morfologi dan fisiologis. Bisa dianggap jaringan dasar, sebab berperan selaku komponen pembentuk kebanyakan jaringan di akar, batang, daun, buah, dan biji (Rahayu, 2018).

Jaringan dasar, Jaringan terbanyak dalam tubuh tumbuhan, sebab memenuhi kebanyakan jaringan tanaman. fungsi jaringan Parenkim antara lain fotosintesis (disebut klorenkim karena memiliki klorofil), penyimpanan makanan, transportasi, penyimpanan air dan penyimpanan udara. Sel parenkim didapati di akar serta batang terpenting berfungsi menjadi pelengkap korteks batang, daun, bunga, buah dan biji (Misrita, 2022).

Jaringan dasar yang menyusun seluruh tubuh tumbuhan disebut jaringan parenkim. Sebagian besar tubuh tumbuhan, termasuk empulur, parenkim, mesofil daun, dan daging buah, hampir seluruhnya terdiri dari korteks akar dan batang. Xilem dan floem juga mengandung sel parenkim. Empat jenis parenkim adalah parenkim air, parenkim asimilasi, parenkim penimbunan, dan arenkima. Sel parenkim yang disebut “parenkim air” mempunyai tugas menyimpan air sebagai zat cadangan. Sebagian besar sel memiliki dinding tebal, lapisan tipis sitoplasma, dan sedikit atau tidak ada kloroplas. Vakuola besar berisi cairan perekat hadir dalam sel yang menyimpan air. Selain terdapat di dalam sitoplasma dan sel, zat lengket ini dapat meningkatkan kapasitas penyimpanan air (Andhy *et al.*, 2018).

Pengertian Jaringan Dasar

Korteks akar, kulit kayu dan empulur batang, serta jaringan dasar mesofil batang, semuanya adalah contoh organ yang mencakup parenkim yang merupakan komponen penting dari sistem jaringan dasar.



Gambar 9. Jaringan dasar pada struktur anatomi daun

Kambium vaskular dan kambium gabus adalah prekursor untuk tubuh sekunder. Sel-sel hidup dalam parenkim memiliki berbagai bentuk yang sesuai dengan berbagai fungsinya. Sebuah jaringan yang disebut parenkim, yang dapat menampilkan spesialisasi dan mengambil bagian dalam banyak aspek fisiologi tumbuhan, seringkali bukan merupakan struktur yang kaya akan sel. Parenkim adalah istilah untuk jaringan dasar. Hampir setiap bagian tumbuhan, baik akar, batang, daun, daging buah, maupun endosperma memiliki jaringan parenkim, oleh karena itu disebut jaringan dasar. Demikian juga jaringan ini bisa didapatkan disemua jenis tanaman. Di batang yang di iris dengan cara melintang makaseparunya pasti

merupakan jaringan dasar ini. Selain itu, alasannya parenkim juga di tengah jaringan lain, misalnya xilem dan floem.

Parenkim merupakan jaringan tumbuhan yang sangat biasa dan belum terdiferensiasi. Sebagian besar karbohidrat dan air nonstruktural dicadangkan dalam jaringan ini oleh tanaman. Parenkim umumnya berukuran (isodiameter) yang sama panjang dan lebarnya, serta protoplas aktif dikelilingi oleh dinding sel primer selulosa tipis. Rongga antar sel antar sel biasa terjadi pada parenkim. Ini adalah unsur yang sangat umum ke-dari tanaman. Parenkim terdiri dari sel-sel yang tidak terspesialisasi. Sel-sel dari jaringan parenkim karenanya dapat berubah menjadi jaringan yang berbeda. Sel-sel jaringan parenkim juga dapat beradaptasi. Keadaan tersebut disebabkan oleh dinding sel yang tipis.

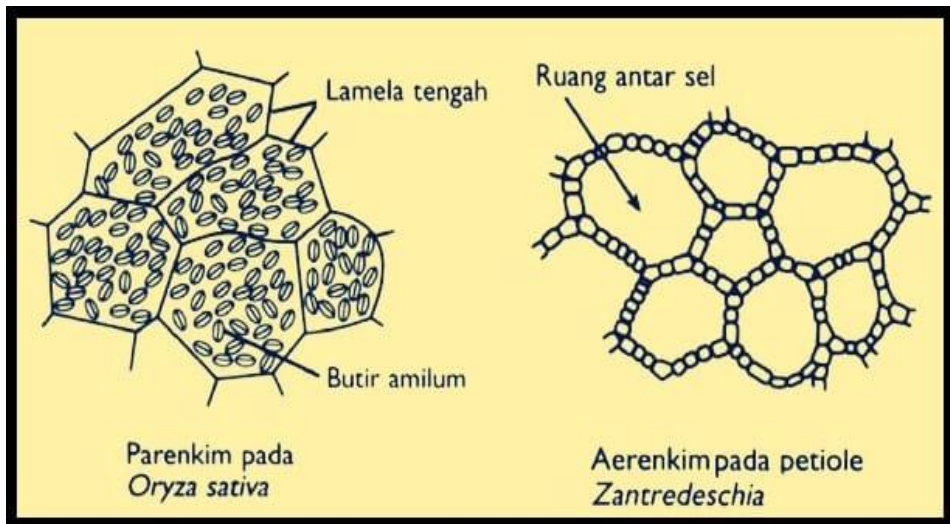
Parenkim terletak di tengah epidermis serta sumsum tulang dan terletak di hampir semua bagian tumbuhan, sehingga parenkim disebut jaringan terestrial dan memiliki ciri seluler berupa sel hidup dan sangat struktural dan fungsional. Mempunyai dinding sel yang tipis, kloroplas. Sel parenkim tidak terspesialisasi. Parenkim terdiri dari kumpulan sel hidup dengan wujud, ukuran dan fungsi yang bervariasi. Sel-sel parenkim dapat menjaga keahliannya untuk membelah walaupun sudah dewasa sampai memainkan peran penting dalam proses regeneratif, karena sel parenkim dapat mempertahankan kemampuannya untuk membelah pada saat matang.

Sel parenkim yang matang dapat menjadi meristematik jika lingkungan memungkinkan. Parenkim ditemukan terutama di kulit batang dan akar, mesofil daun, pulp, serta endosperm biji. Sel parenkim pun diselingi jaringan yang berbeda yaitu parenkim xilem, parenkim floem, dan medula radialis.

Dipembuluh primer, parenkim berawal dari prokambium, dan pembuluh darah sekunder adalah badan yang bersumber dari kambium vaskular serta kambium gabus. Parenkim terdiri dari sel-sel hidup dengan beraneka wujud dan berpartisipasi dalam beraneka fungsi. Sel parenkim masih bersifat meristematis, yang berperan untuk memungkinkan penyembuhan luka, regenerasi serta transfer peran ke jaringan lain. Jaringan parenkim juga disebut jaringan dasar, dan jaringan ini selalu ada di dalam jaringan lain dari. Sel berukuran besar, renggang, dengan ruang antar sel yang melimpah, dan mempunyai organel seluler sempurna. Karena karakteristik ini, parenkim memiliki karakteristik yang dikenal sebagai totipotensi dan merupakan dasar dari metode kultur jaringan.

Fotosintesis terjadi pada parenkim palisade (jaringan parenkim/tiang pagar) yang didalamnya terdapat klorofil. Parenkim spons, juga dikenal sebagai parenkim bunga karang, adalah tempat penyimpanan sementara untuk produk fotosintesis. Parenkim kayu dan parenkim kulit kayu terdapat pada bagian batang dan akar. Parenkim kulit sering mengandung sel yang disebut klorofil, yang mengandung zat hijau daun.

Parenkim adalah bagian penting dari sistem jaringan dasar dan ada sebagai jaringan kontinu pada organ yang berbeda, termasuk kulit kayu dan empulur batang, korteks akar dan jaringan dasar mesofil batang. Pada primer, meristem basal memunculkan parenkim. Parenkim adalah jaringan vaskular yang berasal dari prokambium dan juga ada. Kambium vaskular dan kambium gabus adalah prekursor untuk tubuh sekunder. Parenkim terdiri dari sel-sel hidup dengan berbagai wujud yang sesuai dengan berbagai perannya. Parenkim biasanya merupakan jaringan dengan sedikit sel, namun mampu menunjukkan pengetahuan serta mengambil bagian dalam berbagai fisiologi tumbuhan.



Gambar 10. Jaringan parenkim

Karakteristik Jaringan Parenkim

Adapun karakteristik dari jaringan parenkim yaitu:

- a. Mempunyai dinding sel yang pipih, dinding selnya sukar berisi lignin
- b. Pada sel memiliki noktah-noktah yang menanggung lancarnya pergantian unsur-unsur yang dibutuhkan tumbuhan
- c. Memiliki sifat maristematik
- d. Vakuolanya berbentuk besar dan banyak
- e. Mempunyai bentuk heksagonal
- f. Mempunyai ruang antar sel
- g. Berada ditengah jaringan yang lain

Karakteristiksel parenkim yang utama ialah mempunyai dinding sel yang kecil atau minim dan fleksibel. Sebagian sel parenkim menebal semacam pada parenkim xilem, vakuola sentral besar hadir dalam sel parenkim kuboid atau memanjang. Karakteristik lain dari parenkim ialah

karena bentuk sel yang bulat, maka sel memiliki banyak ruang antar sel, tetapi terdapat juga parenkim yang sel-selnya saling berdekatan tanpa ruang antar sel, contohnya parenkim yang membentuk endosperma dari biji. Ruang antar sel merupakan parenkim terbanyak yaitu mesofil daun sebab ruang antar sel berperan selaku media pergantian gas dengan kolenkim dan udara luar. Parenkim yang memiliki ruang antar sel ialah daun. Ruang antar sel berperan selaku alat pergantian gas antara kolenkim dan udara yang berada di luar.

Sel parenkim mempunyai peran yang banyak seperti terlaksananya proses fotosintesis, pencadangan nutrisi, serta metabolisme lainnya. Kandungan sel parenkim berbeda-beda setara dengan perannya, contohnya sel yang melakukan fotosintesis mengandung kloroplas yang besar. Jaringan terdiri dari sel-sel parenkim yang disebut kolenkim. Persediaan pangan dalam sel parenkim berbentuk cairan dalam vakuola, larutan atau kristal (pati) di plasma. Jaringan tanaman terdiri dari formasi sel yang relatif banyak yang disebut sel parenkim.

Fungsi Jaringan Dasar (Parenkim)

Sebagian besar siswa mengatakan bahwa jaringan parenkim berperan selaku area berlangsungnya fotosintesis, membenahi kebanyakan atau keunggulan air area penyimpanan pangan atau konsumsi, ataupun bekerja selaku jaringan dasar. Pernyataan yang betul harusnya berfungsi selaku penyokong atau mendukung kekebalan anggota tumbuhan. Banyak yang berpendapat bahwa jaringan yang terdapat pada hampir seluruh komponen tumbuhan ialah epidermis, tetapi pernyataan yang benar ialah jaringan parenkim (Arin *et al.*, 2019).

Macam-Macam Jaringan Parenkim Menurut Fungsinya

Jaringan dasar (parenkim) terbagi menjadi enam bagian menurut fungsinya, yaitu:

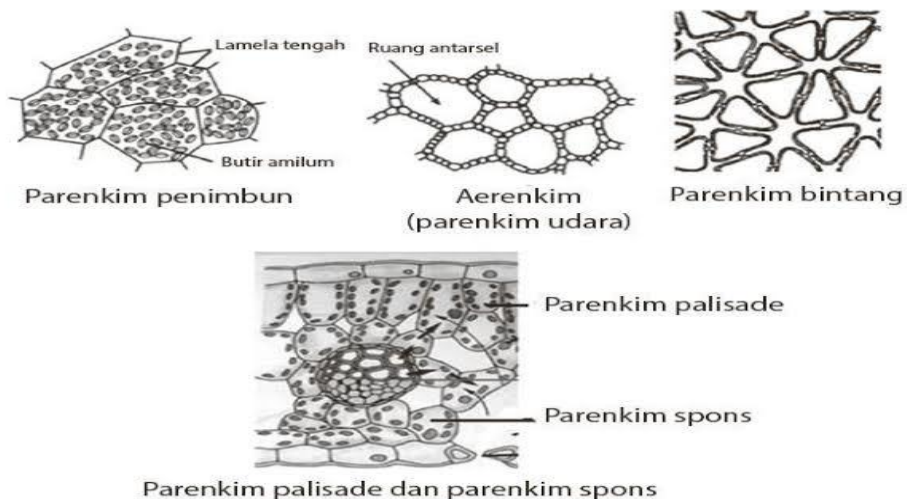
- a. Parenkim asimilasi, karena mengandung zat hijau daun, parenkim asimilasi merupakan jenis parenkim yang bisa melaksanakan fotosintesis. Parenkim ini juga dikenal sebagai klorenkim karena terlihat pada jaringan tanaman yang berwarna hijau karena adanya zat hijau daun.
- b. Parenkim udara adalah parenkim yang dapat mencadangkan udara, sebab mempunyai ruang antar sel yang banyak. Juga dikenal sebagai parenkim udara paerenkim. Ditemukan di perangkat flotasi tanaman yang hidup di air seperti eceng gondok.
- c. Parenkim penimbun adalah jaringan yang bertindak selaku parenkim penyimpanan cadangan makanan, karena memiliki vakuola besar. Ini ditemukan di empulur batang dan akar, umbi, akar rimpang dan biji. Cadangan makanan yang disimpan oleh parenkim penimbunan dapat berupa: gula, tepung, lemak dan protein.
- d. Parenkim penutup luka, karena membelah untuk membentuk parenkim baru, parenkim penutup luka merupakan jenis parenkim dengan sifat meristematik. Felogen adalah nama lain dari parenkim penutup luka (kambium gabus).
- e. Parenkim pengangkut adalah yang mengelilingi atau berada di dekat atau di sekeliling xilem dan floem. Parenkim pengangkut mempunyai sel-sel yang berbentuk memanjang sesuai dengan arah transportasinya atau arah pengangkutannya.
- f. Parenkim air adalah parenkim yang dapat mencadangkan cairan (air). Dinding sel pipih (tipis) dengan vakuola yang besar menyimpan larutan yang berlendir. Parenkim air terletak pada tumbuhan yang melekat di

tumbuhan lain dan tumbuhan yang sudah bisa menyesuaikan diri dengan kehidupan di tempat kering (Saifullah, 2020).

Macam-Macam Jaringan Parenkim Berdasarkan Bentuknya

Menurut wujudnya, jaringan dasar terbagi menjadi empat bagian, ialah:

- Parenkim palisade memiliki sel-sel tegak memanjang yang dikemas dengan kloroplas. Kadang-kadang terdeteksi dalam biji serta mesofil daun.
- Parenkim bintang, sel-sel berbentuk bintang yang bergabung di ujung parenkim dikenal sebagai aktinenkim atau parenkim bintang. ditemukan pada batang bunga spesies ganyong.
- Parenkim lipat (lipatan) adalah jenis parenkim yang memiliki dinding sel terlipat ke dalam dan kaya akan kloroplas. Mesofil padi dan spesies Pinus memiliki parenkim ini.
- Parenkim parenkim spons atau bunga karang, terdapat celah antar sel yang besar dan sel yang berbentuk tidak rata, ditemukan di mesofil daun.



Gambar 11. Jaringan parenkim berdasarkan bentuknya.

Unsur Penyusun Jaringan Dasar

Struktur dalam parenkim berbeda-beda dengan perannya. Misalnya, sel-sel dasar dengan kloroplas yang menghasilkan jaringan klorenkim (pada mesofil daun, korteks batang, dan empulur) selama proses fotosintesis.

Contoh bagaimana rongga antar sel terjadi pada jaringan parenkim adalah sebagai berikut:

- a. Sigonen adalah pemisahan sel satu sama lain sehingga terjadi pembentukan celah antar sel.
- b. Lisigen adalah ketika dinding sel atau isinya terbentuk karena paparan pelarutan.
- c. Rexigen adalah jika disebabkan oleh sobekan/kehancuran di dinding sel, itu sebab perkembangan di sekelilingnya.
- d. Skisolisigen adalah pembentukan sel pertama yang terpisah satu sama lain dan kemudian sel mengalami pelarutan atau lisis. Udara yang ada di antara sel berfungsi untuk menukar gas yang dibutuhkan protoplas.

Letak Jaringan Dasar

Jaringan parenkim terdapat pada hampir semua organ tumbuhan sebagai berikut:

- a. Di batang dan akar
- b. Di empulur batang
- c. Di dalam daun (mesofil)
- d. Daging buah
- e. Di endosperm (jaringan sel yang menyimpan cadangan makanan)

Rangkuman

Jaringan parenkim adalah salah satu jenis jaringan dalam tumbuhan yang berperan dalam berbagai fungsi fisiologis seperti fotosintesis, respirasi, penyimpanan zat, dan dukungan struktural. Berikut adalah rangkuman materi jaringan parenkim:

1. **Definisi:** Jaringan parenkim adalah jaringan dasar yang terdapat pada tumbuhan dan berperan dalam berbagai fungsi dasar seperti fotosintesis, respirasi, dan penyimpanan zat. Jaringan parenkim merupakan jaringan yang paling umum dan banyak ditemukan dalam berbagai bagian tumbuhan, seperti daun, batang, akar, buah, dan biji.
2. **Struktur:** Jaringan parenkim terdiri dari sel-sel yang memiliki dinding sel tipis, berbentuk merah dan banyak memiliki vakuola besar yang berisi air dan berbagai zat terlarut. Sel-sel parenkim memiliki inti sel yang terletak di tengah sel. Jaringan parenkim dapat dibedakan menjadi tiga jenis berdasarkan bentuk dan fungsi sel-selnya, yaitu parenkim palisade, parenkim spons, dan parenkim berongga.
3. **Fungsi:** Jaringan parenkim memiliki berbagai fungsi penting dalam tumbuhan, antara lain:
 - a. **Fotosintesis:** Sel parenkim palisade yang terdapat pada daun berperan dalam fotosintesis, yaitu menghasilkan energi dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi zat organik yang berguna bagi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.
 - b. **Respirasi:** Sel parenkim juga berperan dalam respirasi, yaitu proses pernafasan sel yang menghasilkan energi bagi kegiatan sel tumbuhan.
 - c. **Penyimpanan zat:** Jaringan parenkim juga berperan dalam penyimpanan zat, seperti pati, protein, lipid, dan pigmen dalam sel-selnya. Zat-zat tersebut dapat digunakan sebagai cadangan energi atau sebagai pigmen untuk memberikan warna pada bagian tumbuhan

tertentu. Dukungan struktural: Sel-sel parenkim berongga berperan dalam memberikan dukungan struktural pada tumbuhan, terutama pada bagian-bagian yang belum mengeras atau masih dalam proses pertumbuhan.

4. Peran dalam pertumbuhan dan regenerasi: Jaringan parenkim juga berperan dalam pertumbuhan dan regenerasi tumbuhan. Sel-sel parenkim yang masih aktif dapat berdiferensiasi menjadi jenis jaringan lain yang diperlukan dalam proses regenerasi dan perbaikan jaringan yang rusak.
5. Pentingnya jaringan parenkim dalam tumbuhan: Jaringan parenkim merupakan jaringan yang sangat penting dalam tumbuhan karena berperan dalam berbagai fungsi dasar seperti fotosintesis, respirasi, penyimpanan zat, dan dukungan struktural. Tanaman tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan baik tanpa adanya jaringan parenkim yang berperan dalam proses-proses vital tersebut.

Refleksi

1. Jelaskan karakteristik pada jaringan parenkim !
2. Sebutkan macam-macam jaringan parenkim menurut fungsinya !
3. Jelaskan kenapa jaringan parenkim disebut juga dengan istilah jaringan dasar?
4. Apakah jaringan parinkim terdapat pada seluruh bagian pada daun, batang, buah, dan biji tumbuhan?
5. Sebutkan dan jelaskan peran dan manfaat dari jaringan parinkim !

MATERI IV

JARINGAN SKELERENKIM

Jaringan mempunyai struktur dan fungsi, sama seperti sel. Hewan dan tumbuhan memiliki jenis jaringan yang berbeda. Organ terdiri dari berbagai jaringan yang terdiri dari jenis, fungsi, asal, dan tahap perkembangan setiap sel menentukan bagaimana jaringan dalam tubuh tumbuhan berevolusi.

Jaringan dipisahkan menjadi jaringan sederhana dan jaringan rumit berdasarkan berbagai jenis komponen sel. Jaringan sederhana yang homogen yaitu homogen yang melibatkan dua atau selebihnya jenis sel, sedangkan jaringan rumit atau kompleks bersifat heterogen dan hanya berisi satu jenis sel. xilem, floem, dan epidermis merupakan jaringan rumit, sedangkan parenkim, kolenkim, dan sklerenkim merupakan jaringan sederhana.

Berdasarkan kontinuitas topografi, jaringan dibagi menjadi tiga sistem yaitu : sistem kulit, sistem jaringan pembuluh darah, dan sistem jaringan dasar. Periderm dan epiderm, yang berfungsi sebagai garis pertahanan awal tubuh, adalah bagian dari sistem dermal. Jaringan yang berfungsi sebagai dasar bagi tumbuhan merupakan bagian dari sistem jaringan dasar, yang juga dapat menunjukkan spesialisasi. Jaringan sklerenkim berdinding tebal memiliki sel-sel yang biasanya mati dan seringkali berkayu dan keras.

Jaringan-jaringan dalam tubuh tumbuhan diatur sedemikian rupa sesuai dengan kelompok tumbuhan tersebut. Karena jaringan vaskular tertanam di jaringan dasar dan sistem dermal adalah penutup luar, ada kesamaan mendasar dalam pola distribusi jaringan pada tumbuhan dikotil, misalnya pada jaringan vaskular batang menciptakan silinder berongga pada tanaman dikotil. Beberapa jaringan dasar (empulur) yang mengisi rongga terletak di antara silinder vaskular dan sistem dermal (korteks).

Tinjauan Pustaka

Jaringan yang dikenal sebagai sklerenkim adalah jaringan penguat sel-sel mati dan penebalan lignin melingkar. Secara khusus, tanaman monokotil dan dikotil yang sudah dewasa yang sudah berhenti mengalami pertumbuhan dan perkembangan sering mengandung jaringan sklerenkim. Sklereid dan serat terbentuk dari sel sklerenkim yang berdiferensiasi (serat). Biasanya, seratnya lebih panjang dari sklereid (Gunawan, 2018).

Jaringan sklerenkim mempunyai dinding sekunder yang bisa dikatakan kuat dan jaringan penguat karena didalamnya mempunyai lignin. Hanya bagian tumbuhan yang sudah tidak lagi digunakan untuk perkembangan dan pertumbuhan yang mempunyai jaringan sklerenkim. Sklereid dan serat adalah dua klasifikasi utama sel sklerenkim. Meskipun tidak ada perbedaan besar antara kedua jenis sel, serat seringkali berbentuk sel yang panjang, sedangkan sklereid memiliki berbagai bentuk dan memiliki struktur yang kuat. Tidak ada ruang di antara sel-sel mati dalam jaringan sklerenkim, dan dinding selnya tebal, keras, dan seperti titik. Selain itu, selulosa dan lignin hadir di dinding sel. Jaringan ini berfungsi untuk memperkuat bagian tanaman dewasa dan menjaga bagian sensitifnya (Fajar, 2020).

Hanya organ tumbuhan yang telah berhenti mengalami pertumbuhan dan perkembangan, atau yang telah menjadi tetap, yang mengandung jaringan sklerenkim. Adanya jaringan ini pada tumbuhan memungkinkan organ tumbuhan untuk menahan berbagai bentuk tekanan dan tekanan (tekanan, defleksi, peregangan, tiupan, berat, dan gaya tanpa mengalami efek negatif atau mempengaruhi sel atau jaringan yang berada di suatu tempat) (Eniek, 2018).

Tumbuhan menggunakan jaringan sklerenkim sebagai fondasi strukturalnya, meskipun sel sklerenkim lebih kaku daripada sel kolenkim

karena dinding sekundernya yang tebal yang biasanya diperkuat oleh lignin (Kusmiati, 2018).

Meskipun ada juga beberapa serabut yang relatif pendek, serabut didefinisikan sebagai sel yang menyerupai serabut panjang. Berbagai bagian tumbuhan mengandung serabut sklerenkim yang berbentuk helaian atau lingkaran. Serat dalam bundel pembawa (vaskular) adalah selubung yang tersebar di seluruh xilem dan floem dan terhubung ke bundel pembawa secara individu atau berkelompok. Serat dibagi menjadi dua kategori, serat xyler dan serat extraxylary, tergantung di mana mereka ditemukan. Serat xyler ditemukan di dalam sistem jaringan xilem, sedangkan serat extraxiler ditemukan di tempat lain, seperti di korteks atau di dekat floem. Panjang serat extaxillary biasanya melebihi jumlah serat xyler (Luthfya, 2018).

Sklereid (sel batu) adalah sel yang menjadi tidak aktif dan mati saat dewasa, tetapi protoplasnya terus berfungsi hingga mati. Sklereids biasanya memiliki bentuk melingkar, meski ada banyak variasi bentuk. Sel-sel ini dapat ditemukan berkelompok atau dalam bentuk soliter (tunggal). Sklereids hadir di banyak komponen tanaman, tetapi sangat lazim di kulit kayu, tabung saringan, buah-buahan, dan biji-bijian. Sklereid dapat ditemukan pada daging buah jambu biji, kulit biji kenari, dan batok kelapa (*Coconut mucifera*) (Luthfya, 2018).

Jaringan Sklerenkim

Jaringan sklerenkim merupakan bagian dari sel yang sudah mati serta sekelompok sel yang dindingnya telah mengalami penebalan sekunder dan signifikan sebagai akibat dari lignifikasi. Jaringan ini memungkinkan bisa melindungi jaringan yang berada disekitarnya yang memiliki struktur lebih lunak (Hartanto, 2021). Tumbuhan monokotil dan dikotil yang sudah dewasa yang belum mengalami pertumbuhan dan perkembangan merupakan contoh

tumbuhan yang memiliki jaringan sklerenkim. Biji keras dan organ tanaman dewasa lainnya seperti daun, batang, akar, dan kulit kayu juga termasuk jaringan sklerenkim. Misalnya buah pir keras dan batok kelapa yang rasanya seperti pasir saat dimakan. Struktur utama sel sklerenkim adalah dinding selnya, bahkan setelah kematian, sel-sel sklerenkim terus beroperasi. Sklerenkim bekerja terutama sebagai pendukung dan kadang-kadang sebagai pelindung (Gunawan, 2018).

Kolenkim dan sklerenkim digabungkan dalam konsep fisiologis dengan istilah stereome dalam konteks sistem penguatan pada tumbuhan. Adanya dinding sekunder yang didominasi oleh lignin bukan merupakan ciri sklerenkim karena penebalan sekunder juga dapat terjadi pada jaringan pengangkut dan beberapa bentuk parenkim. Sklerenkim sering mengandung protoplas, yang merupakan ciri parenkim. Ketika kedua jenis sel ini hidup berdampingan, situasi ini seringkali menyulitkan untuk membedakan antara sklerenkim dan parenkim. Sel sklerenkim dapat bervariasi dalam bentuk, struktur, dan tempat asal atau perkembangannya (Hartanto, 2021)

Ciri-Ciri Jaringan Sklerenkim

- a. Dinding sel menebal ke segala arah
 - b. Adanya penebalan berbasis lignin
 - c. Sel sklerenkin sering disebut sebagai sel-sel mati
 - d. Biasanya terlihat pada organ tumbuhan yang telah mencapai tahap dewasa dan tidak lagi tumbuh dan berkembang dan
 - e. Terletak di antara xilem dan floem, di korteks, dan di perisikel.
- (Halimah, 2020)

Fungsi Dari Jaringan Sklrenkim

Fungsinya menjadi unit agar dapat menahan segala gesekan eksternal, mengamankan dan melindungi organ yang berada didalam sel, untuk digunakan sbagai alat penguat (penyokong) (Rompegading, 2021).

Macam-Macam Jaringan Sklrenkim

Sel penyusun sklrenkim memiliki berbagai bentuk sebagai akibat dari berbagai genesis dan pertumbuhannya, tetapi secara luas dapat dikategorikan menjadi dua kelompok: serat dan sklereid. Kedua jenis sel ini tidak dapat dibedakan dengan jelas satu sama lain, tetapi secara umum, seratnya lebih panjang dan lebih ramping, sedangkan sklereid dapat berbentuk isodiametri, memanjang, atau bahkan bercabang (Hartanto, 2021)

Skltreid

Sklereid juga bisa berkembang dari jaringan meristematik atau jaringan parenkim melalui proses seperti sklerosis sekunder atau primer. Sklereid terbentuk dalam suatu jaringan vaskular yang berasal dari sel kambium dan prokmbium. Banyak dari sklereid bisa berkembang dari sel-sel parenkim sederhana atau meristem dasar. sel-sel dalam parenkim yang berkembang menjadi sklereid merupakan suatu bagian yang menyusun mesofil bunga karang di beberapa daun. Sklereid biasanya dianggap sebagai sel yang belum matang yang meninggal, namun telah ditemukan bahwa protoplas dapat bertahan sepanjang umur organ di mana mereka ditemukan.

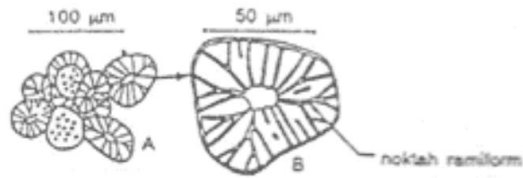
Sklereids dapat ditemukan di seluruh tubuh tanaman. Sklereid berkembang di bagian dalam parenkim yang lunak sebagai kelompok sel yang padat di sebagian besar tumbuhan. Jaringan sklrenkim yang dikenal sebagai sklereid (sel batu) telah memperlihatkan bentuk sel dengan dinding sel yang lebih tebal. Biasanya, sel parenkim dengan dinding yang lebih tebal menimbulkan sel skleereid. Ketebalannya memberi kesan berlapis-lapis.

Beberapa mengklaim bahwa penebalan ini merupakan respons terhadap kerusakan atau kelainan fisiologis, meskipun sumber pastinya tidak diketahui. Telah ditunjukkan bahwa banyak sklereid mempertahankan protoplas meskipun biasanya diyakini bahwa sklereid dewasa adalah sel mati. Sklereid hadir dalam beberapa bentuk. Fungsi tersebut ditampilkan dalam bentuk. Misalnya, sklereid pada daun yang runcing. Sklereid terdapat di seluruh tanaman, tetapi paling umum di biji, buah, dan kulit kayu. Di beberapa organ, seperti kulit kenari dan kelapa, sel-sel sklereid membentuk setiap sel. Pada beberapa tumbuhan, sklereid muncul sebagai idioblas, yaitu kelompok sel yang dengan mudah diketahui perbedaannya dengan yang lain di sekitarnya dikarenakan mempunyai tolak ukur, susunan, dan ketebalan dindingnya. Sel sklereid rebih banyak dibicarakan dengan sebutan sel batu disebabkan mempunyai dinding sel yang kuat. Sklereid adalah sel yang biasanya ditemukan pada jaringan dasar, jaringan vaskuler, sel parenkim, tangkai daun, korteks pada batang, daging buah, biji, akar dan daun yang terdapat pada tumbuhan.

Klasifikasi Sklereid

Sclereids hadir dalam berbagai organ tumbuhan. Dalam sel parenkim yang mengelilinginya, seperti kulit biji, daging buah pada tumbuhan, jaringan dsar, jaringan vaskulr, tangkai daun, parenkim pada akar, dan mesofil daun. sklereid berkumpul membentuk kelompok sel keras. Sklereid dapat ditemukan tersebar di seluruh jaringan atau di lokasi tertentu, seperti di paling atas urat daun (sclereid terminal). Secara umum, sklereid lebih pendek dari serat sklerenkim. Tipe bentuk sklereid ada 5 yaitu :

1. Sel batu (brachysclereida)



Gambar 12. Sel batu (brachysclereida)

Memiliki bentuk bulat mirip dengan sel parenkim. biasanya ditemukan di beberapa floem tanaman, korteks, kulit kayu, dan daging buah *Pyrus communis*. Sclereid ini juga yang sering terlihat di floem, pir (yang rasanya seperti pasir saat dimakan), korteks atau kulit kayu, dan daging buah, seperti daging buah pir, disebut sebagai sel batu isodiametri.

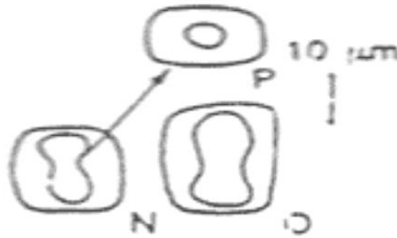
2. Macrosclereida (sel tongkat)



Gambar 13. Macrosclereida (sel tongkat)

Berbentuk silinder dan memanjang. Beberapa biji buah dan daun xerofit mengembangkan jaringan sel tongkat yang menyerupai pagar. Contohnya kulit biji *Phaseolus vulgaris*, Kulit biji *Leguminosae* dapat berisi lapisan sklereid berbentuk batang ini.

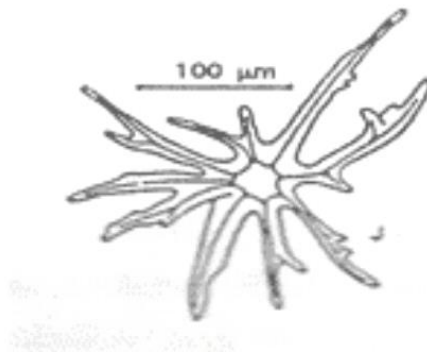
3. Osteosklerosis (sel tulang)



Gambar 14. Osteosklerosis (sel tulang)

Bentuknya menyerupai tulang paha dan memanjang dengan ujung melebar. Beberapa kulit biji xerofit, buah-buahan, dan daun termasuk sel-sel tulang di lapisan hipodermal. Beberapa tanaman Dicotyledonae juga sering memiliki sclereid ini di kulit biji dan daunnya.

4. Asteroid (sel bintang)

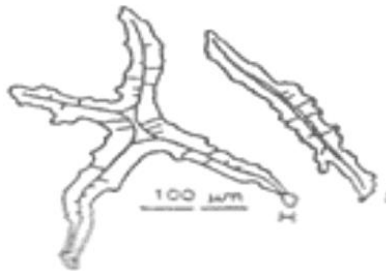


Gambar 15. Asteroid (sel bintang)

Bentuk ini sering dijumpai pada sel yang berada pada daun dan batang tumbuhan yang hidup di tempat kering. Mereka memiliki bentuk bercabang atau menyerupai bintang. Bercabang atau berbentuk seperti bintang. Contohnya berada di bagian mesofil batang dan bagian daun tumbuhan teh.

5. Trichosclereida

Sekelompok organisme yang berbentuk cabang yang sangat panjang dengan ujung runcing dan bagian jari dengan bentuk memanjang memasuki trikoma yang terdapat pada batang tanaman, akar, dan daun, yang merupakan celah antar sel (Hartanto, 2021).



Gambar 16. Trichosclereida

Struktur sklereid

Sklereid memiliki dinding sel dengan ketebalan bervariasi yang biasanya terbuat dari lignin. Sklereid berdinding tipis sulit dipisahkan dari parenkim sklereid, sedangkan yang berdinding tebal dapat dibedakan dari sel parenkim. Dinding sekunder banyak sklereid memiliki tonjolan yang signifikan, seringkali dengan area seperti saluran bercabang, dan lumennya hampir penuh dengan endapan dinding yang besar. Titik-titik biasanya langsung, namun kadang-kadang dinding sekunder menutupi sebagian kecil dari area titik. Kristal tertanam di dinding sekunder sklereid pada beberapa spesies. Deposisi sekunder tidak merata di beberapa sklereid; misalnya, makrosklereid kulit biji *leguminosae* terutama ditemukan di dinding lateral dekat ujung sel yang membengkok ke arah biji.

Awal Pertumbuhan Sklereid

Sklereid bisa menjadi sel parenkim normal sehingga bisa menjadi sklerosis. Setelah jaringan berhenti bekerja, sel-sel di floem dapat mengalami sklereficate. Sklereid terbentuk dalam jaringan vaskular dari sel prokambium dan kambium. Felogen ditemukan pada jaringan gabus yang mengandung sel batu. Protoderm menimbulkan makrosklereid kulit biji. Dengan menebalnya dinding sel mereka, sel parenkim berubah menjadi brachysklereids. Dinding sel biasanya bercabang, sangat tebal, dan berlapis-lapis. Ada area yang mulai terbentuk dari sisi luar dinding sekunder bersamaan saat dinding menebal, mengurangi permukaan dinding bagian dalam.

Pertumbuhan awal osteosklereida dalam kulit biji *Pisum sativum* adalah unik karena dinding lateral menebal secara signifikan untuk mencegah pembesaran lebih lanjut. Ujung dinding sel masih menyempit tetapi semakin lebar. Sklereid berevolusi dari sel awal berdinding tipis, sesuai dengan struktur histogenik dari sklereid bercabang yang ditemukan pada daun *Nymphaea odorata*.

Nukleus dan nukleolus sel pertama yang lebih besar membuatnya berbeda dari sel di dekatnya. Sel-sel asli mulai bercabang setelah mereka berkembang menjadi sklereid yang menyerupai bentuk dewasanya. Sklereid biasanya dianggap sebagai sel mati dewasa, tetapi telah ditemukan bahwa beberapa protoplas dapat terus ada sepanjang umur organ tempat mereka ditemukan. Sel batu pir memiliki rentang hidup protoplas yang relatif lebih lama.

Serat libiform dan trscheid secara tradisional dicirikan sebagai sel-sel mati tanpa protoplas, terkait dengan fungsi mekanis utama, atau memainkan peran yang sebagian besar tidak signifikan dalam konduksi air sambil mendukung bagian trakea. Ilustrasi lain dari hubungan tak terbatas antara banyak komponen yang membentuk jaringan tubuh tumbuhan tingkat tinggi

yang sangat terdiferensiasi adalah keberadaan protoplas hidup dalam serat libriform dan triskeid. Sulit untuk memahami signifikansi evolusi dan fungsional dari sklereid ini karena sklereid idioblastik ditemukan pada daun tanaman dalam beberapa kelompok taksonomi dan ekologi.

Serabut

Serat secara alami muncul dari berbagai meristem. Sel parenkim juga dapat tumbuh menjadi serabut, seperti yang terlihat pada protofloem beberapa tumbuhan dikotil. Kambium menciptakan serat dari awal fusiform, dan ketika mereka tumbuh, mereka hampir tidak memanjang. Serabut pada sklerenkim umumnya mempunyai bagian atas yang panjang, meruncing, dan umumnya mempunyai cabang. Panjang serat bervariasi antara 0,5 dan 5,5 cm di *Cannabis sativa* (rami), 0,8 dan 6,9 cm di *Linum usitatissimum*.

Pola dan bentuk serabut

Serat terdapat di beberapa bagian tubuh tumbuhan. Serat dapat muncul secara tunggal sebagai idioblas, atau sel yang lebih besar atau mengandung bahan yang berbeda dari sel di sekitarnya (seperti pada *Selebaran cycas*), tetapi lebih sering serat muncul sebagai pita, jaring, atau sebagai bentuk silinder penuh. Meskipun mereka juga sangat berkembang di jaringan dasar di banyak tanaman, serat lebih sering terlihat di jaringan vaskular. Sebuah sistem serat dengan bentuk silinder bergaris yang bersentuhan dengan epidermis terdapat di banyak *Gramineae*.

Pada daun monokotil, serat dapat terlihat dan membentuk selubung yang menutupi berkas pembuluh. Mereka mungkin juga bundel yang memanjang di bawah epidermis dan antara epidermis dan bundel vaskular. Serat sering terlihat di daerah terluar floem primer di batang dikotil, di mana mereka membentuk jumbai besar yang tumpang tindih (anastomosis) atau

pelat tangensial. Tidak terdapat serabut pada floem beberapa tumbuhan selain serabut perifer (serabut floem primer). Tumbuhan lain memiliki beberapa (Nicotiana, Boehmeria, Ulmus) atau banyak serat di floem sekunder (Tilia, Vitis, Clematis, Magnolia, Juglans). (Nugroho, Hartanto. 2021)

Ikatan pembuluh yang terisolasi pada batang dikotil tanpa pertumbuhan sekunder dapat disertai dengan berkas atau serat luar dan dalam (*Polygonum Rheum*). Pada tumbuhan dengan floem bagian dalam, floem bagian dalam dapat disertai dengan serabut (*Nicotiana*). Xilem mayor dan sekunder, dengan konfigurasi yang berbeda-beda, merupakan tempat yang sangat khas untuk serat tumbuhan biji tertutup. Distribusi serat di akar sebanding dengan yang ada di batang, dan serat dapat ditemukan di badan primer dan sekunder. Meskipun banyak tanaman berbiji terbuka memiliki serat floem sekunder, tanaman berbiji terbuka biasanya tidak memiliki serat di floem primer. Di batang tubuh, serat kortikal kadang kadang dapat ditemukan.

Klasifikasi serabut

Serat Xylem : Ukuran, bentuk, dan ketebalan dinding sel serabut Xylem bervariasi. Namun, karena kedekatan lokasi dan fungsinya, sangat sulit untuk membedakannya. Komponen yang bergabung dengan elemen xilem dan tumbuh dari meristem yang sama dengan elemen xilem dikenal sebagai serat xilem. Ketebalan dinding sel, serta jenis dan jumlah titik, membantu mengidentifikasi keduanya. Serat libriform dan trakeid adalah dua subkelompok umum serat xylem. Serat silar dan serat ekstrasilier adalah dua jenis serat dasar tergantung di mana mereka ditemukan di tubuh tanaman. Serat extracillary adalah mereka yang ditemukan di luar xilem, sedangkan serat silar ditemukan di dalam xilem. Jaringan meristematis yang sama yang menghasilkan sel xilem lain juga berfungsi sebagai sumber serat silar, yang

tumbuh menjadi komponen penting xilem. Dua kategori utama serat silia yaitu serat trakeid dan libriform.

Serat Libriform (liber = selubung bagian dalam) sebanding dengan serat floem dan seringkali lebih panjang dan memiliki dinding yang lebih tebal daripada trakeid tanaman tempat mereka ditemukan. antara serat trakeid dan libriform,

Serat Trakeid adalah bentuk transisi. titik pada Meskipun serat trakeid memiliki nodus bernada, ruang nodusnya lebih kecil. Bentuk lain dari serat, seperti lendir atau serat agar-agar, juga dapat hadir di xilem sekunder tanaman dikotil selain serat libriform dan trakeid.

Serat Ekstra Xilem juga dapat ditemukan di sel korteks dan floem tumbuhan. Serat ekstraksiler dapat dilihat di silinder inti jaringan dasar dan bahkan dapat mengelilingi berkas pembawa di sebagian besar batang monokotil. Selain berfungsi sebagai selubung pembawa, serat juga terdapat di antara berkas pembawa dan epidermis atas dan bawah pada daun Monocotyledonae, seperti *Cyperaceae*.

Biasanya, protoplas dalam serat sekunder yang sedang tumbuh hanya memiliki satu nukleus. Protoplas hidup dalam serat dewasa, tetapi hanya floem yang memiliki nukleus. Serat libriform dianggap sebagai cadangan makanan selain berfungsi sebagai jaringan penguat karena mereka kadang-kadang mempertahankan protoplas lama setelah dinding sekunder mereka menebal dan lignin.

Struktur dan Kegunaan Serabut

Pada beberapa batang dan daun, jaringan pembuluh secara fisik didukung oleh sel-sel panjang yang meruncing yang disebut serat sklerenkim. Mereka dapat menekuk dan memutar tetapi tidak akan meregang. Untuk

membuat kain, tali, kertas, dan kosmetik, kami menggunakan serat dari berbagai tanaman.

Serat keras dan serat lunak adalah dua kategori yang termasuk dalam serat komersial. Serat keras berasal dari tumbuhan monokotil dan memiliki dinding sel yang kaku serta kandungan lignin yang tinggi. Serat lunak, yang berasal dari tumbuhan dikotil dan bersifat elastis dan lentur, mungkin mengandung lignin atau tidak. Serat juga digunakan untuk tujuan berikut: Serat lunak, yang berasal dari tumbuhan dikotil dan bersifat elastis dan lentur, mungkin mengandung lignin atau tidak.

Rangkuman

Jaringan skelerenkim adalah salah satu jenis jaringan dalam tumbuhan yang berperan dalam memberikan dukungan mekanis dan menjaga keutuhan struktural tumbuhan. Berikut adalah materi lebih rinci tentang jaringan skelerenkim:

1. Definisi: Jaringan skelerenkim merupakan jaringan tumbuhan yang memiliki sel-sel dengan dinding sel yang kuat dan kaku, yang berfungsi sebagai struktur penyangga dan memberikan dukungan mekanis pada tumbuhan. Sel-sel skelerenkim umumnya mati pada saat mencapai kedewasaan dan memiliki dinding sel yang mengandung zat lignin yang membuatnya keras dan tahan terhadap tekanan mekanis.
2. Struktur: Jaringan skelerenkim terdiri dari sel-sel yang memiliki dinding sel yang kuat dan tebal. Sel-sel skelerenkim bisa berbentuk serat panjang atau bersekat pendek dan lebar, tergantung pada jenis jaringan skelerenkim yang ada. Sel-sel skelerenkim sering kali tersusun secara berdempetan, memberikan kekuatan dan stabilitas pada tumbuhan.
3. Jenis-jenis jaringan skelerenkim: Terdapat dua jenis jaringan skelerenkim, yaitu skelerenkim serat dan skelerenkim bersekat.

- a. Skelerenkim serat: Sel-sel skelerenkim serat berbentuk serat panjang dan berserat, serta tersusun secara berdempetan. Skelerenkim serat memberikan dukungan mekanis yang baik pada tumbuhan dan terdapat pada bagian batang, akar, daun, dan juga pembuluh pengangkut.
 - b. Skelerenkim bersekat: Sel-sel skelerenkim bersekat berbentuk lebih pendek dan lebih lebar dibandingkan dengan skelerenkim serat. Sel-sel skelerenkim bersekat tersusun dalam bentuk jaringan bersekat yang kuat, seperti pada biji buah anggur, kulit buah pisang, dan serat daun jati.
4. Fungsi: Jaringan skelerenkim memiliki fungsi utama sebagai struktur penyangga dan dukungan mekanis dalam tumbuhan. Sel-sel skelerenkim yang kuat dan keras memberikan kekuatan dan stabilitas pada bagian-bagian tumbuhan yang telah mengeras, seperti batang dan akar, serta membantu tumbuhan agar dapat berdiri tegak.
 5. Adaptasi dan pentingnya jaringan skelerenkim dalam tumbuhan: Jaringan skelerenkim memiliki adaptasi khusus yang membuatnya kuat dan tahan terhadap tekanan mekanis. Jaringan skelerenkim sangat penting dalam membantu tumbuhan tumbuh dan berkembang dengan baik, serta berperan dalam menjaga kekokohan dan tumbuhan.

Refleksi

1. Jelaskan karakteristik pada jaringan sklereid !
2. Sebutkan macam-macam jaringan sklereid menurut fungsinya !
3. Apakah jaringan sklereid terdapat pada seluruh bagian pada daun, batang, buah, dan biji tumbuhan?
4. Sebutkan dan jelaskan peran dan manfaat dari jaringan sklereid !
5. Jelaskan perbedaan jaringan sklereid dengan jaringan parenkim !

MATERI V

ANATOMI AKAR

Akar merupakan bagian yang sangat penting suatu tumbuhan, karena tumbuhan tidak akan bisa tumbuh jika tidak ada akar. Bagian akar yang masuk ke dalam tanah tidak hanya berperan untuk membuat tanaman berdiri tegak, akan tetapi juga bertumbuh hingga besar. Umumnya akar berwarna putih, akan tetapi ada juga yang berwarna coklat dan kuning, itu bergantung pada jenis tumbuhannya. Sebagian besar akar memiliki bentuk yang runcing di bagian ujungnya yang berfungsi untuk memudahkan bagian akar saat masuk ke dalam tanah. Dapat dikatakan juga akar menjadi anggota tubuh paling penting bagi tumbuhan yang berfungsi menyerap air dan mineral dari dalam tanah, yang setelah itu di antar ke batang supaya tumbuhan bisa tumbuh dengan baik.

Akar tanaman biasanya terdiri dari beberapa lapisan. yaitu epidermis, korteks, endodermis, dan stele. Epidermis berdinding tipis dan semipermeabel. Korteks adalah jaringan parenkim berdinding tipis dengan banyak ruang antar sel yang membantu pertukaran zat. Endodermis berupa satu lapis sel. Dinding sel memiliki penebalan zat gabus (pita kaspari) untuk memungkinkan air dan zat terlarut memasuki stele. Stele adalah silinder pusat pada tumbuhan. Di dalam stele terdapat berkas pembawa berbentuk xilem dan floem dan bagian terluar disebut perisikel atau perikambium.

Tinjauan Pustaka

Akar yaitu bagian bawah tumbuhan yang biasanya tumbuh di bawah permukaan bumi namun beberapa tanaman memiliki akar yang tumbuh di dalam tanah. Bentuk dan struktur akar sangat berbeda hal ini berkaitan dengan peran akar yaitu sebagai penyimpan makanan, akar kantung, akar

udara, akar pernapasan, dan akar rambut. Saat benih berkecambah akan muncul di pangkal benih akar yang disebut inti, yang kemudian masuk ke dalam tanah. Akar ini merupakan akar primer. Setelah beberapa tahap akar akan menghasilkan cabang yang disebut akar sekunder (Oman, 2018).

Secara morfologi (struktur luar), akar terdiri dari rambut akar, batang akar, ujung akar dan ujung akar. Akar secara anatomis (struktur dalam) terdiri dari epidermis, korteks, endodermis dan silinder pusat, sedangkan morfologi akar terdiri dari radikula, apeks akar, ujung akar dan rambut akar. Ujung akar adalah titik tumbuh akar. Ujung akar terdiri dari jaringan meristematik, sel-selnya berdinding tipis dan membelah secara aktif. Ujung akar dilindungi oleh tudung akar (calyptra). Tutup akar melindungi akar berdasarkan kerusakan mekanis waktu menembus tanah. Untuk membantu akar menembus tanah menggunakan lebih mudah, bagian atas luar tudung akar mengandung lendir (Satiyono, 2020).

Sistem perakaran berlainan antar berbagai macam tumbuhan. Biasanya sistem perakaran dipisahkan menjadi dua macam, yaitu serabut atau tunggang. Sistem perakaran dapat pula dalam atau dangkal, jarang atau lebat, yang bergantung pada spesies tumbuhan dan lingkungan tanah. Akar primer adalah yang pertama muncul dari suatu biji yang berkecambah. Akar tunggang menopang bibit dengan air dan berbagai nutrisi mineral yang diserap dari tanah. Sementara akar primer tumbuh berkembang, akar tersebut dapat menghasilkan cabang akar urutan kedua, ketiga, dan keempat yang menyusun semua atau sebagian sistem perakaran (Tohari, 2018).

Sistem akar tunggang terjadi ketika akar tanaman terus tumbuh. Ada satu akar utama yang bercabang menjadi akar yang lebih kecil. Akar utama seperti itu disebut radix primaria. Urutan akar ini biasanya terjadi pada dikotil dan angiospermae. Sistem akar serabut, terjadi saat akar institusional mangkat pada perkembangan selanjutnya atau diikuti sang serangkaian akar

ukuran kira-kira sama, semuanya timbul menurut pangkal batang. Oleh karenanya akar ini misalnya serat. diklaim akar serabut. Sistem perakaran ini umumnya masih ada dalam monokotil. Meski terkadang terdapat jua dikotil (dikotil ini diperbanyak menggunakan cara okulasi atau stek). Fungsi primer akar serabut merupakan buat memperkuat tanaman (Ramdhini, 2021).

Penyerapan air ke dalam akar tumbuhan berlangsung terus menerus karena tumbuhan selalu menjaga tekanan osmotik selnya yang selalu lebih tinggi dari tekanan osmotik air tanah. Tumbuhan mempertahankan tekanan osmotik dengan melakukan proses drainase melalui penguapan dan palung. Penyerapan air ke dalam akar tumbuhan berlangsung terus menerus karena tumbuhan selalu menjaga tekanan osmotik selnya yang selalu lebih tinggi dari tekanan osmotik air tanah. Tumbuhan mempertahankan tekanan osmotik dengan melakukan proses drainase melalui penguapan dan palung (Susilowarno, 2018).

Pengertian Akar

Akar merupakan salah satu bagian terpenting dari tumbuhan karena tumbuhan tidak dapat tumbuh tanpa akar. Bagian akar yang masuk ke dalam tanah tidak hanya membantu tanaman berdiri tegak, tetapi juga membantu pertumbuhannya. Umumnya akar berwarna putih, namun ada juga yang berwarna coklat dan kuning tergantung jenis tanamannya. Sebagian besar akar memiliki ujung yang tajam sehingga memudahkan akar menembus tanah. Dapat juga dikatakan bahwa akar merupakan anggota tumbuhan yang terpenting, yang bertugas menyerap air dan mineral dari dalam tanah, yang kemudian ditampung di sela-sela batang agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. anggota tumbuhan yang terpenting, yang bertugas menyerap air dan mineral dari dalam tanah, yang kemudian ditampung di sela-sela batang agar tanaman dapat tumbuh dengan baik.

Dalam istilah ilmiah akar disebut *radix*, dan akar merupakan bagian utama tumbuhan yang sudah memiliki pembuluh. Ujung akar memiliki meristem dengan pembelahan aktif dan kelopak pelindung atau tudung akar. Tutup akar berasal dari meristem apikal dan terdiri dari sel-sel parenkim. Jaringan muda pada tumbuhan yang selalu membelah dan menghasilkan sel baru yang terdapat pada titik tumbuh disebut meristem.

Akar tanaman biasanya terdiri dari sejumlah susunan, yaitu, epidermis, korteks, endotelium, dan stele. Epidermis ber dinding tipis dan semipermeabel. Korteks adalah parenkim ber dinding tipis dengan banyak ruang antar sel yang memfasilitasi pertukaran zat. Lapisan endotel adalah satu lapisan sel. Dinding sel memiliki penebalan seperti gabus (*Kjeldahl bands*) untuk memungkinkan air dan zat terlarut masuk ke dalam prasasti. Prasasti adalah kolom pusat tanaman. Di dalam prasasti terdapat berkas-berkas pembawa berupa xilem dan floem.

Struktur Akar

Struktur akar mencakup beberapa macam, yakni:

- a. Dasar akar (*collum*), yaitu bagian akar yang menempel pada pangkal batang.
- b. Ujung akar, yaitu bagian paling muda dari akar yang terdiri dari jaringan-jaringan yang masih dapat tumbuh.
- c. Batang bawah, yaitu bagian akar antara kerah akar dan ujung akar.
- d. Cabang akar, yaitu bagian akar yang tidak langsung menempel pada pangkal batang, tetapi yang menjulur dari akar utama. Dan setiap batang bisa bercabang.
- e. Filamen akar, yang merupakan cabang akar halus dan berserat.

Rambut akar dari pilus rootlets, yang sebenarnya merupakan proyeksi panjang sel-sel kulit di luar akar. Bentuknya seperti rambut, makanya disebut

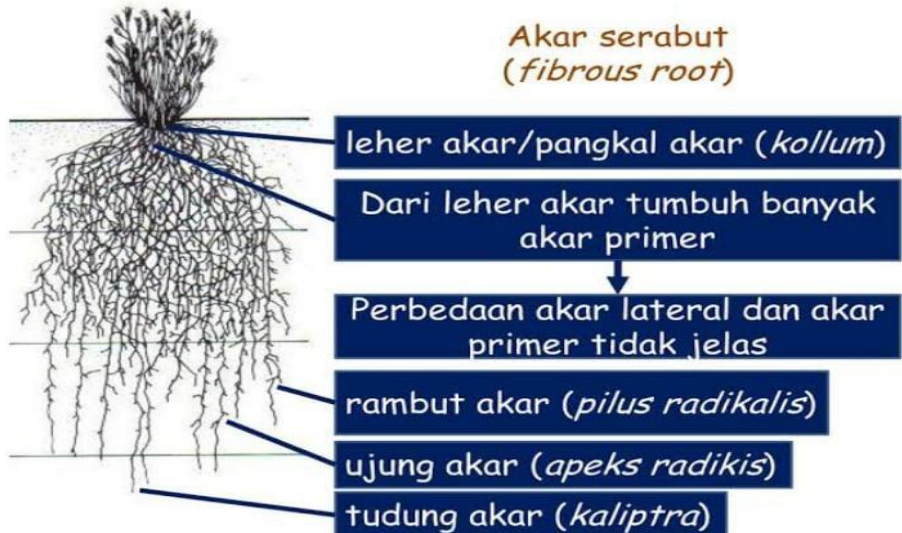
rambut akar. Karena adanya bulu-bulu akar, maka daerah serapan akar menjadi sangat luas sehingga lebih banyak air dan unsur hara yang dapat diserap.

Tudung akar, yang terletak di ujung akar terdiri dari jaringan yang melindungi ujung akar muda dan sensitive



Gambar 17. Struktur morfologi akar tunggang

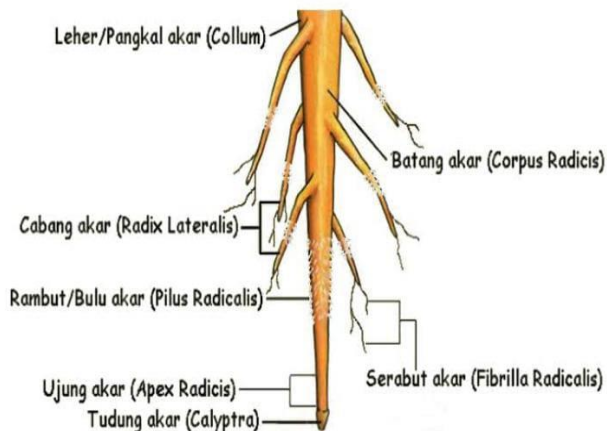
Bulu akar, merupakan bagian perpanjangan dari permukaan epifisis akar, yang berfungsi untuk mengoptimalkan penyediaan air dan unsur hara mineral. Rimpang (calypts) memiliki struktur perakaran yang sangat kuat, karena mampu menembus beberapa lapisan tanah yang keras. Itu terletak di ujung akar melalui tanah, yang melindungi akar dari kerusakan mekanis. Terdapat sel calyptra yang mengandung butiran pati yang disebut columella dan kalilipid ditemukan di akar dikotil dan monokotil.



Gambar 18. Struktur morfologi akar serabut

Akar tunggang

Akar tunggang mempunyai ukuran akar bermacam-macam termasuk akar pohon (akar asli) biasanya memiliki rupa lurus berujung lancip supaya gampang masuk serta menyerap demi memperoleh mineral dan air yang berada dalam bumi. Jenis percabangan akar ini biasanya kurang serta berada pada tumbuhan dengan biji dalam dua bagian (dikotil).



Gambar 19. Struktur morfologi akar tunggang

Tumbuh lurus ke bawah yaitu akar bersama yang merupakan perpanjangan batang, sedangkan akar lainnya merupakan cabang dari akar bersama dan berbiji telanjang dengan peran utamanya adalah sebagai penyimpanan makanan.

Akar serabut

Akar serabut tidak memiliki akar utama atau akar induk, sehingga akar biasanya memiliki ukuran yang sama. Akar berserat mempunyai lebih banyak cabang daripada akar tunggang, tetapi ukurannya hampir sama. Akar berserat ditemukan pada tumbuhan dengan biji dalam satu bagian.

Terdapat beberapa jenis akar khusus yakni:

- a. Akar gantung terdapat pada tanaman tertentu yang tumbuh pada batang dan menggantung di udara. Mencapai Bumi (bergerak searah dengan gravitasi Bumi).
- b. Akar lengket atau akar lengket adalah jenis akar yang tumbuh pada tanaman, yang bekerja sedemikian rupa sehingga tanaman dapat menempel pada berbagai benda atau benda, seperti pohon, dinding atau bahkan tanaman lain, dan bergerak ke atas. tempat
- c. Dari pangkal akar tumbuh penopang yang menopang batang agar tetap tegak.
- d. Akar pernafasan umumnya terdapat pada tumbuhan yang sering tergenang air.

Jaringan Penyusun Akar

Jaringan epidermis

Jaringan yang membentuk akar pertama tanaman disebut epidermis. Epidermis adalah pembentuk jaringan yang tempatnya terluar. Bagian dalamnya terdiri dari sel-sel yang sangat rapat satu sama lain, dengan tidak

adanya ruang atau celah antar sel. Secara umum, sel-sel yang ada dalam jaringan epidermis mempunyai dinding yang sangat tipis. Jaringan epidermis mempunyai sifat semi permeabel, sehingga dapat memudahkan masuknya hara, air, serta garam mineral ke dalam akar tanaman. Semakin lama, jaringan penyusun akar ini akan mengalami penebalan. Proses penebalan berperan sebagai pelindung jaringan yang ada di bawahnya. Kemudian, pada jaringan epidermis ini umumnya terdapat benjolan-benjolan yang selanjutnya akan membentuk rambut-rambut akarnya. Rambut-rambut akar ini memiliki fungsi untuk menyerap air serta hara mineral. Selain itu, juga untuk memperluas daerah atau bidang penyerapan pada akar tersebut. Biasanya jaringan epidermis memiliki lapisan yang disebut zat gabus. Lapisan ini mempunyai fungsi sebagai pelindung dari sel-sel yang terdapat di bawahnya. Meskipun demikian, zat gabus ini tidak bisa berperan sebagai alat penyerap air dan hara dalam tanah.

Jaringan korteks

Subnetwork root berikutnya adalah jaringan kortikal. Korteks adalah jaringan yang terletak pada bagian kedua sesudah epidermis. Fungsi jaringan kortikal adalah sebagai menyimpan persediaan makanannya di akar. Korteks tersusun dari susunan jaringan parenkim, biasanya halus dan mempunyai jaringan penguat yang tidak banyak. Meskipun sel jaringan parenkim memiliki ruang di antara sel yang berfungsi untuk wadah penyimpanan udara.

Jaringan endodermis

Jaringan yang membentuk akar disebut endodermis. Jaringan ini terdiri dari satu lapisan sel. Gunakan dinding sel yang tegak lurus dengan silinder pusat. Dinding selnya memiliki bahan seperti tudung yang tebal, sering disebut tali singkong, yang tidak dapat ditembus air seperti bagian akar lainnya. Dengan demikian, jaringan endodermal mengambil alih tugas

mengatur akses air, nutrisi dan mineral dari korteks serebral ke silinder pusat (stele).

Jaringan silinder pusat (Stele)

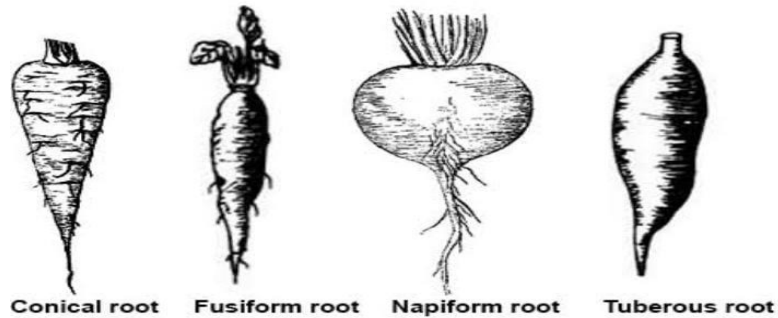
Silinder pusat adalah jaringan akar yang paling dalam dibandingkan jaringan yang lain. Pada jaringan tunggal itu terdapat perisikel dan jaringan pengangkut (xilem). Xilem dibentuk secara radial secara bergantian, yang tugasnya mengangkut nutrisi atau zat organik yang dihasilkan selama fotosintesis daun ke seluruh bagian tanaman.

Modifikasi Akar

Modifikasi pada akar mencakup penyimpanan cadangan makanan, respirasi, pendukung akar dan lain sebagainya. Dibagian tumbuhan, akar terjadi imodifikasi yang mengganti bentuk dan struktur akibatnya mengalihkan fungsi akar kecuali untuk absorpsi dan konduksi air dan mineral. Akar yang dimodifikasi membentuk serangkaian pelengkap yang membantu menegakkan tubuh tanaman, menyimpan makanan, dan pernapasan.

Modifikasi akar tunggang menjadi penyimpanan makanan

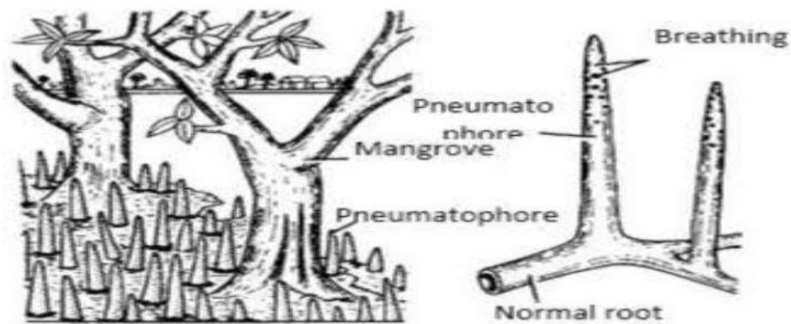
Akar serabut wortel, lobak dan ubi berubah bentuk dan biasanya tumbuh menjadi tempat penyimpanan cadangan makanan. Akar sekunder pada tanaman ini menjadi lebih kecil dari biasanya. Hipokotil, bagian embrio antara kotiledon dan pangkal, juga menopang akar tunggang sebagai penyimpan makanan. Batang tanaman menyusut dan berubah bentuk menjadi lembaran nitrogen yang menjadi daun. Menyimpang dari ciri-ciri bentuknya, akar tunggang ini dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu akar ujung, akar gelendong, akar tunggang, dan akar umbi.



Gambar 20. Modifikasi akar tunggang menjadi penyimpanan makanan

Modifikasi akar tunggang menjadi alat bantu respirasi

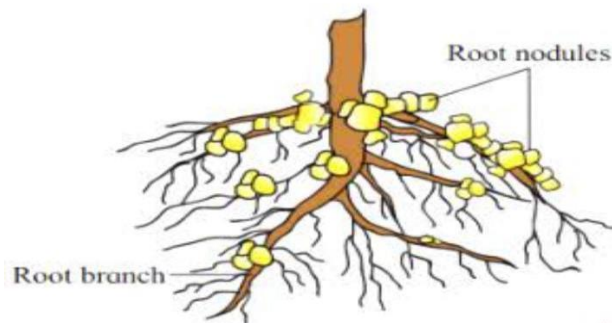
Tumbuhan yang tumbuh di habitat asin yang tumbuh di rawa-rawa dan danau asin disebut halophyta. Salah satu halophyta adalah Rhizophora, salah satu tumbuhan mangrove. Rhizophora tumbuh di daerah rawa dan akarnya mencuat dari dalam tanah (negatif geotropik) dan tumbuh vertikal ke atas. Akar seperti itu disebut pneumatofor atau akar pernapasan. Tugas akar tersebut adalah mendapatkan oksigen selama respirasi.



Gambar 21. Modifikasi akar tunggang menjadi alat bantu respirasi

Akar ini memiliki beberapa karakteristik. Akar nafas ini adalah modifikasi dari akar tunggang. Bagian ini tidak memiliki klorofil dan bukan merupakan organ fotosintesis. Akar respiratori (akar nafas) banyak terdapat

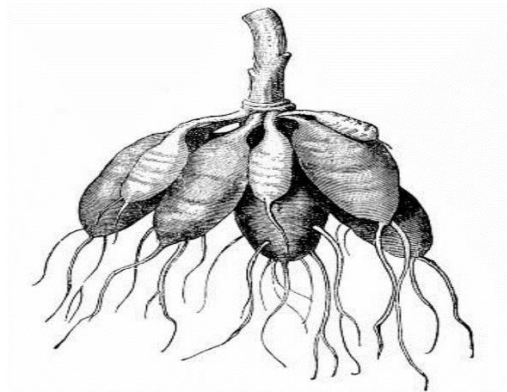
di tempat payau seperti rawa atau mangrove dekat pantai. Akar nafas tumbuh vertical ke atas melawan gaya gravitasi bumi (geotropiknegatif). Akar ini memiliki penutup di ujung dan lentisel sebagai tempat pertukaran udara. Legum (keluarga kacang polong) memiliki umbi kecil atau tonjolan yang disebut akar berbonggol pada akar sekundernya. Nodus-nodus ini merupakan habitat bakteri *Rhizobium leguminosarum*. Simbiosis antara akar kacang dan bakteri adalah simbiosis timbal balik yang digunakan bakteri untuk mengikat nitrogen dari atmosfer untuk diserap oleh akar agar mencukupi mineral.



Gambar 22. Simbiosis dengan bakteri *Rhizobium leguminosarum*

Modifikasi akar adventif sebagai cadangan makanan

Modifikasi akar ini tumbuh melambung dan menggeembung dengan bentuk yang beragam. Akar ini muncul dari batang dan membungkuk menembus tanah. Contoh tumbuhan yang memiliki modifikasi akar seperti ini adalah ubi jalar (*Ipomoea batatas*). Kecuali pada akar sekunder yang menjadi tempat penyimpanan makanan seperti yang dimiliki *Ipomoea batatas*, ada pula modifikasi akar sekunder yang jumlahnya banyak (*fasciculated root*). Pada modifikasi lain seperti pada Dahlia dan Asparagus, bentuk modifikasi akar lebih beragam dan memiliki bentuk yang tetap.



Gambar 23. Modifikasi akar adventif untuk penyimpanan cadangan makanan

Modifikasi akar sekunder untuk penyangga

Struktur yang semacam membelit pada Pohon Banyan disebut akar penyangga. Akar ini berkembang dari cabang pohon yang menggantung ke bawah dan akhirnya masuk ke tanah yang akhirnya berperan sebagai penahan untuk batang yang keras. Pohon banyak tumbuh di Indian Botanical Garden, Orah (Kolkata) yang memiliki hampir 1700 akar penyangga dan edaran yang luas. Pohon ini berusia 200 tahun. Contoh lain adalah tumbuhan mangrove *Rhizophora* ada yang memiliki akar penyangga. Karakteristik akar penyangga antara lain adalah akar tumbuh dari percabangan batang. Cabang ini tumbuh secara vertikal dan masuk ke dalam tanah dan menjadi akar penyangga. Akar ini tumbuh panjang dan berbentuk seperti pilar penyangga yang menyangga pertumbuhan pohon. Pada batang bagian bawah jagung dan tebu memiliki akar penunjang yang tumbuh pada ruas batang bagian bawah. Akar ini disebut akar panggung (*stilt root*). Akar yang ini umumnya berada pada tumbuhan monokotil dan semak belukar. Akar tumbuh miring dan masuk ke tanah. Pada jagung dan tebu akar muncul dalam lingkaran ruas batang. Pada palem-paleman, akar ini tumbuh hanya pada bagian paling bawah batang dan tumbuh miring untuk penyangga tumbuhan. Contoh yang beda dari tumbuhan yang memiliki akar penyangga ialah bambu.

Karakteristik pada akar ini adalah akar tumbuh pada ruas basal daribatang. Akar tumbuh miring dari batang, ada kalanya ukurannya pendek. Fungsi dari akar ini adalah untuk menyangga tumbuhan.

Akar selanjutnya adalah akar panjat. Beberapa tumbuhan membuat akar yang tumbuh pada ruas yang berfungsi untuk ini membantu tumbuhan untuk tetap tumbuh ke atas dan mendapatkan sinar matahari. Tumbuhan menjalar yang batangnya tidak terlalu kuat akan melingkari penyangga dibantu dengan akar panjat yang tumbuh pada ruas tumbuhan Contohnya sirih (*Piper betle*). Seperti akar panjant ada pula akar sekunder yang berperan untuk menempel pada habitat. Akar lain adalah akar papan atau akar penopang. Akar penyangga hidup pada bagian basal batang serta muncul menuju permukaan tanah. Akar ini tumbuh vertical memanjang dan pipih secara horizontal mirip seperti papan. Contoh tumbuhan ini adalah Terminalia, Ficus, Bombax.



Gambar 24. Modifikasi akar sekunder untuk penyangga

Modifikasi akar sekunder dengan fungsi khusus

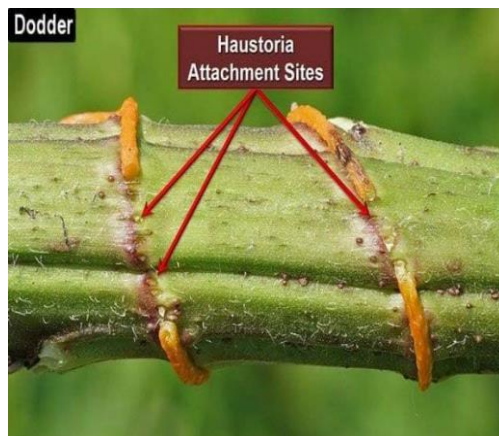
Beberapa tumbuhan seperti anggrek tumbuh di batang horizontal pada pohon yang besar di hutan untuk mendapatkan cahaya matahari. Tumbuhan semacam ini adalah tumbuhan autotrofik yang disebut epifit. Tumbuhan epifit memiliki morfologi akar khusus yang disebut akar epifit. Akar ini memiliki jaringan velamen yang higroskopik atau tumbuh menuju sumber air dan memiliki dinding berpori. Akar epifit mengambil kelembaban udara,

seperti vanda, Dendrobium dan genus angrek lainnya. Akar ini juga disebut akar asimilatory yang berperan dalam fotosintesis tumbuhan.



Gambar 25. Modifikasi akar sekunder dengan fungsi khusus

Contoh akar lain yang memiliki fungsi khusus adalah haustoria atau akar parasitik. Akar ini memiliki spesialisasi pada tumbuhan parasit yang mengabsorpsi makanan dari inang. Pada parasite fakultatif penetrasi haustoria sampai pada xylem inang dan mengabsorpsi air dan mineral dari inang, contohnya *Viscum album*. Pada tumbuhan parasite obligat, penetrasi haustoria sampai pada xilem dan floem yang mengabsorpsi air, mineral, dan nutrisi inang, contohnya pada *Cuscuta*, *Orobanche*, *Viscum*, *Lorathus*.



Gambar 26. haustoria atau akar parasitik

Tumbuhan yang memiliki akar assimilatory atau akar fotosintetik antara lain, *Tinospora* dan golongan anggrek. Akar ini muncul dan mendapatkan sinar matahari, berwarna kehijauan karena mengandung klorofil. Contoh lain dari akar fotosintetik adalah *Taeniophyllum*, *Trapa*, dan *Podostemon*. Karakteristik dari akar ini antara lain akar ini merupakan akar modifikasi dari akar sekunder berwarna kehijauan. Tumbuhan yang memiliki akar ini memiliki persebaran habitat yang beragam, diantaranya tumbuhan akuatik, terestrial, dan epifit. Akar tumbuh secara horizontal yang bergerak menuju gravitasi mirip diageotropik dan bercabang mirip plagiotropik. Pertukaran udara terjadi di sepanjang permukaan akar. Akar sekunder juga termodifikasi menjadi bentuk symbiosis dengan fungi membentuk mikoriza. Pada beberapa tumbuhan, akar berasosiasi dengan hifa fungi. Fungi mengabsorpsi air dan mineral dari tanah, dan tumbuhan menyediakan makanan organik bagi fungi. Contoh tumbuhan yang membentuk mikoriza adalah Pinus, dan *Monotropa*. Contoh akar lain yang memiliki fungsi khusus antara lain akar reproduksi, akar kontraktile, dan akar duri. Akar reproduksi pada beberapa tumbuhan muncul tunas yang berkembang menjadi daun. Akar ini membantu reproduksi tumbuhan secara vegetative dengan membentuk tunas. Akar kontraktile ditemukan di bawah rhizome, umbi lapis dan beberapa tumbuhan, contohnya *Canna*, *Cracus* dan *Freesia*. Akar duri termodifikasi menjadi bentuk menyerupai duri seperti pada tumbuhan *Pothosarmatus* dan *Acanthorriza*.

Fungsi Akar

Adapun fungsi akar secara umum pada tumbuh-tumbuhan dapat sebagai fungsi menyerap unsur hara, mineral dan air yang dapat diserap. Tumbuhan membutuhkan air dan unsur hara untuk melakukan proses metabolisme. Akar tumbuhan menyerap berbagai mineral dan air yang

terkandung dalam tanah untuk kebutuhannya. Akar tanaman bergerak ke segala arah untuk mencari dan menyerap unsur hara tersebut.

Pangkal batang tanaman. Akar yang tertanam di dalam tanah seperti kumpulan bahan yang berfungsi sebagai penahan, memaksa batang tanaman untuk tetap kuat. Sehingga batang pohon dapat menahan angin, hujan deras dan pengaruh lingkungan fisik lainnya.

Menyimpan cadangan makanan. Akar tumbuhan tertentu, seperti aneka ubi dan bengkoang, dapat dimanfaatkan sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan. Unsur hara cadangan ini digunakan saat tanaman kesulitan mencari unsur hara lain. Akar tanaman terus tumbuh seiring bertambahnya usia dan banyaknya makanan yang disimpan..

Respirator (alat pernapasan). Akar tanaman yang tersimpan di dalam tanah dapat menyerap udara melalui pori-pori tanah. Akar tanaman menyerap udara dari dalam tanah melalui pori-pori tanah.

Alat perkawinan vegetatif. Akar tanaman tertentu dapat digunakan sebagai alat perkawinan vegetatif, membentuk rimpang untuk tanaman jahe, pucuk untuk tanaman pisang, dan geranium untuk tanaman stroberi.

Rangkuman

Berikut adalah rangkuman struktur anatomi akar tumbuhan:

1. Ujung Akar (Meristem): Ujung akar merupakan bagian paling ujung dari akar yang terus mengalami pembelahan sel secara aktif, bertanggung jawab untuk pertumbuhan akar ke bawah dalam tanah.
2. Zona Elongasi: Zona elongasi terletak di atas ujung akar dan merupakan tempat dimana sel-sel akar memanjang secara cepat, memperpanjang panjang akar ke bawah dalam tanah.

3. Zona Rambut Akar: Zona rambut akar terletak di belakang zona elongasi dan merupakan tempat dimana akar memiliki rambut akar yang berfungsi untuk menyerap air dan nutrisi dari tanah.
4. Zona Pematangan: Zona pematangan terletak di belakang zona rambut akar dan merupakan tempat dimana sel-sel akar mengalami pematangan, mengubah bentuk, dan menjadi kaku.
5. Epidermis: Epidermis adalah lapisan luar akar yang memiliki sel-sel tipis yang berfungsi untuk melindungi akar dari kerusakan mekanis dan mengatur absorpsi air dan nutrisi.
6. Rambut Akar: Rambut akar adalah ekstensi dari epidermis yang berfungsi untuk menyerap air dan nutrisi dari tanah. Korteks: Korteks adalah lapisan yang terletak di dalam epidermis dan berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan dan air, serta berperan dalam pertukaran gas.
7. Endodermis: Endodermis adalah lapisan sel yang terletak di dalam korteks, berfungsi sebagai pengatur selektif untuk nutrisi yang masuk ke dalam silinder pusat akar.
8. Silinder Pusat Akar: Silinder pusat akar merupakan lapisan dalam akar yang terdiri dari jaringan pembuluh, termasuk xilem dan floem, yang berfungsi untuk mengangkut air, nutrisi, dan makanan ke bagian atas tumbuhan.
9. Sumsum Akar: Sumsum akar adalah bagian terdalam akar yang berisi sel-sel yang menghasilkan xilem dan floem baru serta berfungsi untuk mengangkut air dan nutrisi ke atas tumbuhan.

Struktur anatomi akar tumbuhan memiliki berbagai bagian yang saling berinteraksi dalam mengambil air, nutrisi, dan melakukan fungsi-fungsi vital bagi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Setiap bagian memiliki

peran dan fungsi masing-masing yang penting dalam sistem perakaran tumbuhan.

Refleksi

1. Sebutkan dan jelaskan ciri-ciri akar pada tanaman monokotil dan dikotil !
2. Jelaskan fungsi dan peran akar pada berbagai jenis tanaman !
3. Jelaskan apakah pada setiap akar tanaman memiliki anatomi akar yang sama?
4. Jelaskan berbagai model dari modifikasi akar pada tanaman terrestrial dan pesisir/laut?
5. Jelaskan fungsi akar sebagai upaya mitigasi bencana longsor!

MATERI VI

ANATOMI BATANG

Salah satu bagian tumbuhan adalah batang sebagai bagian dari organ yang menunjang tumbuhan untuk tumbuh tinggi agar memperoleh sinar matahari. Oleh karena itu, arah tumbuh batang pada umumnya cenderung mengikuti arah sinar matahari. Selain itu, struktur batang yang terhubung dengan akar di bagian bawah dan daun di bagian ujung rantingnya, membuat batang menjadi organ penting bagi tumbuhan karena merupakan jalur penghubung transportasi zat hara dan mineral dari akar tumbuhan menuju daun. Secara anatomi batang juga memiliki lapisan-lapisan jaringan diantaranya yaitu, epidermis, korteks, dan silinder pusat atau stele.

Melihat kedudukan batang yang memiliki peran penting bagi struktur tumbuhan, maka dari itu dalam makalah ini penulis akan membahas mengenai struktur anatomi batang, mulai dari pengertian batang, struktur anatomi batang dikotil dan monokotil, tipe-tipe batang, batang primer dan batang sekunder dan batang sebagai organ perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan.

Tinjauan Pustaka

Salah satu bagian tumbuhan yang terpenting adalah batang, yang posisinya terletak di atas permukaan tanah. Di dalam biji terdapat batang lembaga yang akan berkembang menjadi batang. Titik tumbuh batang berasal dari meristem apikal pada batang. Batang berada di atas tanah sebagai pendukung dan penopang bagian tumbuhan lainnya, seperti daun, bunga, dan buah. Batang bisa memperluas bidang fotosintesis dengan melakukan percabangan batang (Nurdiana, 2020).

Batang memiliki morfologi yang bervariasi dan sangat luas. Pada batang tumbuhan variasinya dapat di amati dengan melihat ukuran diameter batang dan tinggi rendahnya batang tumbuhan. Bentuk luar batang tumbuhan amat di pengaruhi oleh keadaan genetik dan juga keadaan lingkungan seperti, suhu, kelembaban, lapisan tanah, sinar matahari, angin dan kesuburan tanah. Keadaan inilah yang meyebabkan terjadinya struktur luar batang tumbuhan yang berbeda-beda (Suhirman, 2017).

Sebagaimana tumbuhan yang di bedakan menjadi golongan dikotil dan monokotil, maka bagian batang juga di golongkan ke dalam golongan dikotil dan monokotil. Batang yang mengalami pertumbuhan berkayu umumnya terjadi pada tumbuhan dikotil sementara, pada batang tumbuhan monokotil tidak mengalami pertumbuhan berkayu. Hal ini di karenakan pada batang tumbuhan dikotil terdapat bagian kambium. Sedangkan, pada tumbuhan monokotil tidak memiliki kambium (Riandari, 2007).

Pada batang yang berperan dalam penebalan dan pelebaran diameternya adalah meristem sekunder. Hal ini terjadi karena adanya kegiatan kambium vaskuler dan kambium gabus atau vilogen. Selain itu, meristem sekunder ini juga berperan dalam pembentukan lingkaran tahun akibat adanya pengaruh lingkungan yang di tandai dengan diameter kayu yang lebih besar dan melebar pada musim hujan (Ramdhini, 2021).

Pada sistem organ batang terbentuk dari meristem apikal pucuk dengan sel-sel penyusun organnya merupakan derivat dari sel meristem ujung dan apikal pucuk. Sel tumbuhan yang masih dalam tahap embrionik atau meristem dan berdiferensiasi penuh, sel yang masih hidup terdiri dari dinding sel luar dan protoplasma yang mengandung seluruh bagian dalam sel. Protoplasma terdiri dari sitoplasma, organella sel, dan bagian yang tidak hidup seperti vakuola dan zat ergastik (Hasanuddin, 2017).

Pengertian Batang

Batang merupakan organ yang umumnya tumbuh di atas tanah dan sebagian memiliki buku dan ruas. Pada tumbuhnya batang tidak memiliki peindung yang khusus, akan tetapi lapisan bakal daunnya yang berfungsi sebagai pelindung dari batang itu sendiri. Di lingkungan sekitar, ada tiga jenis batang yang sering dijumpai yaitu batang berkayu, batang berair/batang basah dan batang rumput.

Akar yang membawa unsur hara dan mineral dari dalam tanah, terhubung langsung dengan organ batang yang bertugas memindahkan unsur hara dari akar ke daun untuk melanjutkan proses fotosintesis. Selain itu, batang melekat pada daun sehingga berperan menyebarkan dan mendaur ulang hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tubuh tumbuhan. Batang dalam melakukan semua fungsi tersebut, hanya karena batang memiliki struktur jaringan pengangkut yaitu xilem dan floem yang juga terdapat pada akar dan tulang daun.



Gambar 27. Batang tumbuhan

Selain mengangkut unsur hara dari akar ke daun dan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tumbuhan, batang banyak jenis tumbuhan juga

berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan seperti ubi jalar dan ketang.

Fungsi Batang

Adapun beberapa fungsi dari batang tumbuhan yaitu :

Penopang

Batang berfungsi untuk menjaga tumbuhan agar tetap tegak dan kokoh, sehingga dapat menopang daun, bunga, buah dan ranting. Tumbuhan membutuhkan penopang yang sangat kuat karena tumbuhan akan terus tumbuh membesar semakin tinggi dan panjang seiring dengan bertambah usianya.

Pengangkut

Batang berperan dalam mengirimkan dan mengangkut berbagai mineral dan air dari akar ke daun. Batang juga menyalurkan unsur hara yang dihasilkan oleh daun ke seluruh bagian tumbuhan melalui proses fotosintesis.

Penyimpan

Pada beberapa spesies tumbuhan, batang berfungsi sebagai penyimpan makanan mulai dari bentuk padat hingga cair. Sebagai contoh tumbuhan yang batangnya menyimpan cadangan makanan dalam bentuk padat adalah tumbuhan sagu. Sedangkan tumbuhan yang menyimpan cadangan makanan dalam bentuk cair adalah tebu.

Alat perkembangbiakan

Pada beberapa jenis batang tumbuhan dapat di jadikan sebagai alat perbanyak jenis secara vegetatif. Perbanyak vegetatif menggunakan batang dapat dilakukan dengan bantuan vegetasi alami dan vegetasi buatan. Perbanyak secara vegetatif, baik secara alami maupun buatan, dapat dilakukan dengan cara stek, sambung dan semat atau okulasi.

Ciri-ciri batang

Sifat-sifat batang:

- a. Batang biasanya panjang, bulat seperti silindir, atau berbentuk lain. Batang selalu bersifat aktinomorf, artinya banyak bidang terbagi menjadi 2 bagian simetris.
- b. Batang terdiri dari ruas-ruas yang dibatasi oleh ruas-ruas, dan ruas-ruas tersebut memiliki daun.
- c. Arah pertumbuhan batang biasanya ke arah cahaya atau matahari, artinya batang bersifat fototrofik atau heliotrofik.
- d. Batang akan semakin lama semakin panjang. Karena itu, batangnya dikatakan tumbuh tanpa batas.
- e. Batangnya dapat bercabang dan tidak akan rontok selama hidupnya kecuali cabang atau ranting kecil.
- f. Batang biasanya tidak berwarna hijau kecuali pada tumbuhan yang masih pendek seperti rerumputan.

Struktur Anatomi Batang

Sebagai organ esensial tumbuhan, batang memiliki struktur anatomi yang terdiri dari lapisan terluar berupa jaringan epidermis, kemudian jaringan kortikal dan jaringan pengangkut yang terdiri dari xilem dan floem.

Penjelasan tentang struktur anatomi batang meliputi:

Jaringan epidermis

Jaringan epidermis adalah bagian terluar dari batang dalam struktur anatomi batang. Jaringan epidermis terdiri dari satu lapisan sel yang dinding selnya menebal dan dilindungi oleh kutikula.

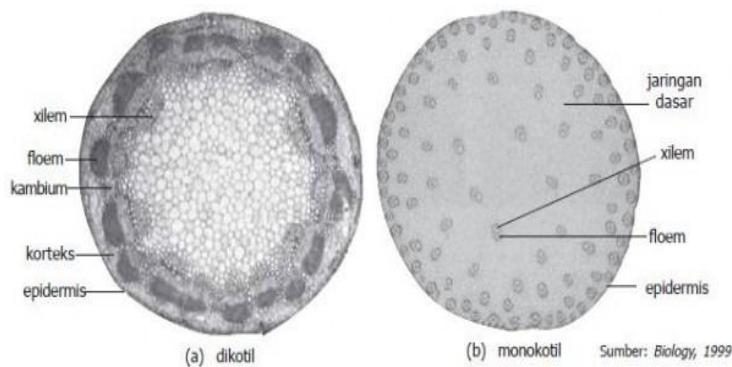
Jaringan korteks

Jaringan korteks adalah jaringan beberapa lapisan sel yang membentuk struktur berongga dengan vakuola yang besar yang berfungsi sebagai tempat menyimpan cadangan makanan.

Jaringan pengangkut

Jaringan pengangkut merupakan jaringan yang tersusun atas dua organ yaitu xilem dan floem. Jaringan xilem adalah jaringan yang terlibat dalam pengangkutan nutrisi dan mineral dari akar ke daun. Jaringan floem, disisi lain, adalah jaringan yang terlibat dalam pengangkutan distribusi produk fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tanaman.

Pada strukturnya ada beberapa perbedaan struktur anatomi batang dikotil dan monokotil, yaitu :



Gambar 28. Anatomi batang tumbuhan

Pada dikotil memiliki susunan jaringan pengangkut yaitu xilem dan floem yang disandingkan, dengan susunan xilem di dalam dan floem di luar. Sedangkan, pada tumbuhan monokotil susunan jaringan pengangkut antara xilem dan floem saling terikat dengan susunan yang tersebar.

Pada dikotil terdapat kambium vaskuler antara xilem dan floem. Ini disebut kambium intravaskuler karena terletak di antara dua jaringan transportasi. Kambium intravaskuler ini merupakan hasil perkembangan dari

jaringan parenkim yang berada diantara berkas pembuluh angkut. Kambium ini dapat menciptakan pertumbuhan sekunder untuk memungkinkan diameter batang tanaman dikotil meningkat. Sedangkan monokotil tidak melakukan itu yang dapat menyebabkan tumbuhan monokotil tidak mengalami pertumbuhan sekunder yang menyebabkan batangnya tidak membesar.

Jenis-jenis batang

Berdasarkan penampakannya batang tumbuhan dibagi menjadi 2 yaitu : Tumbuhan dengan batang yang tidak tampak (*planta acaulis*). Tumbuhan dengan batang seperti ini memiliki ciri-ciri yaitu, batangnya amat rendah sehingga sulit diidentifikasi. Daunnya tumbuh di bagian atas akar dan bergabung erat. Contoh lobak dan sawi putih.

Tumbuhan dengan batang yang jelas atau terlihat. Suku ini terbagi menjadi tiga bagian, yaitu :

- a. Batang kayu (Lignosus), batang ini memiliki morfologi struktur yang keras karena sebagian besar terdiri dari kayu. Batang berkayu memiliki kambium yang pertumbuhan memanjang ke luar dan ke dalam. Pertumbuhan kambium bagian dalam membentuk kayu dan pertumbuhan kambium bagian luar menghasilkan kulit kayu.
- b. Batang rumput (Calmus), lunak dan beruas serta berlubang. Batang rumput ini cenderung mudah patah dan ukurannya relatif kecil.
- c. Batang basah (Herbaceus), mempunyai morfologi struktur batangnya lunak serta menimbun cairan.

Perkembangan Batang

Pertumbuhan primer

Pertumbuhan yang terjadi akibat aktivitas jaringan meristem primer atau meristem apikal disebut dengan pertumbuhan primer. Ketika tanaman

masih dalam tahap embrionik, titik pertumbuhan primer sudah terbentuk. Pada kecambah, bagian yang berbentuk kubah yang ujungnya membelah diujung kecambah dan berisi daging buah disebut meristem apikal. Disebelah meristem apikal, daun biasanya muncul sebagai ovarium yang tumbuh. Di dasar inti daun terdapat sel-sel meristem yang ditinggalkan meristem apikal, yang kemudian akan berkembang menjadi tunas aksiler.

Pertumbuhan bagian bawah ruas yang sedikit lebih tua muncul sebagai semacam ekstensi pucuk. Pertumbuhan ruas disebabkan oleh pembelahan sel dan pemanjangan sel di ruas. Pada beberapa tanaman, seperti rerumputan, ruas bertahan di sepanjang pucuk untuk waktu yang lama. Peristiwa ini dapat terjadi karena tumbuhan berupa rerumputan memiliki daerah meristem yang terdapat di pangkal masing-masing ruas yang disebut meristem interkalar. Umumnya pada beberapa jenis tumbuhan, pembentukan tunas lateral terjadi saat daun masih muda. Bakal tunas yang muncul di tempat lain disebut dengan tunas tambahan atau tunas adventif. Tunas ini terbentuk melalui diferensiasi sel yang bersifat parenkim. Umumnya tunas tambahan terbentuk dari jaringan yang berada di dekat permukaan atau disebut terbentuk dari eksogen.

Pada saat-saat tertentu sistem tunas aksiler dapat membentuk cabang yang terletak pada permukaan tunas utama. Pada suatu konstruksi moduler suatu rentetan segmen, yang masing-masing terdiri dari sebuah batang, satu atau lebih daun, dan satu tunas aksiler yang masing-masing saling berhubungan dengan daun, yang di dalam ujung tunasnya terjadi aktivitas perkembangan buku dan ruas. Namun, pada kenyataannya meristem apikal sepanjang sejarahnya dapat berubah dari fase satu perkembangan ke fase perkembangan yang lainnya. Salah satu perubahan fase dalam pertumbuhan menghasilkan daun yaitu dari keadaan juvenil ke keadaan dewasa yang dapat dilihat pada perubahan morfologi yang terjadi pada daun. Pada

beberapa kejadian ujung tunas mengalami suatu perubahan kedua, yaitu dari keadaan vegetatif dewasa ke keadaan reproduktif yaitu pembentukan bunga.

Pertumbuhan sekunder

Pertumbuhan yang dihasilkan dari aktivitas jaringan dewasa seperti kambium yang kembali ke meristasi disebut pertumbuhan sekunder. Pertumbuhan sekunder ini meningkatkan diameter dan tinggi tanaman. Pertambahan tinggi yang dicapai oleh pertumbuhan meristem apikal sering disertai dengan peningkatan ketebalan batang. Penebalan ini mungkin disebabkan oleh pertumbuhan sekunder akibat aktivitas kambium vaskular yang meningkatkan jumlah jaringan vaskular ke arah luar. Biasanya pertumbuhan sekunder ini terjadi pada batang utama dan cabang, namun tidak jarang juga terjadi pada daun yaitu tangkai daun dan ibu tulang daun.

Terdapat dua meristem lateral yang bekerja melalui pertumbuhan sekunder, yaitu kambium vaskular, yang menghasilkan xilem (kayu) dan floem sekunder, dan kambium tudung, yang menghasilkan selubung keras dan tebal yang menggantikan epidermis pada batang dan akar. Pertumbuhan sekunder terjadi pada semua benih. Sementara itu, hanya sedikit spesies angiospermae yang mengalami pertumbuhan sekunder. Kambium vaskular menghasilkan xilem sekunder secara internal dan floem sekunder secara eksternal. Saat tumbuh dan tumbuh dalam diameter silinder kambium pembuluh, diameter pohon pun akan turut bertambah.

Dikotil adalah tanaman tahunan kecil dan di sebagian besar dikotil semua sel dalam tubuh tanaman terbuat dari meristem terminal. Oleh karena itu, tanaman melengkapi seluruh ekosistem melalui pertumbuhan primer. Namun, disebagian besar dikotil, terutama semak abadi yang terus tumbuh dari tahun ke tahun, batang utama tanaman dikaitkan dengan pembentukan jaringan sekunder yang meningkatkan ketebalan sumbu tanaman. Pada dasarnya pertumbuhan primer dan pertumbuhan sekunder terjadipada waktu

yang sama, tetapi pada tempat yang berbeda pada batang. Pada saat yang sama, meristem apikal memanjangkan batang dengan memproduksi jaringan primer, termasuk xilem dan floem primer dalam bentuk ikatan pembuluh, sedangkan pertumbuhan sekunder terjadi lebih jauh ke bawah pucuk. Penambahan jaringan vaskular sekunder mengubah bentuk bagian batang yang lebih tua.

Proses Pertumbuhan Sekunder Batang

Fasik transpor primer yang berasal dari sel-sel prokambium daridikotil lignifikasi hanya berfungsi ketika tanaman berada dalam fase perkembangan, dan kemudian fungsi transpornya digantikan oleh fasik transpor sekunder kambium vaskular. Pertumbuhan sekunder ini, menyebabkan penebalan sekunder, menggantikan fungsi jaringan pelindung epidermis dengan kambium gabus. Pada tumbuhan, semua sel yang menyusun prokambium berdiferensiasi menjadi jaringan pengangkut bundel primer, tetapi sebagian prokambium tetap. Sel-sel ini berkembang menjadi kambium yang tumbuh ke dalam membentuk xilem sekunder. Sedangkan kambium yang tumbuh di luar membentuk floem. Setelah pertumbuhan sekunder kambium, kambium gabus terbentuk.

Pada dasarnya, kambium gabus dapat terbentuk dari berbagai jaringan yang hidup, seperti jaringan epidermis, jaringan parenkim korteks yang sel-selnya dapat menjadi meristematik. Kain gabus ini memisahkan bagian dalam tumbuhan hidup dari udara luar. Hal ini mengakibatkan perlunya hubungan antara bagian tumbuhan dengan udara luar untuk menunjang berbagai proses kehidupan dalam tubuh tumbuhan. Oleh karena itulah, pada jaringan gabus yang terdapat pada batang dapat ditemui adanya inti sel.

Modifikasi Batang

Batang adalah bagian tumbuhan yang dapat dimodifikasi menjadi bentuk-bentuk yang lain sesuai dengan jenis dan fungsi tumbuhan tersebut. Adapun macam-macam modifikasi pada batang adalah :

Rimpang (rhizoma)

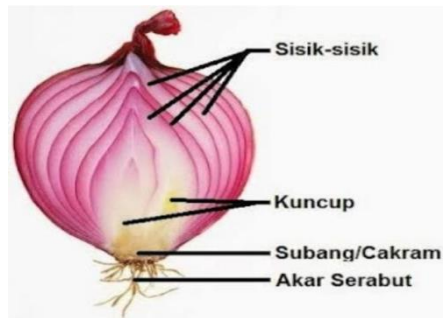
Modifikasi batang berupa rimpang merupakan suatu bentuk modifikasi batang dan daun yang berada di bawah tanah. Umumnya bercabang-cabang serta tumbuh secara horizontal di dalam tanah. Bentuk modifikasi ini dapat menghasilkan tanaman baru dari ujung rimpangnya yang muncul di atas permukaan tanah. Selain sebagai alat perbanyakan, rimpang juga dimanfaatkan oleh tanaman sebagai tempat menyimpan cadangan makanan. Misalnya pada tanaman jahe.



Gambar 29. Tanaman jahe

Umbi lapis (bulbus)

Modifikasi batang berupa bulbus merupakan suatu bentuk modifikasi yang berasal dari daun dan batang. Dinamakan umbi lapis karena mempunyai susunan berlapis-lapis. Lapisan-lapisan inilah yang terbentuk dari daun-daun yang menjadi tebal, lunak dan berdaging. Bagian ini pula yang beralih fungsi menjadi tempat penyimpanan cadangan makanan. Adapun bagian batang pada umbi lapis ini terdapat di bagian bawah dan sangat kecil. Umbi lapis memiliki bagian yang berperan sebagai pelindung dari kekeringan dan luka mekanik pada umbi lapis yang dinamakan dengan tunika.



Gambar 30. Umbi lapis

Umbi batang

Umbi batang merupakan modifikasi dari batang saja. Hal ini dibuktikan dengan masih terlihatnya kuncup-kuncup (mata) pada umbi. Permukaan umbi batang sering kali terlihat licin, terdapat buku-buku batang dan ruas-ruas yang tidak terlalu tampak dengan jelas. Umbi batang ini dapat bertunas dan menghasilkan individu yang baru.



Gambar 31. Umbi batang

Cabang pembelit

Modifikasi batang berupa cabang pembelit disebut juga dengan sulur cabang. Cabang pembelit adalah cabang atau tunas yang termodifikasi menjadi alat pembelit. Sulur ini biasanya dikenali dari tempat munculnya, misalnya di dalam ketiak daun atau berhadapan dengan daun. Biasanya masih menyokong daun-daun kecil.



Gambar 32. Cabang pembelit

Duri dahan (spina coulogenum)

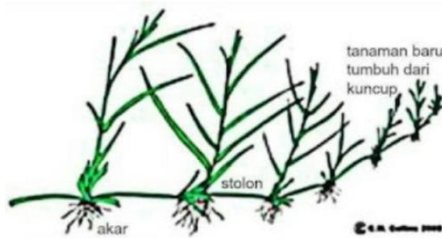
Modifikasi batang berupa duri dahan merupakan penjelmaan dari dahan atau cabang. Biasanya bagian dalamnya merupakan kayu yang langsung bersambung dengan kayu bagian dalam pada batang.



Gambar 33. Duri spina

Geragih (flagellum)

Modifikasi batang berupa geragih disebut juga dengan stolon. Geragih berkembang dari tunas ketiak daun-daun dibagian bawah batang yang berbentuk cabang yang panjang dan ramping. Umumnya geragih berbaring di atas tanah. Geragih dapat menghasilkan daun-daun pada sumbu baru melalui buku-buku kuncup ketiak tumbuh. Sementara pad bagian bawahnya dapat terbentuk akar sehingga dapat membentuk individu baru.



Gambar 34. Geragih (flagellum)

Batang Sebagai Organ Perkembangbiakan Vegetatif

Perbanyakan tanaman dapat terjadi dengan dua cara, yaitu dengan cara generatif dan vegetatif. Perkembangbiakan generatif adalah perkembangbiakan tumbuhan yang terjadi secara alami melalui peleburan gamet jantan dan gamet betina pada tumbuhan. Sedangkan perkembangbiakan vegetatif adalah perkembangbiakan yang terjadi tanpa adanya peleburan gamet jantan dan betina. Perbanyakan tumbuhan secara vegetatif dapat dilakukan dengan dua cara yaitu campur tangan manusia dan dengan perbanyakan vegetatif buatan yaitu dengan aktivitas manusia.

Perbanyakan vegetatif buatan dapat dilakukan dengan menggunakan salah satu organ tanaman yang akan dikembangkan. Salah satu bagian tanaman yang dapat digunakan untuk perbanyakan vegetatif adalah batangnya. Salah satu perkembangbiakan vegetatif yang sering dilakukan adalah mencangkok. Perkembangbiakan dengan mencangkok dilakukan dengan memanfaatkan bagian ranting pohon yang berukuran kecil.

Perkembangbiakan tanaman dengan cara mencangkok tergolong mudah dan sederhana. Tentunya ini menjadi cara yang efektif untuk para petani buah atau tanaman hias. Hal ini dikarenakan mencangkok menjadi cara tercepat untuk menumbuhkan akar. Oleh sebab itulah, dalam praktik perkembangbiakan tanaman dengan cara mencangkok umumnya menggunakan ranting yang tidak terlalu besar. Menyebarkan tanaman dengan

mencangkok adalah tentang menghasilkan buah dengan cepat dan tidak menumbuhkan tanaman secara berlebihan. Oleh sebab itulah tanaman yang dihasilkan melalui cara mencangkok memiliki ukuran pohon yang lebih pendek dengan buah yang lebat.

Adapun langkah-langkah mencangkok yaitu, pertama memiliki tanaman induk yang berkualitas baik untuk di cangkok. Setelah induk tanaman ditentukan. Pada umumnya perbanyak vegetatif buatan dengan mencangkok hanya dapat dilakukan pada tanaman yang memiliki kambium. Langkah selanjutnya adalah memilih cabang atau batang tanaman yang akan dipindahkan. Hanya gagang yang tidak terlalu tua atau terlalu muda yang dapat digunakan sebagai bahan cangkokan. Batangnya harus lurus dan mendapatkan sinar matahari yang cukup. Hal ini dikarenakan proses fotosintesis daun cabang yang dicangkok berjalan dengan baik dan pertumbuhan akar pada batang. Setelah didapatkan dengan kriteria seperti yang disebutkan, dilanjutkan dengan mengelupaskan kulit pada batang tanaman.

Dalam perkembangbiakan tumbuhan dengan cara mencangkok, yang menjadi standar keberhasilannya adalah dengan adanya pembentukan sistem perakaran. Tentunya, untuk mendukung terjadinya perakaran ini perlu adanya kondisi fisiologis yang tepat dan kondisi lingkungan yang optimal. Pada proses mencangkok, terdapat tahap penyataan pada kulit batang yang menghilangkan jaringan floem dan jaringan kambium pada batang tersebut. Dengan adanya penghilangan jaringan floem, maka distribusi makanan hasil fotosintesis akan bergerak ke arah bawah bagian atas sayatan pada batang. Pergerakan makanan ke arah bawah bagian atas sayatan pada batang. Pergerakan makanan ke arah bawah inilah yang menyebabkan karbohidrat dan auksin. Disinilah peran media perakaran. Jika media perakarannya baik, maka akan mendorong pertumbuhan akar pada bagian itu, media perakaran

dengan sifat drainase, aerasi dan nutrisi yang baik tentunya dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman hasil cangkokan. Karena mencangkok juga terkait dengan keadaan fisiologis tanaman, maka diperlukan waktu yang tepat untuk melakukan perkembangbiakan dengan mencangkok.

Rangkuman

Anatomi batang tumbuhan merupakan susunan jaringan dan organ yang membentuk bagian atas tumbuhan, yang menghubungkan akar dengan daun. Beberapa komponen utama dalam anatomi batang tumbuhan antara lain:

1. Epidermis: Lapisan luar batang yang berfungsi melindungi batang dan mengatur penguapan air.
2. Kulit kayu (Periderm): Lapisan yang terbentuk dari penggantian epidermis pada batang yang telah bertambah tua, yang terdiri dari felogen, feloderm, dan kambium gabus, berperan dalam pertumbuhan dan perlindungan batang.
3. Kambium: Lapisan meristem antara kayu dan protodermis yang bertanggung jawab atas pertumbuhan diameter batang dan membentuk kayu (xilem) di dalam dan kulit kayu (floem) di luar batang.
4. Xilem: Jaringan yang mengangkut air, nutrisi, dan memberikan dukungan mekanis pada batang. Xilem terdiri dari sel-sel mati seperti trakeid, serat, dan pembuluh.
5. Floem: Jaringan yang mengangkut hasil fotosintesis dan zat organik dari daun ke seluruh bagian tumbuhan yang memerlukan energi. Floem terdiri dari sel-sel hidup seperti sel pengiring dan sel-sel angkut (sieve tube elements).

6. Korteks: Lapisan di antara epidermis dan silinder pusat batang, berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan dan air serta jalur transportasi lateral nutrisi dan air dalam batang.
7. Sumsum batang: Bagian terdalam batang yang mengandung jaringan meristem yang bertanggung jawab untuk pembentukan sel-sel baru pada pertumbuhan batang.

Struktur anatomi batang tumbuhan berperan penting dalam melakukan fungsi-fungsi vital tumbuhan, seperti transportasi air, nutrisi, dan zat organik, serta memberikan dukungan mekanis bagi tumbuhan. Pengetahuan tentang anatomi batang tumbuhan penting dalam memahami pertumbuhan, perkembangan, dan adaptasi tumbuhan terhadap lingkungannya.

Refleksi

1. Jelaskan perbedaan anatomi batang tanaman monokotil dan dikotil?.
2. Sebutkan dan jelaskan fungsi dari modifikasi batang pada berbagai tanaman!, minimal 5 jenis tanaman.
3. Jelaskan prinsip metodologi mencangkok batang tanaman sesuai dengan prinsip anatomi tumbuhan?.
4. Jelaskan macam-macam pertumbuhan batang sekunder pada tanaman?.
5. Jelaskan hubungan batang sebagai organ perkembangan vegetatif pada tanaman?.

MATERI VII

ANATOMI DAUN

Daun adalah bagian dari tumbuhan yang paling penting. Hampir semua tumbuhan mempunyai daun. Pada umumnya, daun mengandung zat hijau yang biasa disebut sebagai klorofil. Klorofil merupakan pigmen (warna) yang menjadi unsur utama dan berperan penting dalam fotosintesis. Pada setiap tumbuhan daun mempunyai berbagai bentuk dan ukuran yang berbeda-beda.

Daun mampu menyerap energi matahari yang kemudian energi tersebut akan digunakan sebagai bahan fotosintesis, sehingga daun sangat mempengaruhi keberlangsungan hidup tumbuhan. Daun juga berperan sebagai tempat respirasi bagi tumbuhan.

Tinjauan Pustaka

Daun adalah salah satu organ dari tumbuhan yang memiliki peran penting bagi keberlangsungan hidup dari tumbuhan daun memiliki helaian daun atau yang biasa disebut sebagai lamina. Daun terdiri atas sistem kulit, sistem vascular, serta sistem jaringan dasar dikarenakan daun pada umumnya mengalami pertumbuhan sekunder maka epidermis tetap sebagai penyusun dari sistem kulit. Terdapat dua tipe daun yaitu daun dorsiventral yang biasanya ada di tanaman dikotil sedangkan daun isobilateral yang disebut juga dengan isolateral yang ada pada tanaman monokotil.

Bentuk dari daun sangat bervariasi, tetapi pada umumnya terdiri atas satu helaian daun yang pipih serta tangkai daun yang disebut dengan petiole. Selain itu, daun juga bisa bermodifikasi menjadi duri misalnya pada kaktus. Akibatnya daun bisa kehilangan fungsinya atau perannya sebagai bagian dari fotosintetik. Warna hijau pada daun juga berasal dari kandungan klorofil pada daun yang merupakan senyawa pigmen yang berperan dalam

menyeleksi panjang gelombang cahaya yang energinya akan diambil dalam mekanisme fotosintesis (Deden, 2006)

Daun mendapatkan asupan air dari dalam tanah melalui xilem serta memperoleh karbon dioksida dari udara melalui stomata. Pada umumnya struktur anatomi daun tersusun atas lima jaringan utama, yaitu jaringan pelindung (epidermis dan derivatnya), jaringan dasar (mesofil), jaringan pengangkut, jaringan penguat, dan jaringan sekretori (Ummul, 2021)

Pengertian Daun

Daun adalah suatu bagian penting dalam tumbuhan dalam mekanisme fotosintesis, hal dikarenakan didalam daun terdapat zat hijau yang biasa disebut sebagai klorofil. Daun juga berfungsi untuk menangkap energi dari cahaya matahari melalui fotosintesis karena tumbuhan merupakan organisme autotrop yang itu makhluk hidup yang dapat memproduksi makanannya sendiri.

Fungsi Daun

- a. Tempat terjadinya fotosintesis
- b. Berperan dalam pernapasan, yaitu pada stomata yang terdapat di daun berfungsi sebagai alat respirasi.
- c. Terjadinya transpirasi.
- d. Sebagai alat perkembangan vegetatif, misalkan pada cocor bebek.

Struktur Luar Daun dan dalam Daun

Helaian daun (lamina) adalah bagian paling penting dari kebanyakan daun karena disinilah fungsi utama daun sebagai organ fotosintesis yang paling sering bekerja. Bentuk helai daun juga beragam, tetapi biasanya berupa helaian, bisa tipis ataupun tebal.

Pada umumnya daun memiliki morfologi membulat dengan bermacam cuping yang berbentuk menjari atau menjadi elips dan memanjang, bahkan ada yang meruncing Panjang. Permukaan daunnya bisa ditumbuhi oleh rambut-rambut kecil, diantara pangkal daun dan tangkai daun dihiasi dengan daun penumpu, warna hijau pada daun berasal dari kandungan klorofil didalamnya.

Struktur Anatomi Bagian dalam Daun

Epidermis merupakan lapisan sel terluar. Jaringan ini terdiri atas epidermis atas dan epidermis bawah. Fungsinya untuk melindungi jaringan dibawahnya.

Jaringan mesofil

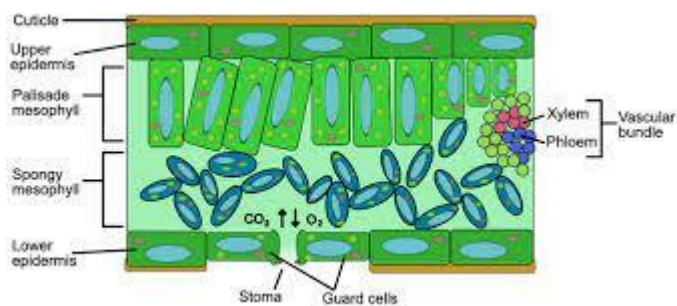
Jaringan tiang (jaringan palisade), yaitu jaringan mengandung banyak kloroplas yang berperan dalam pembuatan makanan. Salah satu cirinya selnya berbentuk silinder dan tersusun rapat.

Jaringan bunga karang (spons), merupakan jaringan yang paling berongga melebihi jaringan palisade. Fungsinya dapat digunakan sebagai tempat penyimpan cadangan makanan.

Berkas pembuluh angkut

Xilem (pembuluh kayu) yang terdapat pada akar berfungsi untuk mengangkut air dan mineral menuju ke daun. Sedangkan pada batang fungsinya sebagai penegak tumbuhan.

Floem (pembuluh tapis) berperan dalam pengedaran hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tubuh tumbuhan. Jaringan tambahan pada daun yang berupa sel-sel khusus yang terdapat pada mesofil daun, misal sel kelenjar dan kristal, sedangkan stomata berperan sebagai organ respirasi.



Gambar 35. Anatomi daun

Struktur Anatomi Daun Dewasa

Mesofil berperan sebagai jaringan dasar, terletak diantara epidermis atas dan bawah serta antara berkas pengangkut yang berdeferensiasi menjadi 2 bentuk, yaitu palisade dan bunga karang.

Sistem jaringan berkas pengangkut membentuk jaringan kompleks. Sistem jaringan penguat merupakan jaringan penyusun daun juga dapat berfungsi sebagai penguat, yaitu epidermis yang di strukturnya terdapat kutikula dan kolenkim yang terdapat pada tulang daun dan tepi daun. Kelenjar berfungsi untuk mengeluarkan air dan senyawa-senyawa lain.

Struktur Anatomi Daun dalam Lingkungan Khusus

Hidofit, struktur anatomi pada hidofit ini kurang bervariasi jika dibandingkan dengan xerofit dan rentan dipengaruhi oleh kondisi parameter lingkungan seperti: suhu, air, konsentrasi dan komposisi garam didalam air. Pada tumbuhan air mempunyai sedikit jaringan penyokong dan jaringan pelindung.

Xerofit, merupakan tanaman yang hidup didaerah yang kering misalnya di gurun, sehingga untuk tetap bertahan hidup didaerah ini, struktur anatomi daun dari tumbuhan ini, mampu beradaptasi dengan lingkungannya. Daun pada xerofit berukuran kecildan tertutupi oleh trikoma. Trikoma, selain berperan sebagai pelindung, dia juga berperan untuk mengurangi penguapan

Mesofit intensitas cahaya yang berbeda. Struktur daun oada mesofit ini juga dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Sehingga bisa ada daun dalam terang dan daun dalam teduh. Daun dalam terang umumnya leboh tebal dan mengalami diferensiasi daripada daun dalam teduh yang trikomanya lebih banyak tetapi ukuran daunnya lebih sempit.

Jaringan Pokok Penyusun Daun

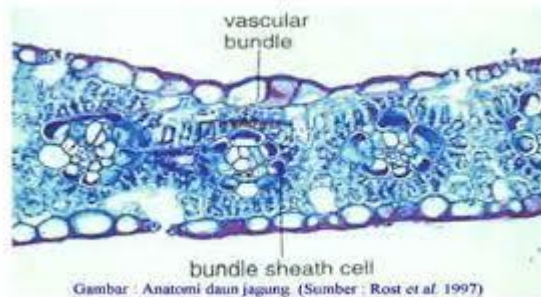
Sistem kulit tersusun oleh epidermis yang terletak pada permukaan atas maupun bawah daun. Sistem jaringan dasar mesofil daun tidak terdiferensiasi kedalam palisade dan spons, melainkan terdeferensiasi membentuk fotosintetik yang didalamnya ada kloroplas. Jika palisade terdapat pada permukaan daun maka disebut sebagai isolateral atau isobilateral.

Perbedaan Antara Daun Pada Tumbuhan Monokotil dan Daun Dikotil

Monokotil merupakan tumbuhan yang berkeping tunggal atau satu. Daun monokotil mempunyai beragam bangun dan strukturnya. Terdapat beberapa persamaan dengan daun pada tumbuhan dikotil, yaitu pada daun monokotil terdiri atas tangkai dan helaian daun, namun sebagian dapat berdeferensiasi menjadi helaian dan pelepah. Adapun sruktur dari daun monokotil terdiri dari:

- a. Epidermis dan kutikula

- b. Stomata
- c. Mesofil
- d. Urat daun



Gambar 36. Daun dikotil

Tumbuhan dikotil merupakan tumbuhan berbiji belah atau berkeping dua. Tumbuhan dikotil memiliki sepasang daun lembaga yang terdiri dari:

- a. Jaringan kutikula
- b. Stomata
- c. Rambut da kelenjar
- d. Mesofil
- e. Urat daun

Proses pembentukan daun

Perkembangan pembentukannya dimulai dengan terbentuknya *leaf buttress* yang berkembang mejadi tulang daun, dan dilanjutkan dengan terbentuknya panel daun yang berkembang mejadi helai daun pada daun secara sempurna. Daun yang di bentuk pada meristem apeks, terbentuk dipanggul pada meristem apeks pada daun itu sendiri. Daun terbentuk dari pucuknya baru menjadi daun yang sempurna.

Daun baru kemudian akan berkembang melalui primordial daun yang terbentuk pada jaringan meristem apeks. Setiap primordial daun

terbentuk pada bagian panggul meristem apeks pucuk. Ketika primodial yang baru telah terbentuk, maka primodial yang sebelumnya mulai melebar secara progresif yang dapat disebabkan oleh aktivitas meristem yang terdapat didalam daun itu sendiri. Pada tanaman dikotil, primodial daun dapat berukuran lebih kecil daripada diameter meristem apeks yang terdapat dibagian pucuk, sedangkan pada tumbuhan monokotil, primodial daunnya terbentuk dan mulai berkembang disekeliling meristem apeks dibagian pucuknya.

Rangkuman

Anatomi daun merupakan struktur internal dan eksternal dari organ fotosintesis tumbuhan yang berfungsi untuk menghasilkan makanan melalui proses fotosintesis. Beberapa komponen utama dalam anatomi daun antara lain:

1. Epidermis: Lapisan luar daun yang terdiri dari sel-sel transparan yang melindungi daun dan mengatur penguapan air melalui stomata.
2. Stomata: Porus kecil yang terdapat pada epidermis daun, berperan dalam pertukaran gas seperti pengambilan karbon dioksida (CO_2) untuk fotosintesis dan pelepasan oksigen (O_2) dan uap air (H_2O) sebagai produk samping.
3. Mesofil: Jaringan tengah daun yang mengandung sel-sel fotosintesis. Mesofil dibagi menjadi dua lapisan, yaitu palisade mesofil yang berada di bagian atas dan spongy mesofil yang berada di bagian bawah.
4. Kloroplas: Organel dalam sel tumbuhan yang mengandung pigmen hijau klorofil, yang berperan dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan energi dan gula dari air dan karbon dioksida.

5. Pembuluh daun: Sistem pembuluh yang terdiri dari pembuluh xilem dan floem yang berfungsi untuk mengangkut air, nutrisi, dan zat organik ke dan dari daun.
6. Venasi: Jaringan pembuluh daun yang membentuk pola venasi, berperan dalam transportasi air, nutrisi, dan zat organik, serta memberikan dukungan struktural pada daun.
7. Trakeid dan serat: Sel-sel pembuluh xilem yang berperan dalam transportasi air dan nutrisi dari akar ke daun, serta memberikan dukungan mekanis pada daun.

Struktur anatomi daun tumbuhan sangat penting dalam melakukan proses fotosintesis, pertukaran gas, dan transportasi nutrisi. Pengetahuan tentang anatomi daun tumbuhan dapat membantu dalam pemahaman tentang fisiologi tumbuhan, interaksi dengan lingkungannya, serta dalam identifikasi dan klasifikasi tumbuhan.

Refleksi

1. Jelaskan peran pada setiap komponen struktur anatomi daun dalam mekanisme fotosintesis!
2. Jelaskan perbedaan daun pada tumbuhan monokotil dan dikotil secara morfologi!
3. Jelaskan perbedaan daun pada tumbuhan monokotil dan dikotil secara anatomi!
4. Jelaskan peran setiap bagian pada struktur anatomi daun?
 - a. Jelaskan secara terperinci mekanisme pembentukan daun secara anatomi!

MATERI VIII

ANATOMI BUNGA

Bunga (Flos) adalah salah satu organ tubuh tumbuhan yang dapat fungsi sebagai organ reproduksi atau organ generatif melalui mekanisme penyerbukan dan pembuahan. Secara umum, setiap organ bunga pada tumbuhan berbeda memiliki ciri-cira khas dengan perbedaan warna, bau, dan bahkan kandungan zat kimia yang terkandung didalamnya sebagai bagian yang menarik untuk biota lainnya.

Tinjauan Pustaka

Bunga memiliki banyak bentuk dan beragam pada setiap tumbuhan yang berbeda. Pada setiap tumbuhan dengan komponen penyusun bungan utuh terdapat beberapa bagian morfologi bunga yang terdiri dari: benang sari, putik, mahkota bunga, kelopak bunga, dan bagian penyusun reproduksi bungan yang terdiri dari ovul dan ovum.

Bunga atau bunga (flos) adalah organ reproduksi seksual. Bunga dianggap lengkap jika memiliki kelopak, mahkota, benang sari, putik, atau bisa disebut daun bulir. Bunga yang memiliki atau terdiri atas bagian yang subur yaitu benang sari dan daun berbutir, dan bagian yang steril yaitu petal dan mahkota (Farhan, 2019)

Bagian-bagian bunga yang satu adalah tangkai bunga (*peduncle*), pangkal bunga (*receptacle*), kelopak bunga (*calyx*), mahkota (*corolla*), benang sari (*stamen*), dan putik. Sedangkan bagian bunga majemuk yaitu batang bunga induk, daun pelindung (*bract*), tangkai daun, tangkai daun dan bunga (Hidayat, 2018).

Pengertian Bunga

Bunga (flos) merupakan bagian dari struktur reproduksi seksual tanaman. Bunganya memiliki organ reproduksi berupa benang sari dan putik. Bunga yang memiliki kelopak, mahkota, benang sari, dan putik disebut bunga penuh. Namun, sebagian besar bunga tidak lengkap, seperti kekurangan salah satu atau kedua organ kelamin. Jika hanya memiliki alat kelamin jantan maka disebut bunga jantan, sebaliknya jika hanya memiliki alat kelamin betina maka disebut bunga betina.

Tumbuhan berbunga adalah kelompok tumbuhan paling banyak yang hidup di darat. Namanya diambil dari ciri yang paling khas, yaitu pembentukan organ reproduksi berupa bunga. Bunganya sebenarnya adalah daun dan batang yang dimodifikasi untuk mendukung sistem pemupukan tertutup. Sistem pembuahan tertutup (disebut tertutup karena sel telur dilindungi oleh indung telur atau indung telur) juga merupakan ciri lainnya. Ciri terakhir ini membedakannya dari kelompok tumbuhan berbiji lainnya: tumbuhan berbiji terbuka atau gimnospermae.

Bagian-Bagian Bunga

Pada umumnya setiap bunga memiliki berbagai bagian-bagian penting yang dapat di gunakan tumbuhan dalam berkembang biak dan sebagai perlindungan bakal buah. Secara garis besar bagian-bagian bunga adalah:

Tangkai bunga (*pedicelus*)

Batang tumbuhan pada tumbuhan berbunga dikenal dengan batang bunga, yaitu bagian bunga yang batangnya masih terlihat. *Pedicelus* biasanya memiliki daun peralihan, yaitu bagian yang menyerupai bagian daun atau daun hijau yang tampak peralihan dari daun. *Pedicelus* atau pedikel berfungsi untuk menahan bagian-bagian bunga yang berada di atas atap.

Dasar bunga (*receptaculum*)

Pangkal bunga atau wadah adalah ujung batang, yang sering melebar menjadi ruas-ruas yang sangat pendek, dimana daun yang bermetamorfosis menjadi bagian bunga yang sangat dekat satu sama lain atau dengan bagian bunga lainnya. Pangkal bunga atau wadah berfungsi sebagai tempat melekatnya benang sari.

Kelopak bunga (*cepal*)

Kelopak bunga (sepal) terdapat pada bagian tumbuhan atau pada bagian bunga adalah yang biasa dikenal dengan sepal. Kelopak terdiri dari beberapa spala yaitu helaian-helaian kelopak yang terpisah satu sama lain yang berfungsi untuk melindungi organ bunga di bagian atas, terutama sebagai tempat menempelnya mahkota bunga.

Mahkota bunga (*petal*)

Mahkota bunga atau dalam bahasa latin disebut petal adalah bagian dari hiasan bunga yang masih berbentuk lingkaran dan berfungsi sebagai hiasan dan daya tarik bagi serangga untuk membantu proses penyerbukan, dan fungsi adaptif pada beberapa tanaman.

Alat kelamin jantan (*androecium*) / benang sari (*stamen*)

Benang sari merupakan bagian alat kelamin jantan yang terdapat pada bungan yang dapat berfungsi sebagai penghasil alat kelamin/organ reproduksi jantan pada flora.

Alat kelamin betina (*gynaecium*) / putik (*pistilium*)

Putik merupakan metamorfosis berdasarkan daun yang disebut daun buah. Kepala putik pada bagian tumbuhan berbunga berfungsi sebagai tempat masuknya serbuk sari yang berasal dari kepala sari, yang kemudian dibawa atau disalurkan ke ovarium/inti sel telur melalui tabung serbuk sari.

Bakal biji

Bunga tersusun atas sejumlah bagian steril dan bagian reproduktif atau fertil yang melekat pada suatu sumbu, yaitu pangkal bunga atau wadah. Bagian reproduksinya adalah benang sari atau benang sari (mikrosporofil) dan daun di bagian atas, atau bisa disebut kelopak. Jika karpel terletak di titik tertinggi atau pada sumbu bunga, maka ovarium yang dihasilkan disebut atas atau superus, dan bunganya disebut hipogin. Terkadang ornamen bunga dan benang sari terletak di sepanjang tepi cekung wadah atau buah akan berada di tengah, kondisi seperti itu disebut istilah *perigyne* atau ovarium setengah inferus (setengah terendam). Selain itu, kondisi keberadaan ovarium yang berada lebih rendah dari bagian bunga disebut dengan istilah epigen atau ovariumnya disebut tenggelam.

Perkembangan Bunga

Tumbuhan yang telah mencapai tahap perkembangan tinggi maka sebagian atau seluruh meristem apikal pucuk pada cabang berhenti membentuk daun dan mulai membentuk bagian-bagian bunga. Pada sebagian besar bunga, urutan pembentukan petal adalah dari luar ke dalam, secara *caropetally*. Namun, ada beberapa tingkatan atau taksa yang menunjukkan bahwa beberapa bagian atau sebagian besar bunga dapat terbentuk terbalik, seperti pada benang sari beberapa kelompok *Palmae*. Peristiwa ini sangat langka atau sangat spesial untuk masing-masing spesies. Dari pengamatan struktur dewasa, seringkali sulit untuk menentukan apakah pembentukan benang sari bersifat sentripetal atau sentrifugal. Dalam *gynoecium*, *syncarps* dapat menyatu dengan baik sehingga *gynoecium* membentuk struktur tunggal, atau dapat dibentuk secara terpisah. Perkembangan bunga tidak hanya terkait dengan cara tumbuhnya, tetapi juga mencakup mikrosporogenesis dan megasporogenesis. Pada antera yang sedang

berkembang atau pada fase mikrosporangial, terdiri dari sel-sel sporogen yang ditemukan di rongga bagian tumbuhan yang dapat disebut kantung serbuk sari, dan sejumlah lapisan khusus di sisi atau samping. Sebagian atau sebagian jaringan sporogen juga berasal dari sel parietal utama yang ditemukan pada awal pembentukan antera.

Sel-sel sporogen yang ada atau dapat dilihat masih dapat bereproduksi secara mitosis untuk menghasilkan lebih banyak sel sporogen, atau secara langsung sebagai sel punca dari pembelahan mikrospora. Meiosis terjadi pada sel induk mikrospora, membentuk tetrad dari 4 sel mikrospora haploid.

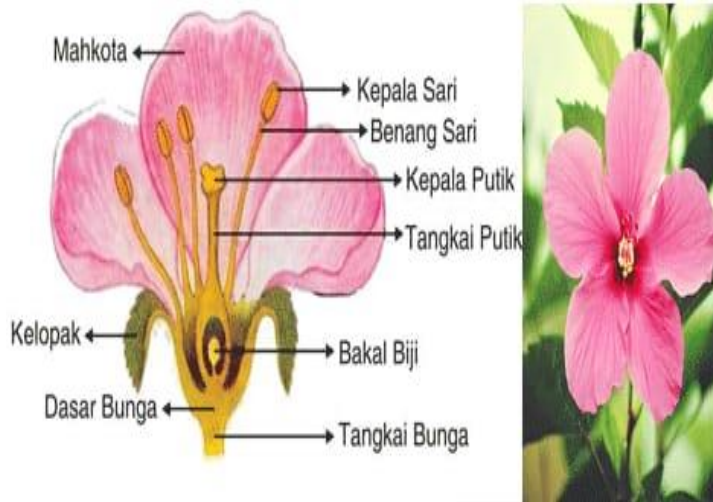
Sebelum lepasnya sebagian atau sebagian polen dari antera, mikrospora mengalami mitosis dengan pembentukan sel vegetatif maupun generatif. Terkadang sel generatif ini akan membelah dengan sangat aktif, menghasilkan dua gamet jantan. divisi berturut-turut memberikan 4 bagian megaspora. Pada angiosperma 1 dominan atau angiosperma sisi tanaman pertama di megaspora untuk membuat kantung embrio menggunakan mitosis lebih lanjut, tiga megaspora yang tersisa.

Pengelompokan Bunga

Berdasarkan kelengkapan alat perkembangbiakannya, bunga dibedakan menjadi dua, yaitu bunga sempurna dan bunga tidak sempurna.

Bunga sempurna

Kelompok bunga paripurna adalah bunga yang memiliki 2 organ reproduksi dalam satu bunga. Hal ini sering diartikan bahwa pada bunga utuh akan tetap terdapat atau memiliki dua bagian alat reproduksi yaitu putik atau secara biologis putik dan benang sari. Contoh warna yang membentuk full color contohnya merupakan bunga tulip dan bunga sepatu.

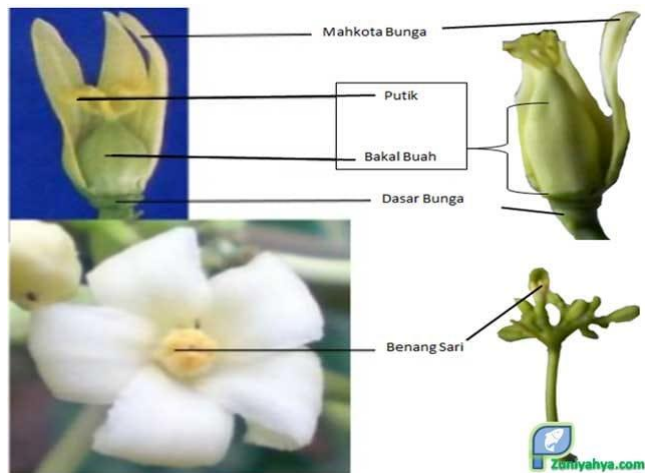


Gambar 37. Morfologi bunga

Bunga kembang sepatu adalah tanaman perdu asli negara Asia di bagian Asia yang berada di atau di wilayah timur, dan terutama tumbuh di daerah subtropis dan tropis. *Hibiscus rosa-sinensis* atau kembang sepatu menggunakan atau mengambil salah satu nama dari ordo atau suku Malvaceae dapat tumbuh besar dengan bunga berwarna merah. Bunga kembang sepatu dianggap bunga paripurna karena memiliki struktur bunga yang lengkap seperti kelopak bunga atau latin calyx, mahkota bunga. Benang sari dan putik dalam satu bunga. Posisi kepala sari dan putik saling berdekatan atau hampir menempel untuk memudahkan proses penyerbukan.

Bunga tidak sempurna

Bunga tidak lengkap ditandai dengan adanya panca indera saat berkembang biak atau hanya bertahan penyerbukan. Organ reproduksi bunga tidak lengkap dapat terdiri dari benang sari, atau hanya benang sari, atau hanya putik. Contoh menurut bunga yg termasuk ke pada bunga nir lengkap merupakan bunga pepaya dan bunga salak.



Gambar 38. Bunga tidak sempurna

Pengelompokan Bunga Berdasarkan Kelengkapan Strukturnya

Berdasarkan kelengkapan strukturnya, bunga dibedakan menjadi dua, yaitu bunga lengkap dan bunga tidak lengkap.

Bunga lengkap

Bunga lengkap adalah bunga yang memiliki empat bagian utam, yaitu mahkota bunga (*corolla*), kelopak bunga (*calyx*), benang sari (*stamen*), dan putik (*pistilum*). Contoh bunga lengkap: bunga mawar dan kembang sepatu.



Gambar 39. Bunga lengkap

Bunga tidak lengkap

Bunga tidak lengkap adalah bunga yang tidak memiliki beberapa bagian utama pada bunga. Bunga tidak lengkap biasanya hanya memiliki salah satu bagian pada bunga yaitu mahkota atau petal dan atau hanya memiliki salah satu organ reproduksi yaitu benang sari atau putik. Contoh bunga *unfinished* adalah bunga kelapa dan bunga kamboja.



Gambar 40. Bunga tidak lengkap

Bunga kelapa termasuk dalam kelompok bunga tidak sempurna. Bunga jantan panjang dan bunga betina lebih pendek. Benang sari yang melekat pada benang sari akan diserbuki melalui lubang pada putik, dimana putik tersebut pada akhirnya akan membentuk biji kelapa.

Rangkuman

Anatomi bunga merupakan struktur internal dan eksternal dari organ reproduksi tumbuhan berbunga (angiospermae). Beberapa bagian utama dalam anatomi bunga antara lain:

1. Kelopak (sepal): Bagian luar bunga yang terdiri dari daun-daun kecil yang melindungi bunga saat masih dalam kuncup. Kelopak biasanya berfungsi sebagai pelindung terhadap faktor lingkungan.

2. Mahkota (petal): Bagian yang biasanya berwarna-warni dan berfungsi untuk menarik serangga atau hewan penyerbuk dengan keindahan dan aroma yang dimilikinya. Mahkota juga berperan dalam penyerapan sinar matahari untuk proses fotosintesis.
3. Benang sari (stamen): Bagian jantan bunga yang terdiri dari tangkai sari (filamen) dan kepala sari (anther) yang menghasilkan serbuk sari (pollen) yang berisi sel-sel sperma. Benang sari merupakan bagian yang menghasilkan gamet jantan dalam proses reproduksi bunga.
4. Putik (pistil): Bagian betina bunga yang terdiri dari tangkai putik (stigma), leher putik (style), dan pangkal putik (ovarium) yang mengandung sel telur (ovum) yang akan dibuahi. Putik merupakan bagian yang menerima serbuk sari dan merupakan bagian yang menghasilkan gamet betina dalam proses reproduksi bunga.
5. Ovulum: Struktur di dalam ovarium yang berisi sel telur (ovum) yang akan dibuahi oleh serbuk sari untuk pembentukan biji. Ovulum merupakan bagian penting dalam proses reproduksi bunga.

Struktur anatomi bunga sangat penting dalam proses reproduksi tumbuhan berbunga, di mana serbuk sari harus jatuh di stigma untuk membuahi sel telur dalam ovarium dan membentuk biji.

Refleksi

1. Jelaskan perbedaan bunga sempurna dan tidak sempurna serta berikan contohnya !
2. Jelaskan pegelompokan bunga berdasarkan kelengkapan struktur penyusun bunga dan berikan contohnya !
3. Jelaskan mekanisme pembuahan pada bunga secara menurut anatomi perkembangannya!

MATERI IX

ANATOMI BUAH

Berdasarkan ilmu tumbuh-tumbuhan, buah dikatakan menjadi suatu sistem organ yang merupakan kelanjutan dari ovarium yang berfungsi untuk menyimpan fotosintat, dari daun pada tumbuhan berbunga. Buah juga seringkali digunakan sebagai medan untuk menyelubungi dan mengamankan biji agar tumbuhan dapat melangsungkan proses pembaruan (regenerasi).

Proses pembentukan buah terjadi melalui pertumbuhan dan perkembangan secara sempurna dari ovarium. Tiap-tiap ovula mengandung lebih dari satu ovula, satu-persatu berisi ovum. Ovula tersebut akan dibuahi melalui proses oleh angin atau polinasi yang dilaksanakan oleh hewan insecta. Sesudah polen menempel pada psitilum, serbuk sari akan bersemi dan berubah membentuk buluh polen yang mengandung spermatozoid. Pembuluh polen akan terus berkembang dari psitilum sampai ke sel telur, dimana terjadi penyatuan antara sperma dari pollen bersama ovum dalam sel telur, yang akhirnya menyusun ovum. Ovum berkembang menjadi embrio yang nantinya akan menjadi benih kemudian berkembang menjadi dinding ovarium yang berisi daging, pada beberapa tumbuhan berbuah, ovarium membesar dan mendirikan lapisan-lapisan penyokong yang padat dan kering.

Bagian-bagian buah umumnya terdiri dari dua kepingan primer yakni, lapisan dinding buah dan bagian dalam yang berisi biji. Bagian lapisan pericarp, biasa dikatakan menjadi kulit buah, dimana kulit buah tersusun atas 3 lapisan, antara lain *exocarp* (melapisi bagian terluar), *mesocarp* (mesocarp bagian tengah/daging buah), dan *endocarp* (bagian kulit paling dalam yang menyelimuti bibit buah).

Pengertian Buah

Buah ialah pembagian dari tumbuhan yang umumnya terbentuk melalui peroses polinasi yang disertai dengan pertilisasi. Buah terbagi atas 2 bagian yaitu semu dan sejati. Buah semu terbagi atas 3 bagian antara lain, buah tunggal, majemuk, dan ganda. Ada 3 macam buah sejati yaitu: sejati ganda, sejati tunggal, dan sejati majemuk (Kristanti, 2021).

Umumnya keadaan buah lazim adalah buah yang tercipta dengan cara penyerbukan kepala putik oleh pollen. Penyerbukan sendiri bisa dilangsungkan dengan anemogami/hewan incesa, sedangkan penyerbukan bantuan dapat terjadi melalui peran manusia, yang sering disebut menjadi penyerbukan silang.

Polinasi membuahkan serbuk sari yang bertunas dan membangun tabung polen tube, sebagai ovula potensial. Pertemuan serbuk sari dengan calon biji disebut pembuahan. Kemungkinan buah hendak tumbuh dan merekah dengan terbentuknya biji, sehingga membentuk buah serta biji. Ada beberapa ragam tumbuhan dapat membentuk buah, dan tidak memulai proses pembuahan. Tahap ini dikenal dengan istilah partenokarpi, sehingga buah dihasilkan tanpa biji. Dalam banyak hal, buah partenokarpik mempunyai kekurangan terutama dalam menciptakan biji. Di satu sisi juga mengantongi keunggulan berupa peningkatan kualitas produk buah-buahan yang sebagian besar merupakan tanaman bernilai ekonomi tinggi pada kelompok hortikultura (Poerwanto, 2021).

Proses partenokarpi buah dapat dibagi menjadi partenokarpi alami dan buatan. Partenokarpi alami berlangsung secara dua kategori yaitu partenokarpi obligat dan partenokarpi fakultatif. Obligat adalah jenis partenokarp yang berlangsung karena pengaruh eksternal, sedangkan fakultatif adalah jenis partenokarpi yang berlangsung akibat dari luar lingkungan yang tidak menghasilkan polinasi atau pembenihan.

Pada buah yang masak, ovarium akan berubah membentuk pericarp. Pericarp bisa tebal dan tipis berdaging keras dan halus yang dapat dibagi menjadi beberapa bagian yaitu:

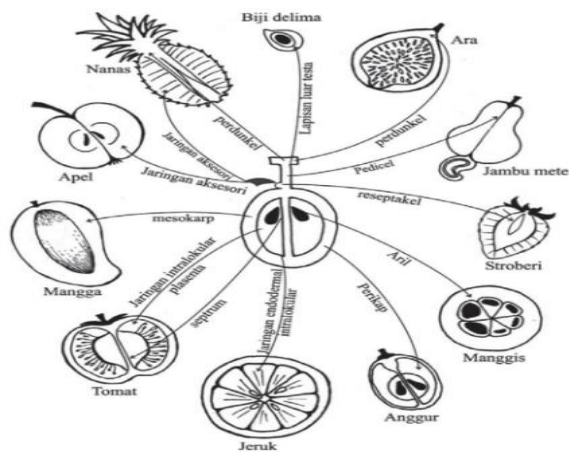
- a. Epicarp, ialah lapisan terluar buah/ kulitnya.
- b. Mesocarp ialah lapisan tengah sering disebut sebagai daging buah.
- c. Endokarp ialah bagian terdalam yang menyelimuti biji, endokarp biasanya keras.



Gambar 41. Anatomi buah

Pembentukan Buah

Bagian buah yang dikonsumsi bermula dari belahan bunga yang berbeda. Daging buah mangga beranak pinak dari mesokarp ovarium. Daging pada rambutan, duku dan manggis merupakan biji-bijian yang tumbuh dari testa atau biji polong.



Gambar 42. Pembentukan buah

Penggolongan Buah

Penggolongan buah sejati

Buah sejati berkembang dari satu ovarium (*monocarpellar ovary*) atau dari multicarpellar syncarpous ovary. Terdapat satu buah yang bersal dari gynoecium. Buah sederhana dibagi atas buah berdaging dan kering (Liunokas, 2021).

Buah berdaging

Buah berdaging adalah buah yang perkembangannya berasal dari *gynoseum syncarpous* dapat berbuah unilocular atau multilocular dengan penyebaran biji yang pada umumnya terjadi sesudah pericarp rusak. Buah berdaging terbagi atas berbagai jenis sebagai berikut:

Buah drupa (berbiji)

Buah drupa (buah berbiji) adalah buah yang tumbuh dari satu bahkan lebih karpel, syncarpous serta ovarium atas yang dikarenakan endokarp pada jenis ini kaku /batu (*stone fruit*). Seperti halnya pada buah mangga (*Mangifera indica*), (*Cocos nucifera*), persik, kenari, plum. Pada buah mangga, bagian berdaging yang dapat dimakan disebut mesocarp, dan bagian tempat biji diawetkan disebut endocarp. Cangkang almond dan kenari adalah endocarp dan bagian yang dapat dimakan adalah bijinya. Pada kelapa, epikarpnya keras dan tipis, sedangkan mesokarpnya tebal dan banyak mengandung serat, sedangkan bagian kelapa yang dapat dimakan disebut dengan istilah endosperma.

Buah beri

Buah beri adalah buah yang tumbuh dari satu hingga lebih karpel sinkarpus. Epikarpnya tipis dan bijinya melekat pada bagian dagingnya. Biji menyatu pada buah melalui plasenta, dan terpisah jika sudah matang dari plasenta dan persebaran dilakukan acak pada buah berdaging. Buah-buahan diwujudkan dari indung telur unggul seperti: tomat (*Solanum lycopersicum*),

anggur, terung, dll. Buah-buahan yang dihasilkan dari indung telur bagian bawah seperti: (*Psidium guajava*), dan (*Musa paradisiaca*).

Buah pepo

Buah ini ialah buah dengan perkembangan berasal dari ovarium syncarpous juga inferior. Jenis ini bermata satu dan mempunyai plasenta parietal. Buahnya berdaging serta berongga, dan kadang-kadang pahit yang disebabkan kandungan *tetrasiklik triterpin* pada bagian daging buah yang dalamnya terdapat pada buah dari keluarga *Cucurbitaceae*.

Buah pome

Jenis pome ini adalah buah dengan perkembangan dari ovarium *syncarpous/multicarpellary*. Kulit buahnya lembut merupakan perkembangan dari thalamus, yang merupakan penyusun primer bagian ovarium yang keras, dan sisanya ialah buah. Misalnya yang terdapat pada apel dan pir.

Buah hesperidium

Buah hesperidium adalah buah yang berasal dari *multicarpellary*, *syncarpous*, yang perkembangannya berasal dari ovarium superior. Buah ini terutama terdapat pada tumbuhan dari keluarga *Rutaceae* seperti Jeruk, Lemon dan *Citrus*. *Epicarp* terbuat dari kulit buah yang tebal dengan banyak kelenjar sebaceous di dalamnya. *Mesocarp* berserat putih melekat pada *epicarp*. Membran endokarp terlipat ke dalam dan membentuk banyak kompartemen. Pada buah ini terdapat banyak rambut kelenjar yang terletak di bagian dalam *endocarp*.

Buah balausta

Buah balausta ini adalah buah multilokular yang mengandung banyak biji yang berkembang dari ovarium bagian bawah. Kulit buah ini keras, berlekuk seperti (permanen). Penyusun bijinya tidak beraturan. Testa berdaging serta dapat dimakan misalnya pada buah delima.

Buah kering

Buah kering sederhana pericarp tidak berdiferensiasi membentuk epi, meso dan endo, maka dari itu disebut buah kering. Buah sederhana dibagi atas 2 antara lain: *inhisent* dan *dehiscent*. Buah indehiscent adalah buah kering yang berukuran kecil, yang berbiji satu, dan tidak pecah saat matang.

Buah cypsela adalah buah tunggal yang kering, yang tumbuh dari bicarpellar, syncarpous dan ovarium bagian bawah. Pericarp tidak tergantung satu sama lain. Pada buah ini terdapat ikatan rambut yang melekat pada yang disebut dengan nama *Pappus*, yang termasuk dalam keluarga (*Asteraceae*).

Buah caryopsis, buahnya berukuran kecil, buah kering dengan berbiji satu di dalamnya. Buah ini, monokarpel, perkembangannya terjadi dari ovarium superior. Pericarp jenis buah ini melekat pada permukaan luar kulit biji. Biasanya jenis buah ini ditemukan dalam keluarga *gramineae* (rumput). Misalnya gandum dan butiran beras.

Buah nut ialah buah yang berkembang dari ovarium superior *monocarpellar syncarpous*. Kulit buah ini keras. Mereka digabungkan dalam epicarp dan *mesocarp litchi* dan terlihat seperti kulit.

Buah samara ialah buah yang kering dan berbiji tunggal dan berbulu. Perkembangan buah ini berasal dari ovarium sinkarpous dan superior dengan dua atau lebih karpel.

Buah dehiscent (buah kering) dimana biji terlepas setelah perikap mengering dan pecah. Buah legume atau buncis, buah ini berkembang dari monocarpellary, unilocular, ovarium superior. Pada umumnya buah ini berbentuk panjang dan berbiji banyak. Pembelahan buah ini terjadi pada sisi dorsal dan ventral. Pencairan dimulai dari atas ke bawah seperti yang terlihat pada Peas, Beans. Jika hanya ada satu atau dua biji di dalam buah, itu disebut polong.

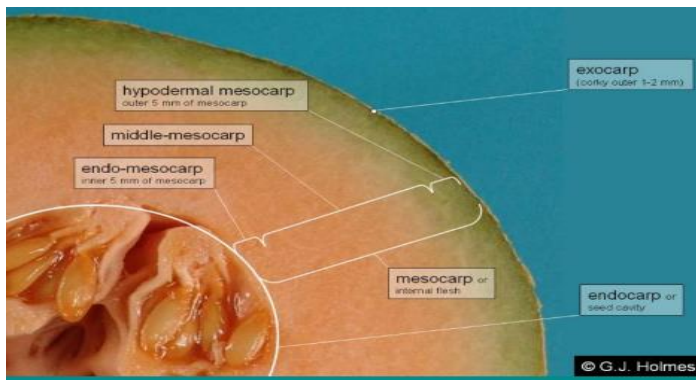
Buah semu

Buah semu adalah buah yang tercipta dari ovarium bersama-sama dengan bagian-bagian bunga lainnya dan kemudian membentuk belahan utama dari buah itu sendiri.

Kebanyakan buah sejati mempunyai pericarp yang berdaging. Exocarp/epicarp adalah bagian yang letaknya paling luar dari dinding buah, biasanya pipih dan berkutikula. Mesocarp adalah bagian pusat, yang biasanya terdiri dari jaringan parenkim. Endocarp adalah yang paling dalam, biasanya tipis.

Tipe-tipe buah tunggal berdaging

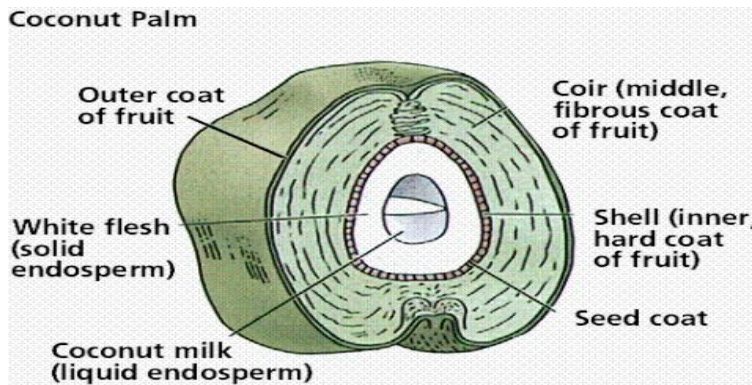
Buah berdaging lunak, terkadang mengandung biji, misalnya tomat, pisang. Pepo adalah buah berkulit tebal/berdaging dengan penonjolan exocarp (cangkang aksesoris), contoh: Cucurbita moschata, Cucumis melo



Gambar 43. Buah pepo (melon)

Drupa

Buah-buahan biasanya memiliki biji dengan bagian luar berdaging dan dinding buah bagian dalam yang keras (endokarp yang mengeras), misalnya: *Mangifera indica*, *aprikot*, *prem*, *zaitun*, *raspberry*, *Cocos nucifera*.



Gambar 44. Buah kelapa

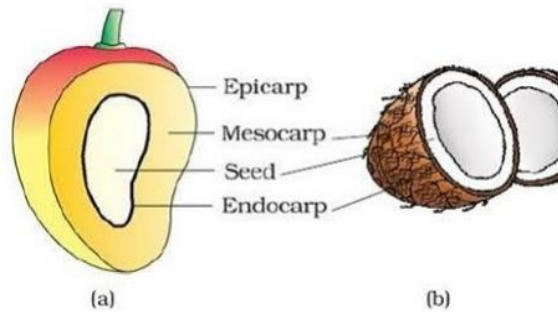
Buah pome

Buah pome adalah buah semu berdaging dengan bagian tengah berstruktur seperti tulang rawan. Misalnya, *Pyrus malus*.

Buah kering adalah buah yang tidak pecah saat matang: Buah *Caryopsis* (biji-bijian) adalah buah berbiji yang dinding buahnya bertemu kulit biji. Misalnya *Zea mays*, *Oryzasativa*. Buah kering yang pecah saat masak, misalnya polong-polongan/kacang, buah ini bermula dari satu karpel dan membelah sejauh sulkus lambung. Siliqua adalah buah yang berkembang dari dua karpel yang dipisahkan oleh dua karpel, dengan dua karpel dihilangkan, meninggalkan sekat. Skizokarp adalah buah yang terdiri dari satu atau lebih kaliper. Setiap mericarp terdiri dari karpel. Apabila buahnya matang, mericarpnya akan berpisah dan tiap-tiap bagian akan menempel pada karpofor.

Struktur Anatomi Buah

Struktur lapisan anatomi buah terdiri dari bagian luar (*exocarp*), bagian dalam (*endocarpium*), dan lapisan tengah (*mesocarpium*). Lebih jelasnya sebagai berikut:



Gambar 45. Anatomi Buah mangga (a) buah kelapa (b)

Klasifikasi Buah

Buah dibedakan menjadi:

- a. Buah tunggal merupakan hasil *gynoecium* yang terdiri dari satu atau lebih karpel, misalnya polong-polongan dan tomat.
- b. Buah majemuk yang terdiri dari *Aporcarp gynesium* dan masing-masing karpel masih dapat dikenali saat buah sudah matang, misalnya Stroberi dan *Fragaria*.
- c. Buah majemuk berupa kumpulan ginesium dari rangkaian kuncup bunga, seperti buah nanas, diperoleh dari perbungaan.

Rangkuman

Struktur anatomi buah umumnya terdiri dari beberapa bagian utama, termasuk kulit (epidermis), daging buah (mesokarp), biji (endosperm atau embrio), dan serat/selulosa. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut tentang struktur anatomi buah:

1. Kulit (Epidermis): Kulit adalah bagian luar buah yang melindungi isi buah dari kerusakan fisik, infeksi mikroorganisme, serta kerusakan akibat paparan lingkungan. Kulit buah dapat beragam dalam tebal, tekstur, warna, dan rasa tergantung pada jenis buahnya.

2. Daging buah (Mesokarp): Daging buah, juga dikenal sebagai mesokarp, adalah bagian buah yang berada di antara kulit dan biji. Daging buah biasanya merupakan bagian yang dikonsumsi manusia karena memiliki rasa dan aroma yang enak. Daging buah dapat bervariasi dalam tekstur, warna, dan kelembutan tergantung pada jenis buahnya.
3. Biji (Endosperm atau Embrio): Biji adalah struktur reproduksi pada buah yang berisi embrio tumbuhan yang belum berkembang atau endosperm yang berfungsi sebagai sumber nutrisi bagi embrio. Biji biasanya berukuran kecil dan dapat ditemukan di dalam daging buah atau tersembunyi di dalam endokarp, lapisan dalam buah yang melindungi biji dari kerusakan.
4. Serat/Selulosa: Beberapa buah, seperti apel atau pir, memiliki serat atau selulosa yang terdapat di dalam daging buah. Serat atau selulosa dapat memberikan tekstur pada buah dan berfungsi sebagai serat pangan yang penting dalam pencernaan manusia.

Selain bagian-bagian utama tersebut, buah juga dapat memiliki struktur anatomi lain seperti kelenjar yang menghasilkan minyak atau zat aromatik, serta struktur khusus seperti rambut, duri, atau kelenjar resin pada kulit buah. Struktur anatomi buah dapat bervariasi secara signifikan antara jenis buah yang berbeda, dan dapat memiliki peran yang berbeda dalam fisiologi dan fungsinya dalam siklus hidup tumbuhan serta dalam konsumsi manusia.

Refleksi

1. Jelaskan proses pembentukan buah !
2. Jelaskan struktur anatomi buah pada setiap contoh yang anda disebutkan !

MATERI X

ANATOMI BIJI dan PERKECAMBAHAN

Benih adalah sarana utama untuk memperbanyak diri yang dapat bersumber dari biji. Biji yang terlihat sempurna tentu memiliki bagian-bagian tertentu. Akan tetapi, untuk tumbuhan *dycotyledoneae* (tanaman berbiji dua) dan *monocotyledoneae* (tanaman berbiji satu) besaran dengan bagiannya tidak selamanya serupa. Selama fase embrionik, yang awalnya tidak aktif di dalam biji menyambangi serangkaian transformasi physiological untuk berubah ke tanaman yang lebih baru.

Benih adalah sel telur (ovula) dari tanaman yang mempunyai bunga dan sudah dewasa. Dari perspektif perkembangan, benih (Semen) adalah janin, atau tanaman yang masih minim dan telah dilakukan perubahan dalam mempertahankan hidupnya di kurun waktu yang lama di bawah keadaan yang tidak cocok dengan perkembangannya.

Tinjauan Pustaka

Ada banyak sekali jenis tanaman yang berbiji dengan tanaman tidak berbiji. Tanaman berbiji dikenal dengan istilah *embryophyta siphonogama*. Magnoliophyta dibagi menjadi tanaman monokotiledoneae dengan tanaman dikotiledoneae. Perkembangan biji menjadi belin merupakan alur perkembangan dan pertumbuhan suatu tanaman menjadi individu baru. Benih seringkali diperoleh dari tanaman yang memiliki bunga. Tidak hanya untuk reproduksi, benih berfungsi sebagai wadah dalam penyediaan nutrisinya dengan dijadikan tempat bagi individu baru dalam melengkapi kepentingan nutrisinya (Ulfa, 2022)

Benih adalah media paling penting dalam reproduksi dan memperbanyak individu. Benih berawal dari ovulum dan mengalami

perkembangan setelah terjadinya fertilisasi. Terdapat lebih dari satu jenis ovulum antara lain *orthotopic*, dua arah, lunak, dan *campylotropic*. Benih adalah suatu kepingan dan berawal pada testa dan berisi tanaman atau organ baru. Pembentukan benih berawal dari pembenihan lalu kemudian terjadinya fertilisasi. Berdasarkan prosedur transformasi, benih adalah embryo atau tanaman muda lalu dimodifikasi untuk bisa hidup pada jangka waktu yang lama dalam keadaan buruk dan kurang pas dalam pertumbuhannya.

Benih mempunyai struktur berbeda dibandingkan struktur tubuh tanaman lainnya dapatkan yang telah dimodifikasi atau perubahan bentuk. Struktur morfologinya diantaranya yaitu testa (*spermodermis*), pusat benih (*nukleus seminis*) serta tali pusar (*funikulus*). Berawal dari testa (kulit biji) yang dibentuk oleh bagian terluar dan dapat berperan sebagai pelindung dan endosperma terhadap kurangnya air, serta serbuan dari pemangsanya . Testa ini bisa setipis kertas, atau bisa juga lebat dan kuat. Testa (Kulit biji) yang menebal berperan sebagai pelindung benih oleh dampak ambiumure dengan keras. Selanjutnya tali pusar adalah jejaring yang berperan sebagai penyimpanan Nutrisi di saat-saat benih tumbuh. Selanjutnya pusat benih adalah struktur dari benih dimana hendak tumbuh berubah sebagai tumbuhan muda.

Komposisi pelindung benih secara umum terdapat pada bagian epidermis pada susunan paling luar dari testa. Selanjutnya, terdapat jaringan yang berselaput lebat didalam epidermis. Selain itu, mempunyai jaringan dasar (parenkim), sel cristal yang didalamnya terdapat pewarna yang terletak didalam jejaringan 116ambium yang lebih besar. Testa (pelindung biji) memiliki lebih dari satu lapisan yang bervariasi tergantung pada karakteristik benih (Azmin *et al.*, 2021)

Apabila memotong benih tumbuhan berkeping dua semacam kacang yang kemudian membentuk jadi dua bagian, menghasilkan bagian-bagian

benih yaitu koleoptil, hipokotyledonous (calon batang), calon akar (radikula), calon daun (kotiledon) dan zigot (embrio). Sementara itu bagian-bagian benih tumbuhan berkeping satu semacam padi seperti jagung yaitu selaput (koleoptil), selaput (plumula), calon akar (radikula), selubung (koleoriza), daun lembaga (kotiledon) serta endosperm. Struktur- struktur benih diatas memiliki fungsinya yang berbeda-beda dalam perkembangan tumbuhan berbiji yang berkeping dua (dikotil) dan berkeping satu (monokotil) meliputi:

Pucuk lembaga (plumula) adalah bagian yang menempel pada pada kotiledonnya dan muncul diatas lalu kemudian bertumbuh sebagai folium baru. Calon akar (radikula) merupakan batang embryo yang bertumbuh di dasar sebagai radiks primer. Tumbuhan monocotyledoneae seperti padi memiliki perkembangan dan pertumbuhan daun lembaga yang dapat diubah sebagai scutellum yang dapat berperan menjadi media untuk menyerap nutrisi dalam endosperm. Coleoptera berperan sebagai pelindung pucuk biji. Sementara itu, dalam *zea mays* mengandung *choreolyza*, yang berperan sebagai pelindung calon akar (Oktafiani *et al.*, 2020)

Pengertian Biji

Benih merupakan salah satu aspek penting dalam budidaya pertanian harus diperhatikan mutunya, benih yang baik dan bagus adalah awal kesuksesan perkembangan suatu tumbuhan diluar ruangan, akibatnya dapat melakukan produksi dengan hasil yang baik. Kualitas benih juga dapat ditentukan oleh struktur benih. Misalnya kondisi kulit biji yang keras dapat mempengaruhi jumlah air dan udara yang dibutuhkan untuk proses perkecambahan, menghambat perkecambahan dan memakan waktu lama. Selanjutnya, spermodormis pada benih yang impermeable juga mengurangi isi oksigen pada biji, akibatnya sintesis zat penghambat pertumbuhan terjadi dalam kondisi anaerobik.

Struktur Biji

Benih atau biji dapat terbentuk sebagai hasil perkembangan bakal biji setelah terjadi pembuahan. Terdapat perbedaan struktur dan komposisi kimia benih, yang sangat menentukan perbedaan proporsi: perkecambahan, dormansi, umur simpan, penurunan mutu dan lain-lain. Karenanya dalam teknologi dan produksi benih. Pengetahuan tentang struktur dan komposisi benih sangat penting. Struktur biji, atau biji secara umum, dapat dibedakan menjadi cangkang (satu atau lebih lapisan, tebal atau tipis), makanan (kotiledon atau endosperma), embrio (lembaga, calon individu tanaman, mono- atau poliembrionik). Struktur biji biasanya dapat berubah tergantung pada tahap perkembangan buah atau biji.

Perubahan yang terjadi dalam organel sel biji bisa menghipnotis masa kadaluarsa menurut penyimpanan benih. Perubahan perubahan tadi bisa terjadi dalam protoplasma, inti sel, mitokondria, lisosom, & ribosom yang akhirnya mengakibatkan kemunduran benih. Ketahanan yang usang dalam viabilitas benih bisa dipengaruhi menurut usang masa kadaluarsa ataupun usang saat penyimpanan benih. Benih menggunakan viabilitas tinggi & syarat vigor yang mini bisa diperoleh menggunakan masa penyimpanan yang usang. Proses fisiologis yang mengalami ketidaknormalan sebagai akibatnya terjadinya perubahan struktur dalam biji. Struktur biji bisa dibedakan sebagai struktur internal dalam biji dan srtuktur biji secara eksternal, perbandingan menurut berukuran embrio menggunakan endosperm, perbandingan tadi dari (berukuran, posisi embrio, & juga bentuk) bisa mengkategorikan ke pada struktur secara internal, mencakup adanya dari tersedia atau tidak tersedianya endosperma.

Benih dapat dikategorikan berdasarkan strukturnya sebagai berikut:

1. Ukuran embrio:

- a. Kategori kecil: embrio yg mempunyai berukuran kurang menurut $1/4$ menurut endospermanya.
- b. Kategori Seperempat: embrio yg memiliki kurang lebih menurut $1/4$ endospermanya.
- c. Kategori Setengah: embrio dalam biji yg memiliki berukuran kurang lebih $1/2$ menurut endospermanya.
- d. Kategori Dominan: embrio dalam biji memiliki berukuran sekitart lebih menurut 3 per empat endosperma.
- e. Kategori Total: Pada biji benih nir memiliki sama sekali endosperma & berukuran embrio misalnya benih.

2. Posisi embrio:

- a. Kategori dasar: ada banyak kategori ukuran embrio dan bentuk embrio asli, bisa radius, capitate, lateral, embrio yang diperluas. Pada kategori basal, embrio benih terletak di basal (kolom mikro) dan kantung embrio.
- b. Kelas marjinal (Chenopodiaceae): letak embrio perifer berada di tepi biji.
- c. Kelas sumbu: bentuk kategori aksila bisa bermacam-macam, misalnya berbentuk linier (lurus), miniatur (nano atau mikro) dan berdaun (bertingkat, terlipat dan cekung, melengkung). semiembrio aksial ada di tengah.

3. Kategori ada tidaknya endosperma:

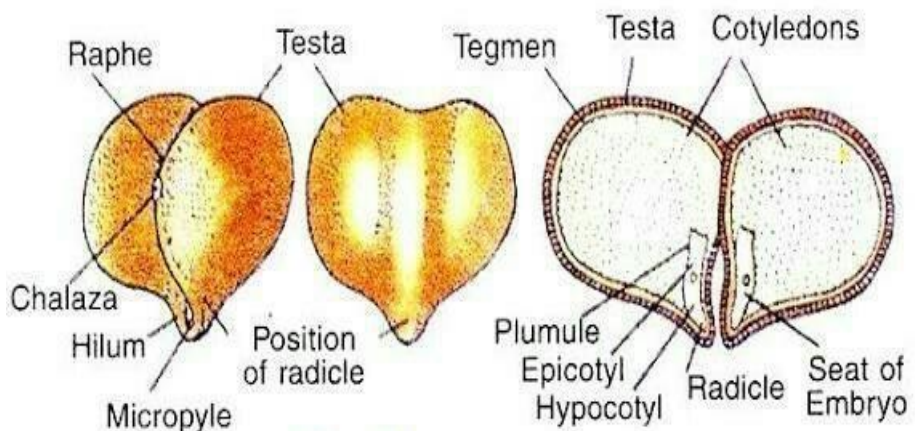
- a. Albuminus atau Endospermus: sebagai fungsi perkecambahan, yang dapat berupa endosperma besar berupa embrio kecil dengan makanan.

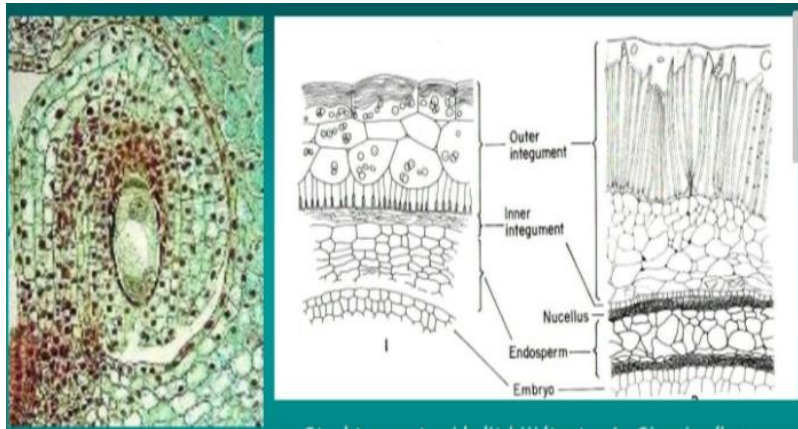
- b. Exalbuminous atau non-endospermic: sumber makanan yang digunakan untuk perkecambahan adalah berupa kotiledon, dimana bentuk embrionya relatif besar, dan struktur biji tidak memiliki endosperma.

Komponen-Komponen Penyusun Biji

Pelindung biji (Testa)

Kulit biji merupakan lapisan terluar dari biji diteruskan dengan emrio, hipokotil, radikula, dan kotiledon. Kulit biji (testa) dapat berperan sebagai bahwa faktor penentu permeabilitas, karena jaringan palisade pada kulit biji. Penentuan karakteristik kulit biji digunakan sebagai pertimbangan dalam penggunaan sebagai bahan industry. Penentuan tersebut didasarkan atas warna kulit biji serta karakteristik secara kimiawi dan morfologi, lebih spesifik yaitu ketebalan kulit biji. Sebagai contoh pada tanaman melinjo, biji mlinjo terdapat 3 lapisan kulit utama antara lain kulit luar (sarcotesta). Kulit tengah (sclerotesta), serta kulit dalam (endotesta).





Gambar 46. Anatomi testa

Terdapat beberapa lapisan dari testa (kulit biji) diantaranya:

- a. *Sarkotesta* yaitu lapisan terluar yang terdapat pada testa.
- b. *Sklerotesta* yaitu lapisan bagian tengah pada testa, lapisan ini merupakan lapisan yang tebal dan sangat keras.
- c. *Endotesta* yaitu lapisan bagian terdalam yang ada terdapat pada testa, lapisan ini merupakan lapisan yang tipis dan berdagi.

Jaringan cadangan makanan

Biji yang mempunyai putih telur yang dapat digunakan untuk menyimpan beberapa cadangan makanan dalam endospermnya atau perispermnya, sedangkan pada biji yang tidak mempunyai kemampuan dalam menyimpan cadangan makanan dapat disebut dengan non-albumin. Biji angiospermae mempunyai ciri khas, yaitu terdapatnya endosperma dalam biji. pada biji cadangan makanan utama disimpan di dalam biji, antara lain karbohidrat, protein dan lipid.

Jaringan cadangan makanan yang ada dalam biji sangat penting perannya dalam pertumbuhan awal. Radikula embrionik pada organ tumbuhan merupakan bagian awal yang terbentuk dalam proses

perkecambah, karena akar yang dipergunakan dalam penyerapan nutrisi, nantinya siklus perkembangan terus bersinambung.

Cadangan makanan yang ada di dalam biji dapat terganggu karena masuknya beberapa zat tertentu dalam biji, salah satunya adalah logam. Kandungan beberapa jenis logam berat yang ada di dalam tanaman akan menyebabkan gangguan pada perkembangan biji khususnya pada saat terjadi pembelahan sel fase mitosis. Toksisitas logam seperti Hg dapat merubah pembentukan gen yang terkait dengan pertumbuhan akar. Toksisitas logam menyebabkan hambatan sehingga terjadi gangguan pada saat pemanjangan sel akar dapat mengakibatkan kerusakan pada dinding sel serta vakuola. Kerusakan dinding sel biji dan vakuola dapat disebabkan oleh toksisitas logam Hg yang nantinya mengganggu proses pemanjangan akar serta penurunan bobot akar. Terjadinya toksisitas logam akan mengurangi penyerapan beberapa unsur magnesium, fosfor, dan sulfur yang berakibat pada terganggunya pembentukan akar.

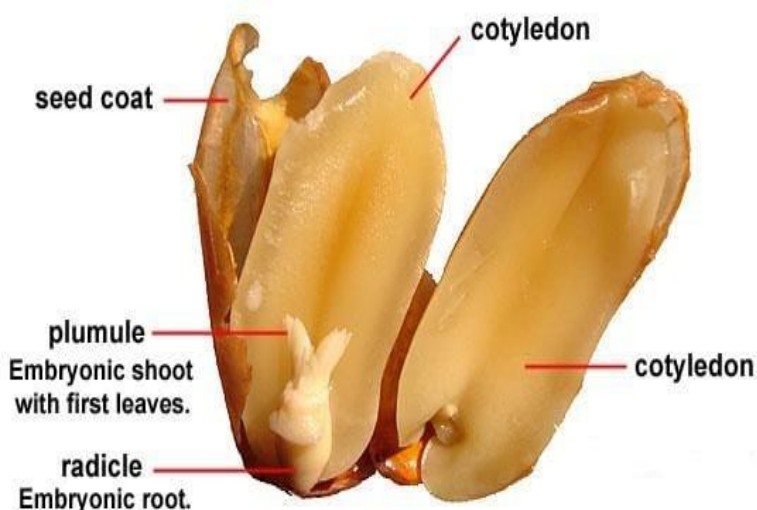
Selain karena, zat tertentu yang dapat mengganggu perkembangan dan cadangan makanan yang ada dalam biji, kondisi iklim mikro juga dapat mempengaruhi kondisi cadangan makanan dalam biji. Suhu adalah satu dari sekian faktor penting yang mempengaruhi kondisi cadangan makanan dalam biji. Temperatur yang keras dalam proses pematangan mengakibatkan pengurangan bobot benih, menurunkan suhu pada benih dapat meningkatkan berat benih yang kurang lengkap. Menurunnya cadangan makanan dapat terjadi pada saat temperatur tinggi dalam proses pematangannya, dikarenakan penggunaan energi secara berlebih serta dalam fotosintesis pada benih.

Embrio Biji Tumbuhan

Kondisi lingkungan yang sesuai dapat memicu pertumbuhan lembaga (embrio) yang merupakan bagian dari jaringan penting bakal tumbuhan.

Embrio yang telah dijelaskan merupakan bagian yang memiliki satu helai daun lembaga yang disebut dengan kotiledon dan pada saat terjadi pertumbuhan tanaman memiliki dua lembar daun lembaga. Sebagian besar tanaman dikotil dan tanaman gymnospermae.

Bagian biji yang ketika dalam perkembangan embrio dan endosperm. Perkembangan tersebut diikuti oleh membesarnya integumen yang mengalami tekanan dan menyebabkan bagiannya menjadi penurunan ketebalan. Hilum merupakan bagian tangkai biji yang terlepas, sedangkan operkulum merupakan struktur yang tercipta pada daerah mikropil akan terbentuk selama pembentukan struktur biji.

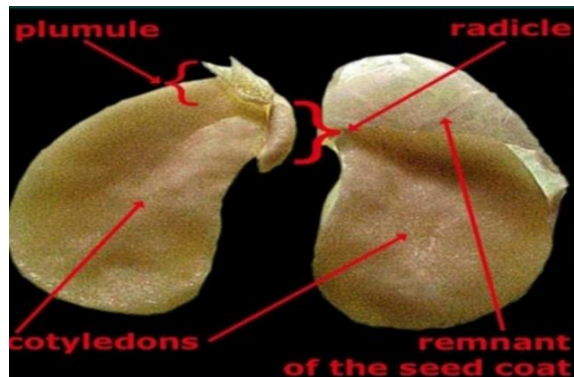


Gambar 47. Anatomi embrio biji tumbuhan

Anatomi Biji

Pada bagian di dalam biji terdapat embrio yang dilengkapi oleh sediaan penyimpanan nutrisi. Embryo dilingkari dengan daun lembaga (kotiledon) dan endosperm. Daun lembaga (kotiledon) berperan sebagai penyerap nutrisi dari reservoir makanan adalah endosperm, lalu ditransfer menuju embrio pada saat benih awal perkecambahannya. Daun lembaga yang ada di benih

tumbuhan dikotil berpasangan (kotiledonnya dua). Sedangkan pada biji monokotil mempunyai kotiledonnya tunggal. Daun lembaga (Kotiledon) ini penyebab dari penyebutan Monocotyledoneae dan Dicotyledoneae.



Gambar 48. Anatomi biji (bakal daun dan akar)

Dalam daun lembaga, benih pada tanaman dikotyledoneae cenderung ber dinding tebal akibat terjadinya penyerapan nutrisi pada endosperm di saat benih berada dalam tahap perkembangannya, sehingga biji tanaman dikotyledoneae tidak memiliki endosperm. Di sisi lain, dalam benih monokotyledoneae memiliki kotiledon yang tipis serta memanjang.

Didalam benih monokotyledoneae, radikula ditutupi dengan *coriolyseae* sedangkan pucuk lembaga ditutupi dengan *coleoptera*. Kehadiran *coleoryza* dengan *coleoptera* dimaksudkan untuk membentengi pucuk lembaga (plumula) dengan akar lembaga (*radicle*) dari kerusakan saat tanah dipadatkan. Dalam tanaman berbiji dikotyledoneae, pucuk lembaga dengan akar lembaga tak mempunyai penghalang yang melindungi, akibat membuatnya lebih cepat hancur.

Perbedaan Anatomi Biji Pada Tumbuhan Monokotil dan Dikotil

Kumpulan Magnoliophyta (Angiospermae) kemudian di bagi lagi jadi 2 kelas berdasarkan total bijinya yaitu: monocotyledoneae dengan dicotyledoneae. Antara monocotyledoneae maupun dikotyledoneae adalah golongan tanaman yang mempunyai biji terselubung (magnoliophyta) dan merupakan tanaman dengan fertilisasi berganda dan berdaging pada buahnya. Magnoliophyta (angiospermae) diklasifikasikan atas 2 kelas berdasarkan total benih embrio (kotiledonnya) di calon embrio. Tanaman yang memiliki satu biji (monocotyledons) merupakan 1 dari 2 dua golongan dominannya tanaman yang memiliki bunga. Di sisi lain, tumbuhan dikotil adalah kelompok tumbuhan berbunga dengan ciri-ciri yang persis, dengan satu pasang kotiledonnya.

Rangkuman

Komponen-komponen penyusun benih: Pelindung biji (testa), ketika biji yang telah masak, pada pola jaringan pembuluh terjadi perubahan dalam integument. Sehingga kulit biji akan tersusun atas struktur yang berbeda-beda tergantung pada ciri khas yang membawa sifat biji tersebut. Jaringan cadangan makanan, biji yang mempunyai putih telur dapat disebut dengan biji yang menyimpan beberapa cadangan makanan dalam endospermnya atau perispermnya, sedangkan pada biji yang tidak mempunyai cadangan makanan dapat disebut dengan non-albumin. Embrio, kondisi lingkungan yang sesuai dapat memicu pertumbuhan lembaga (embrio) yang merupakan bagian dari jaringan penting bakal tumbuhan.

Struktur biji, benih atau biji dapat terbentuk sebagai hasil perkembangan bakal biji setelah terjadi pembuahan. Benih atau seed memiliki struktur dan komposisi kimia yang berbeda. Ada perbedaan struktur dan komposisi kimia benih, yang sangat menentukan perbedaan proporsi:

perkecambahannya, dormansi, umur simpan, penurunan mutu dan lain-lain. Karenanya dalam teknologi dan produksi benih. Pengetahuan tentang struktur dan komposisi benih sangat penting. Struktur biji, atau biji secara umum, dapat dibedakan menjadi cangkang (satu atau lebih lapisan, tebal atau tipis), makanan (kotiledon atau endosperma), dan embrio. Struktur biji biasanya dapat berubah tergantung pada tahap perkembangan buah atau biji.

Susunan tubuh bagian dalam dari biji, pada bagian di dalam celah benih ada bakal tanaman muda atau biasa dikenal dengan embryo, biasanya terlengkapi oleh sediaan penyimpanan nutrisi. Embryo dilindungi dengan daun lembaga (kotiledon) dan endosperm. Daun lembaga (kotiledon) berperan sebagai penyerap nutrisi dari reservoir makanan adalah endosperm, lalu ditransfer pada embryo pada saat benih awal perkecambahannya. Daun lembaga yang ada di benih tumbuhan dikotil berpasangan dengan dua padang kotiledon. Sedangkan pada biji monokotil mempunyai kotiledonnya tunggal. Daun lembaga (kotiledon) ini penyebab dari penyebutan monocotyledoneae dan dicotyledoneae.

Perbedaan tumbuhan monokotil dan dikotil dapat digolongkan ke dalam tanaman monokotyledonea (berkeping satu) sedangkan tanaman dikotyledoneae (berkeping dua). Ciri lainnya yang digunakan dalam membedakannya antara tanaman monokotyledonea dengan tanaman dikotyledoneae terdapat pada struktur organ tanaman yaitu pada struktur radix, stem, folium, dan flos.

Refleksi

1. Jelaskan secara rinci tentang pertumbuhan dan perkembangan biji menjadi kecambah !
2. Jelaskan perbedaan anatomi biji pada tumbuhan monokotil dan dikotil !

DAFTAR PUSTAKA

- Alth. 2019. Perkembangan morfo-anatomi bunga, buah, dan biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L), sebagai tanaman penghasil biodisel. *Jurnal Sumberdaya Hayati*, 5(1):1-10.
- Amien, *et al.* 2020. *Saintek: Pegangan Belajar Siswa*. Solo: Genta Smart Publisher.
- Andhy *et al.* 2018. Media pengembangan ilmu dab profesi kegeografian. *Jurnal Geografi*. 14(2):11-17.
- Arin *et al.* 2019. Profil Miskonsepsi Materi Jaringan Tumbuhan pada Mahasiswa Biologi dan Pendidikan Biologi Salah Satu Perguruan Tinggi di Surakarta. *Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*. 4(2):55-60.
- Crang R., Sobaski SL., dan Wise R. 2018. *Plant Anatomy*. Gewerbestrasse: Springer Nature Switzerland.
- Eniek K. 2018. Profil struktur serat ibu tangkai daun antara induk dan anakan kelapa (*Cocos nucifera*). *Journal of Biological Sciences* 2(1): 45-50.
- Fajar AF. 2020. Pengaruh penggunaan media augmented reality terhadap motivasi dan hasil belajar peserta didik pada materi jaringan tumbuhan (Studi Eksperimen di Kelas XI SMA Negeri 7 Kota). *Universitas Siliwangi* 2(1): 67-70.
- Farhan A. 2019. *Morfologi tumbuhan*. Jakarta : Erlangga. Grasindo.
- Handoko A, *et al.* 2020. *Buku Ajar Fisiologi Tumbuhan*. Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung. Lampung. Hal: 2-3.
- Hasanuddin, *et al.* 2017. *Anatomi Tumbuhan*. Banda Aceh : Syiah Kuala University Press.
- Helmi K. 2019. Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning (DL) Terhadap Keterampilan Generik Sains Dan Hasil Belajar Peserta Didik Pada Materi Struktur Dan Fungsi Jaringan Tumbuhan. *Universitas Siliwangi*. 3. 1. 35-38.
- Hidayat. 2018. *Karakterisasi dan Morfologi Bunga*. Jakarta.
- Jasmi. 2018. Uji Vibialitas Terhadap Benih Polyembrioni. *Jurnal Agrotek Lestari*. Vol 5. No 2.
- Karmana, O. 2018. *Biologi*. Bandung: PT Grafindo Media Pratama
- Luthfya AB. 2018. Penerapan Model Pembelajaran Guided Inquiry Berdasarkan Kemampuan Berpikir Siswa Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pada Materi Jaringan Tumbuhan. *Fkip unpas*. 3. 1. 6-10.
- Maharani, *et al.* 2020. *Dinamika struktur dinding sel bakteri*. Cv. Jakad Media Pulishing. Hal: 3.

- Maulana I. 2021. *Botani Farmasi*. Jakarta: Media Sains Indonesia
- Misrita. 2022. Meningkatkan Hasil Belajar Biologi Pada Konsep Jaringan Tumbuhan Dengan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Student Team Achievement Divisions (STAD). *Jurnal Pendidikan STKIP YPM Bangko*. 2(1): 37-48.
- Azmin, *et al.* 2021. *Anatomi Tumbuhan (Analisis Teori dan Praktek)*. Banten.
- Nugroho LH. 2021. *Struktur dan Produk Jaringan Sekretori Tumbuhan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Nugroho, H. 2021. *Struktur dan Produk Jaringan Sekretori Tumbuhan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Halimah ND. 2020. *Buku Pendalaman Materi (BUPERI)*. Magelang. Pustaka Rumah Cinta.
- Nurdiana. 2020. *Morfologi Tumbuhan*. Mataram : Sanabil.
- Putri, P. Kurniawati, *et al.* 2017. Pengaruh Media Dan Hormone Tumbuh Akar Terhadap Keberhasilan Cangkok Ulin. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* 4(2).
- Rahayu SK. 2018. Penggunaan Multimedia Interaktif Berbasis Flip Book Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Konsep Jaringan Tumbuhan. *Fkip Unpas* 2(1): 112-117.
- Rahayu. 2018. *Biologi*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Ramdhini RN., *et al.* 2021. *Anatomi Tumbuhan*. Jakarta: Yayasan Kita Menulis.
- Ramdhini, NR., *et al.* 2021. *Anatomi Tumbuhan*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Riandari, H. 2007. *Sains Biologi 2*. Solo : PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.
- Oktafiani, R, *et al.* 2020. *Tumbuhan Berbiji*. Semarang: UNNES Press.
- Rizki, *et al.* 2021. *Anatomi Tumbuhan*. Yayasan Kita Menulis. Hal: 34.
- Rompegading BA. 2021. *Botani Tingkat Tinggi*. Sumatra Barat : Penerbit Insan Cendekia Mandiri.
- Saifullah. 2020. *Biologi*. Jakarta: Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKME.
- Saktiyono. 2020. *IPA Biologi 2*. Jakarta: Esis.
- Sholeh A, *et al.* 2021. *Fisiologi dan Merabolisme Benih*. Jember: UPT Penerbitan dan Percetakan Universitas Jember.
- Suhrman. 2017. *Biologi Umum : Tinjauan Konsep Botani dan Zoologi*. Mataram : Sanabil.
- Susilowarno, G. 2018. *Biologi*. Jakarta. Penerbit Grasindo.
- Ulfa, SW. 2022. Identifikasi Tumbuhan Biji (*Spermatophyta*) Di Daerah Pesisir Pantai Cermin Serdang Bedagai. *BEST Journal*. 5(2).

- Tim Kompas Ilmu. 2019. *Rumus Pocket Biologi SMA/MA Kelas X,XI,XII*. Jakarta: PT Grasindo.
- Tim Super Tentor. 2018. *Top One Ulangan Harian SMA/MA Ipa Kelas XI*. Jakarta Selatan: PT. Bintang Wahyu.
- Tjitrosoepomo. 2018. Karakterisasi dan Kekerabatan Tumbuhan Mangrove Rhizophoraceae berdasarkan Morfologi, Anatomi, dan Struktur luar Serbuk Sari. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir PTNBR–Batang (5).
- Tohari. 2018. *Aspek Dasar Agronomi Berkelanjutan*. Malang: Gajah Mada University Press.
- Tuti, K. 2020. *Biologi Sel*. CV Cendekia Press. Hal: 5-8.
- Ummul Hasanah, 2021. *Anatomi Dan Fisiologi Tumbuhan*. Media Sains Indonesia.
- Widya. 2019. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Wijaya D. 2020. *Buku Master RPAL Super Komplit*. Jakarta.
- Yuli, Lestari Rasyid, *et al.* 2021. Animasi Interaktif Pembelajaran Sel Pada Hewan dan Tumbuhan. *Jurnal Teknik Informatika*. Vol. 16 (2).
- Zairin, E. 2018. *Buku Ajar Dasar Dasar Biologi Sel dan Molekuler*. Syiah kuala university press. Hal: 2-3.



**KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MATARAM
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

Jln Gajah Mada No.100 Jempong Baru, Mataram. Telp. (0370) 620783/620784 Fax. (0370)620784.,
http://www.ftk.uinmataram.ac.id/ email: ftk@uinmataram.ac.id

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER

No. Revisi: 01		Tanggal Penyusunan: 27 Juli 2022	
Matakuliah: Anatomi Tumbuhan	Kode MK : BIO0207	Bobot (Sks) : 3 (1)	Semester/Kelas : III D
Program Studi :Tadris IPA Biologi		Dosen Pengampu : Firman Ali Rahman, M.Si	
Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL)	Sikap: <ol style="list-style-type: none"> 1. Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan mampu menunjukkan sikap religius. 2. Menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas berdasarkan agama, moral, dan etika. 3. Berkontribusi dalam peningkatan mutu kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara, dan kemajuan peradaban berdasarkan Pancasila. 4. Berperan sebagai warganegara yang bangga dan cinta tanah air, memiliki nasionalis meserta rasa tanggungjawab pada negara dan bangsa. 5. Menghargai keanekaragaman budaya, pandangan, agama, dan kepercayaan, serta pendapat atau temuan orisinal orang lain 6. Bekerjasama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan. 		

	<ol style="list-style-type: none"> 7. Taat hukum dan disiplin dalam kehidupan bermasyarakat dan bernegara. 8. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik. 9. Menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri. 10. Menginternalisasi semangat kemandirian, kejuangan, dan kewirausahaan. 11. Memiliki etika ilmiah dan mampu mengembangkan nilai-nilai kepribadian melalui pembelajaran biologi. 12. Mengedepankan aspirasi, pengembangan kepedulian, dan pengembangan kapabilitas bersama dengan prinsip asah, asih, dan asuh. 13. Bersedia belajar sepanjang hayat. <p>Pengetahuan: Mahasiswa memiliki pengetahuan luas dan mendalam tentang konsep dasar anatomi dan perkembangan tumbuhan.</p> <p>Keterampilan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mahasiswa mampu mengembangkan kemanfaatan keilmuan Anatomi Tumbuhan untuk diaplikasikan pada lingkup kehidupan sehari-hari yang bermanfaat bagi masyarakat 2. Mampu menemukan dan menganalisis masalah/fenomena biologi dengan pendekatan teknologi berdasarkan kajian lingkungan, kesehatan dan pangan sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas
<p>Capaian Pembelajaran Matakuliah (CPMK)</p>	<p>Mahasiswa mampu memahami tugas-tugas pokok dalam perkembangan anatomi tumbuhan, struktur sel, jaringan, organ vegetatif, organ reproduktif, mampu menjelaskan struktur dengan habitat tumbuhan dengan struktur anatomi serta kaitannya dalam kehidupan sehari-hari dan aplikasi anatomi tumbuhan dalam menunjang aspek-aspek lain dibidang biologi.</p>

Deskripsi Matakuliah	: Mata kuliah ini membahas tentang perkembangan anatomi tumbuhan, struktur sel, jaringan, organ vegetatif, organ generatif (reproduktif) dan kaitan lingkungan dengan struktur anatomi tumbuhan serta kaitannya dalam kehidupan sehari-hari. Sel menjelaskan tentang konsep sel, sejarah perkembangan sel, dan bagian-bagian sel. Jaringan menjelaskan tentang jaringan meristem dan jaringan dewasa. Sedangkan organ menjelaskan tentang anatomi akar, batang, daun, bunga, buah dan biji.
-----------------------------	---

A. KOMPETENSI MATA KULIAH

Mahasiswa diharapkan memiliki keterampilan dalam merencanakan pembelajaran sesuai dengan kurikulum yang berlaku.

(1) Ming gu ke	(2) Kemampuan Akhir yang Diharapkan (Kompetensi Dasar)	(3) Bahan Kajian (Materi)	(4) Metode Pembelajar an	(5) Alokasi Waktu	(6) Deskripsi Tugas	(7) Kriteria dan Indikator Penilaian
I	1. Mahasiswamemiliki gambaran umum tentang materi perkuliahan selama 1 semester, cara-cara penilaian dan dapat memahami kontrak perkuliahan	1. Gambaran perkuliahan 2. Kontrak kuliah	<ul style="list-style-type: none"> • Ceramah • Diskusi • Tanya jawab 	100 menit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mengetahui materi perkuliahan selama satu semester (mengacu dari silabus) ▪ Memahami ruang lingkup anatomi tumbuha 	Kriteria perkuliahan

II	<p>Mahasiswa mampu :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mendeskripsikan struktur dan fungsi sel • Membedakan tahapan pembelahan sel 	<p>Struktur Sel Tumbuhan :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Konsep Sel 2. Struktur dan Fungsi Sel 3. Komponen Penyusun Sel 	<ul style="list-style-type: none"> • RQA • Presentasi • Diskusi • Tanya jawab` 	100 menit	<ul style="list-style-type: none"> • resume tentang struktur sel tumbuhan • analisis kritis artikel tentang struktur sel tumbuhan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mahasiwa memahami struktur sel tumbuhan 2. Mahasiswa membedakan tahapan pembelahan sel
III	<p>Mahasiswa mampu membedakan macam dan tahapan pembelahan sel</p>	<p>Pembelahan Sel :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mitosis 2. Meiosis 3. Sitokinesis 	<ul style="list-style-type: none"> • RQA • Presentasi • Diskusi • Tanya jawab 	100 menit	<ul style="list-style-type: none"> • Resume tentang pembelahan sel • Analisis kritis artikel tentang pembelahan sel (mitosis, mieosis, dan sitokinesis) 	<p>Mahasiswa mampu membedakan macam dan tahapan pembelahan sel</p>
IV	<p>Mahasiswa mampu mendeskripsikan letak, struktur dan fungsi jaringan meristem</p>	<p>Jaringan Meristem :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Meristem Apikal 2. Meristem Lateral 3. Meristem Interkalar 	<ul style="list-style-type: none"> • RQA • Presentasi • Diskusi • Tanya jawab 	100 menit	<ul style="list-style-type: none"> • Resume tentang meristem • Analisis kritis artikel tentang meristem 	<p>Mahasiswa mampu memahami dan membedakan letak struktur dan fungsi jaringan meristem</p>
V	<p>Mahasiswa mampu mendeskripsikan letak,</p>	<p>Jaringan Dasar (Parenkim):</p>	<ul style="list-style-type: none"> • RQA • Presentasi 	100 menit	<ul style="list-style-type: none"> • Resume tentang parenkim 	<p>Mahasiswa mampu</p>

	struktur dan fungsi jaringan parenkim	1.Konsep 2.Struktur Jaringan Dasar 3.Asal dan Perkembangan 4.Macam-Macam Parenkim	<ul style="list-style-type: none"> • Diskusi • Tanya jawab 		<ul style="list-style-type: none"> • Analisis kritis artikel tentang parenkim 	memahami dan membedakan letak struktur dan fungsi jaringan parenkim
VI	Mahasiswa mampu mendeskripsikan letak, struktur dan fungsi jaringan penyokong	Jaringan Penyokong : 1. Kolenkim 2. Sklerenkim	<ul style="list-style-type: none"> • RQA • Presentasi • Diskusi • Tanya jawab 	100 menit	<ul style="list-style-type: none"> • Resume tentang jaringan penyokong • Analisis kritis artikel tentang jaringan penyokong 	Mahasiswa mampu memahami dan membedakan letak struktur dan fungsi jaringan penyokong
VII	Mahasiswa mampu mendeskripsikan letak, struktur dan fungsi jaringan pengangkut	Jaringan Pengangkut : 1. Kambium 2. Xylem 3. Floem	<ul style="list-style-type: none"> • RQA • Presentasi • Diskusi • Tanya jawab 	100 menit	<ul style="list-style-type: none"> • Resume tentang jaringan pengangkut • Analisis kritis artikel tentang jaringan pengangkut 	Mahasiswa mampu memahami dan membedakan letak struktur dan fungsi jaringan pengangkut
VIII	UTS		Essay	100 menit	Mahasiswa dapat menjawab dengan	

					baik dan benar semua soal yang diberikan	
IX	Mahasiswa mampu mendeskripsikan dan membedakan struktur dan fungsi anatomi akar dikotil dan monokotil	Struktur dan fungsi Anatomi Akar : 1. Struktur Akar Dikotil 2. Struktur Akar Monokotil	<ul style="list-style-type: none"> • RQA • Presentasi • Diskusi • Tanya jawab 	100 menit	<ul style="list-style-type: none"> • Resume tentang anatomi akar • Analisis kritis artikel tentang anatomi akar 	Mahasiswa mampu memahami tentang anatomi akar
X	Mahasiswa mampu mendeskripsikan dan membedakan struktur dan fungsi anatomi batang dikotil dan monokotil	Struktur dan fungsi Anatomi Batang : 1. Struktur batang Dikotil 2. Struktur batang Monokoti	<ul style="list-style-type: none"> • RQA • Presentasi • Diskusi • Tanya jawab 	100 menit	<ul style="list-style-type: none"> • Resume tentang anatomi batang • Analisis kritis artikel tentang anatomi batang 	Mahasiswa mampu memahami tentang anatomi batang
XI	Mahasiswa mampu mendeskripsikan struktur dan fungsi anatomi daun	Struktur dan fungsi anatomi daun	<ul style="list-style-type: none"> • RQA • Presentasi • Diskusi • Tanya jawab 	100 menit	<ul style="list-style-type: none"> • Resume tentang anatomi daun • Analisis kritis artikel tentang anatomi daun 	Mahasiswa mampu memahami tentang anatomi daun

XII	Mahasiswa mampu mendeskripsikan struktur dan fungsi bunga dan menjelaskan proses gametogenesis	Struktur dan fungsi Anatomi Bunga : 1. Bagian-Bagian Bunga 2. Struktur Bunga 3. Gametogenesis	<ul style="list-style-type: none"> • RQA • Presentasi • Diskusi • Tanya jawab 	100 menit	<ul style="list-style-type: none"> • Resume tentang anatomi bunga • Analisis kritis artikel tentang anatomi bunga 	Mahasiswa mampu memahami tentang anatomi bunga
XIII	Mahasiswa mampu mendeskripsikan struktur dan fungsi anatomi buah dan biji	Buah dan Biji : 1. Struktur buah 2. Struktur Biji	<ul style="list-style-type: none"> • RQA • Presentasi • Diskusi • Tanya jawab 	100 menit	<ul style="list-style-type: none"> • Resume tentang anatomi buah dan biji • Analisis kritis artikel tentang anatomi buah dan biji 	Mahasiswa mampu memahami tentang anatomi buah dan biji
XIV	Mahasiswa mampu menjelaskan proses terbentuknya buah dan biji	Buah dan Biji: Terbentuknya buah dan biji	<ul style="list-style-type: none"> • RQA • Presentasi • Diskusi • Tanya jawab 	100 menit	<ul style="list-style-type: none"> • Resume tentang terbentuknya buah dan biji • Analisis kritis artikel tentang terbentuknya buah dan biji 	Mahasiswa mampu memahami tentang terbentuknya buah dan biji
XV	Review materi perkuliahan	Membuat buku dari hasil	<ul style="list-style-type: none"> • PBL 	100 menit	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa dapat membuat buku 	Memahami materi dalam

		resume materi selama satu semester			anatomi tumbuhan dengan baik dan benar.	bentuk artikel, essay atau makalah ilmiah
XVI	UAS	Materi 1-14	• Tes tulis (essay)	100 menit	• Mahasiswa dapat menjawab dengan baik dan benar semua soal	

Daftar Referensi

2. Back, C.B. 2010. *An Introduction to Plant Structure and Development*, 2nd ed., Cambridge University Press, New York.
3. Cutler, D.F., Botha, T., D.W. Stevenson. 2008. *Plant Anatomy An Applied Approach*, Blackwell Publishing, USA.
4. Foster, A.S. 1965. *Practical Plant Anatomy*, 2nd ed., D. Van Nostrand Company Inc., Princeton.
5. Gunning, B.E.S. 1975. *Plant Cell Biology Structure and Function*. Camberra Australia: Jones and Bartlett Publishers.
6. Rudall, P.J. 2007. *Anatomy of Flowering Plants : An Introduction to Structure and Development*, Cambridge University Press, New York.
7. Mulyani, S. 2019. *Anatomi Tumbuhan*. Edsisi Revisi. Yogyakarta: PT Kanisius.

BIODATA PENULIS



Firman Ali Rahman, M.Si, dilahirkan di Selong, Lombok Timur pada tanggal 8 Juni 1991 sebagai putra dari pasangan Ayahanda H Muhammad Ahyat Iqbal Bin Muhammad Ali dan Ibunda tercinta Hj Fitriah Binti Syarifuddin. Penulis merupakan anak ke-5 dari 6 bersaudara. Penulis menamatkan sekolah dasar di SDN 3 Kelayu Utara tahun 2004, lulus dari SMPN 1 Selong pada tahun 2007, dan lulus SMAN 1 Selong pada tahun 2010. Penulis melanjutkan program sarjana jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mataram dengan fokus studi ekologi mangrove dan lulus pada tahun 2014, kemudian melanjutkan studi pascasarjana (S2) program studi Biologi Tumbuhan di Institut Pertanian Bogor pada tahun 2016. Karir sebagai dosen diawali pada tahun 2019 sebagai dosen tetap di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Nahdlatul Wathan Mataram. Pada tahun 2021-sekarang diangkat menjadi dosen tetap PNS di UIN Mataram pada Program Studi Tadris IPA Biologi. Penulis aktif sebagai praktisi lingkungan. Beberapa fokus penelitian penulis yang sudah ditekuni sejak 2014-sekarang berkaitan dengan biologi tumbuhan, mitigasi karbon, ekologi mangrove, ekologi padang lamun, bioindikator dan ekologi tumbuhan terrestrial (Pteridophyta dan Bryophyta), serta bioakumulasi cemaran di habitat tumbuhan pesisir dan laut.



Alfa Press
Jln. Penimbung, Gunungsari,
Kabupaten Lombok Barat,
Nusa Tenggara Barat 83351



ISBN 978-623-09-1090-6

