

BAHAN AJAR
STRUKTUR DAN FUNGSI ORGAN TANAMAN



OLEH :

PANDE KETUT SUTARA.

NIP ; 1952191984031001

Jurusan Biologi,Fak MIPA UNIVERSITAS UDAYANA

ANATOMI TUMBUHAN

Diskripsi singkat : Dalam bab ini diuraikan tentang struktur organ tumbuhan.

Relevansi. Apabila telah memahami materi bab ini, mahasiswa diharapkan memahami tentang struktur dan fungsi organ tumbuhan. Hal ini dapat menunjang mata pelajaran lainnya.

Tujuan instruksi khusus. Setelah membaca bab ini, mahasiswa akan dapat menjelaskan tentang definisi struktur dan fungsi organ tumbuhan seperti akar, batang, daun, bunga, buah, biji dll(C4).

BATANG (Caulis)

Struktur dari anatomi pada batang, mempunyai tiga bagian pokok, yaitu :

- 1) Epidermis dan derivatnya,
- 2) Kortek,
- 3) Stele,
- 4) Empuler

1. Epidermis dan derivatnya

Jaringan epidermis terdiri dari selapis sel yang berbentuk persegi, sering dilapisi kutikula. Sel epidermis dijumpai pada batang yang masih muda, bila telah rusak maka fungsi sel epidermis diambil alih oleh periderm (hypodermis). Pada batang yang mampu berfotosintesa dijumpai stomata, yang kelak berkembang menjadi lenti sel, sedang batang yang masih muda dijumpai trikomata (glanduler maupun non glanduler). Pada batang beberapa tumbuhan dijumpai pula sel silica, sel gabus.

2. Kortek

Terutama tersusun dari jaringan parenkim yang merupakan jaringan dasar. Didaerah peripir (pinggir) kadang-kadang terdapat kolenkim yang berkelompok atau membentuk lingkaran tertutup. Jaringan sklerenkim dapat berupa serabut yang berkelompok dan sklerida yang soliter. Sel-sel kortek dapat berisi tepung, Kristal atau zat lainnya. Pada daerah kortek dijumpai idioblas dapat berupa sel minyak, ruang lender, sel lender, sel Kristal, kelenjar minyak, sel hars, saluran gom, saluran lender.

Bagian kortek paling dalam disebut endodermis atau fluoeterma atau sarung tepung, disebut demikian karena terdiri atas selapis sel yang membentuk lingkaran dan berisi tepung. Endodermis pada batang yang telah dewasa (tua) tidak tampak lagi karena telah rusak/mati, sebab diganti oleh jaringan lain dari daerah stele.

3. Stele

Merupakan daerah terdalam dari daerah endodermis, yang tersusun terutama oleh perikambium, parenkim dan berkas vaskuler (pengangkutan) yang terdiri dari xylem dan floem. Fungsi xylem adalah mengangkut bahan mineral dan air dari akar sampai ke daun. Floem berfungsi mengangkut hasil asimilasi dari daun ke tempat-tempat penyimpanan makanan cadangan dan bagian tubuh lainnya.

4. Empulur dan jari-jari empulur

Bagian batang paling dalam, berkas pengangkutan tidak tersusun padat tetapi ada bangunan jaringan dasar diantaranya, yang disebut dengan empulur.

Pada tumbuhan Monokotil, tidak dibedakan antara kortek dengan empulur, sehingga disebut jaringan dasar. Sistem pembuluhnya terdiri dari ikatan pembuluh yang tersebar dan pada potongan melintang tidak menunjukkan satu lingkaran. Kebanyakan tumbuhan Monokotil mempunyai sarung daun yang melindungi, relative lama, karena ruas-ruas batang masih melanjutkan pertumbuhan interkalar. Batang pada Monokotil sering termodifikasi menjadi risoma (*gladiolus*) atau pucuk menjadi bulbul (*Allium*).

Pada rumput-rumput, batang terdiri atas 3 sistem jaringan yaitu epidermis, jaringan dasar dan jaringan pembuluh. Jaringan pembuluh tersusun 2 lingkaran. Pada bagian perifer terletak ikatan pembuluh yang kecil, sedang ikatan pembuluh yang besar terletak dibagian yang lebih dalam. Missal *Triticum, Avena, Hordeum, Secale, Oryza*. Atau mungkin ikatan pembuluh yang besar tersebar di bagian tengah dan kecil tersusun rapat dibagian perifer. Misalnya pada *Zea Bambusa Saccharum* dll. Ikatan pembuluh bertipe kolateral dan masing dikelilingi oleh sarung sklerenkim. Pada tumbuhan rumput-rumput yang mempunyai ikatan pembuluh dalam 2 lingkaran, di bawah epidermis terdapat sarung sklerenkim.

Struktur normal dan anomaly

Struktur batang yang normal yaitu : yang mempunyai satu lingkaran berkas pengangkut (yang telah dibicarakan). Pada tumbuhan tertentu dijumpai struktur yang tidak normal, yang disebut dengan struktur anomaly, sehingga dijumpai bentuk batang yang aneh atau bentuk batang normal tetapi mempunyai dua lingkaran berkas vascular (pengangkutan). Satu lingkaran berkas vaskuler berada didaerah stele dan yang satu lingkaran berkas vaskuler berada di daerah kortek.

STRUKTUR ANATOMI AKAR (Radix)

Berbeda dengan batang, pada akar tidak dijumpai bentukan buku dan ruas maupun daun, sehingga susunan jaringan-jaringan di bagian akar yang berlainan relatif berubah. Xylem dan fluem pada akar tidak membentuk satu berkas melainkan tersusun berselang-seling tipe berkas vaskulernya adalah radial. Tipe berkas vaskuler pada batang kolateral (terbuka atau tertutup), bikolateral atau amfivasal.

Pada penampang melintang akar primer dijumpai tiga sistem jaringan pokok, yaitu epidermis, kortek dan stele. Diujung-ujung akar terdapat pula bagian-bagian akar yang lain yaitu tudung akar yang berfungsi untuk melindungi promeristem akar.

1. Epidermis

Epidermis hanya dijumpai pada akar yang masih muda, apabila epidermis akar telah rusak, maka fungsi epidermis pada akar diambil alih fungsinya oleh eksodermis. Epidermis akar juga disebut epiblem atau rizodermis. Epidermis akar tidak dilapisi kutikula karena fungsi akar pengisap air.

Derivat epidermis pada akar.

1.1 Rambut-rambut pada akar

Rambut-rambut pada akar yang dibentuk oleh trikoblas yang berfungsi untuk memperkuat bidang penyerapan air dan unsur-unsur hara.

1.2 Pnematoda

Terdapat pada akar napas Rizopor (bakau) yang berfungsi seperti lenti sel pada batang.

2. Kortek

Terutama tersusun oleh parenkim sebagai jaringan dasar yang berfungsi sebagai jaringan penyimpan makanan cadangan. Jaringan penguat yang terdapat adalah sklelenkim. Idioblas dapat berupa sel/ruang minyak, sel/jaringan lender, sel Kristal, slauran resin (dammar). Kadang-kadang dijumpai ruang antar sel yang terjadi secara sizogen atau lizigen. Bagian kortek yang terdalam berupa endodermis tersusun selapis sel yang melingkar, sel-sel tersebut ada yang mengalami penebalan dinding berupa suberin juga ada tidak mengalami penebalan dinding. Sel yang tidak mengalami penebalan dinding disebut sel peresap.

3. Stele

Perisikel juga disebut perikambium, merupakan jaringan terluar dari stele yang terdiri atas selapis sel yang membentuk lingkaran atau berlapis-lapis dalam lingkaran hal ini biasanya dijumpai pada tumbuhan yang tergolong Monokotil. Kadang-kadang pada stele sel minyak dan serabut sklerenkim. Di bagian tengah akar, kadang-kadang dijumpai empulur yang tersusun oleh parenkim. Idioblas dapat dijumpai didaerah empulur atau di daerah fluem, jenisnya sama dengan seperti yang terdapat didaerah kortek.

Akar lateral

Akar lateral pada umumnya berasal dari perisikel. Pembentukan akar lateral dipengaruhi oleh auksin dan zat pengatur tumbuh lainnya. Pada waktu akar lateral mulai dibentuk, beberapa sel-sel perisikel yang berdekatan mempunyai sitoplasma yang padat, kemudian membelah secara periklinal. Sel-sel hasil pembelahan membelah lagi secara periklinal dan antiklinal. Sel-sel yang terkumpul merupakan

primordium cabang dan menonjol. Primordium bertambah panjang, menembus kortek dan muncul pada permukaan. Endodermis sering membelah secara antiklinal dan dengan demikian kemudian mengikuti pertumbuhan primordium. Tetapi sel-sel kortek lainnya berubah bentuknya, remuk dan terdorong ke arah luar dan kadang-kadang sebagian mengalami degradasi secara enzimatik. Selama pertumbuhan primordium melalui kortek, meristem apikal dan tudung akar mulai terbentuk dan seluler pembuluh maupun kortek terbentuk di belakang meristem apikal akar baru tersebut. Apabila xylem dan floem pada akar lateral mulai terdiferensiasi, jaringan ini mulai berhubungan dengan jaringan akar induk, melalui suatu diferensiasi antara sel-sel parenkim ke dalam unsur pembuluh. Sel-sel parenkim tersebut merupakan derivat dari perisikel yang membelah.

Pertumbuhan sekunder pada akar

Akar pada tumbuhan Gymnospermae dan kebanyakan Dicotylidoneae mengalami pertumbuhan sekunder. Cambium pembuluh membelah menghasilkan xylem dan floem sekunder. Felogen atau cambium gabus dibentuk dan menghasilkan periderm. Akar pada tumbuhan kriptogam dan kebanyakan monokotil tidak mengalami pertumbuhan sekunder.

Kambium pembuluh berasal dari sel-sel prokambium yang tetap tidak mengalami diferensiasi, terdapat diantara xylem dan floem primer. Sel-sel perisikel yang berdekatan dengan protoxilem juga menghasilkan cambium. Cambium yang berasal dari sel-sel prokambium di sebelah bagian dalam protofloem mula-mula menjadi aktif dan membentuk sejumlah xylem sekunder, pada penampang

melintang cambium nampak melingkar. Cambium selain itu membelah secara periklinal menghasilkan floem sekunder kearah luar akar dan xylem sekunder kearah dalam. Fungsi cambium seperti pada batang, membentuk lingkaran xylem dan floem sekunder.

Terjadinya jaringan pembuluh sekunder pada akar, biasanya diikuti oleh terbentuknya periderm. felogen muncul disebelah luar perisikel. Felogen ini kemudian berfungsi seperti cambium, kearah luar menghasilkan felem dan kearah dalam menghasil feloderm atau kortek sekunder secara sentripetal.

Pada beberapa akar, pertumbuhan sekunder, menyebabkan struktur anomaly. Pada akar yang berfungsi menyimpan cadangan makanan, sejumlah sel-sel parenkim terdapat pada xylem dan floem, tetapi pertumbuhan sekunder terjadi normal. Misalnya pada *Daucus carota*. Pada *Beta vulgaris* cambium tambahan dibentuk dari perisikel dan floem. Cambium tersusun konsentris dan menghasilkan xylem dan floem. Lingkaran cambium yang konsentris dan jaringan pembuluh sekunder dapat dilihat jelas pada sediaan irisan *Beta vulgaris*. Pada akar ubi jalar (*Ipomoea batatas*), cambium terletak seperti pada umumnya, tetapi ada cambium tambahan yang terbentuk disekitar unsur xylem.

STRUKTUR ANATOMI DAUN (Folium)

Secara morfologi dan anatomi daun itu merupakan organ tumbuhan yang paling bervariasi. Secara histology daun tersusun atas tiga sistem jaringan : epidermis, mesofil dan jaringan pembuluh.

1. Epidermis

Pada umumnya epidermis hanya tersusun selapis sel, kecuali daun beberapa jenis tumbuhan yang mempunyai daun ber-epidermis ganda (multiple epidermis), misalnya genus *Ficus*, *Nerium* dan *Piper*. Epidermis ganda ini mungkin berfungsi untuk mencegah agar mesofil tidak mengalami kekeringan. Struktur daun yang biasanya pipih itu, dibedakan antara jaringan epidermis kedua permukaannya, permukaan daun yang lebih dekat dengan ruas di atasnya dan yang biasanya menghadap ke atas dinamakan permukaan adaksial dan permukaan yang lain disebut permukaan baksial. Dinding permukaan epidermis kadang-kadang mengandung kloproplas, umumnya mengandung kutin, lapisan kutin yang menghadap keluar disebut kutikula. Kutikula tebalnya berbeda-beda, pada tumbuhan xerofit sangat tebal.

2. Stomata

Merupakan celah pada epidermis organ tumbuhan yang berwarna hijau, terutama pada permukaan sebelah bawah yang dibatasi oleh dua sel penutup. Di dalam sel penutup terdapat kloroplas yang berfungsi dalam proses fotosintesa. Sel penutup mempunyai bentuk yang berbeda dengan sel epidermis disekitarnya. Ada dua macam sel penutup yaitu berbentuk halter dan ginjal.

Fungsi stomata antara lain sebagai pengatur penguapan, pengatur masuknya CO₂ dari udara dan O₂ ke udara selama berlangsungnya proses fotosintesa dan pada arah sebaliknya dalam proses respirasi.

Stomata diketemukan pada daun yang berfotosintesis, di kedua permukaan daunnya, atau hanya di permukaan sebelah bawah. Pada tumbuhan air seperti

Nympiaea, stomata hanya ditemukan dipermukaan daun sebelah atas yang berhubungan dengan atmosfer. Pada daun yang pertulangannya menjala, stomata menyebar tidak teratur, sedangkan pada daun yang sebagian besar pertulangannya sejajar, seperti pada Graminaeae, stomata di kedua permukaan daunnya, maka disebut daun amfistomatus, tetapi banyak juga yang mempunyai stomata pada salah satu permukaan daunnya, umumnya di permukaan abaksial disebut daun hipostomatis. Apabila stomata dijumpai dipermukaan adaksial disebut daun epistomatus. Letak stomata dapat sejajar dengan permukaan daun disebut faneropor, sedangkan yang muncul diatas atau lebih rendah dari permukaan daun dinamai kriptopor.

Trikomata

Epidermis daun juga kadang-kadang dijumpai trikomata (yang berglandula atau yang tidak berglandula), sel kipas, litokis dll. Di bawah epidermis mungkin dijumpai jaringan hypodermis (multiple epidermis).

3. Mesofil

Banyak tumbuh-tumbuhan pada daerah mesofilnya dapat dibedakan dua macam jenis parenkim, yaitu parenkim palisade (jaringan tiang) dan parenkim bunga karang. Sel-sel parenkim palisade mempunyai ciri khas adalah memanjang dan pada irisan melintang daun bentuknya seperti tongkat dan tersusun sejajar. Pada irisan parallel dengan permukaan daun tersebut tampaknya membulat dan terpisah-pisah atau sedikit menempel sesamanya. Sel-sel palisade terletak langsung di bawah epidermis sebaris atau ganda, namun kadang-kadang ada

jaringan hypodermis diantara epidermis dan jaringan palisade. Susunan sel-sel palisade dapat satu lapisan atau lebih. Mempunyai parenkim palisade di kedua sisinya maka disebut bersifat isolateral atau isobilateral, sedangkan daun yang mempunyai/memiliki parenkim palisade di satu sisi disebut bersifat dorsiventral atau bifasial. Pada daun yang berbentuk silendris jaringan palisade terdapat diseluruh permukaan perifer daun. Selain parenkim palisade juga terdapat sel-sel parenkim bunga karang (spons parenkim), dengan bentuk beragam berisi kloroplas mempunyai ruang antar sel yang besar.

Daun beberapa jenis tumbuhan misalnya rumput-rumputan, mesofilnya tidak mengalami difrensiasi jaringan tiang dan jaringan bunga karang, tetapi tersusun oleh sel-sel parenkim yang kurang lebih seragam bentuk ukurannya. Hanya sel-sel yang mengelilingi berkas pengangkutan, morfologinya berbeda dari misifil lainnya yaitu lebih besar, kloroplasnya lebih sedikit dan dindingnya lebih tebal. Sel-sel ini menyusun sarung (seludang berkas) berkas pengangkutan. Daun dengan berkas pengangkutan sersedung demikian dibuat tipe panekoid. Sarung berkas pegangkut ini kadang-kadang melebar sampai di kedua permukaan daun. Ada yang menganggap jaringan yang melingkari sebagai endodermis (karena sering dijumpai pita caspary) atau sebagai sarung tepung. Pada daun tumbuhan Grameneae yang lain juga umum dijumpai pada tumbuhan dikotylodeneae, berkas pengangkut diselubungi oleh 2 lapis atau lebih selubuhnya yang terdiri dari sel-sel berbanding tebal dan tidak berkloroplas. Daun dengan berkas pengangkut berseludang demikian disebut tipe festikoid.

4. Jaringan Pengangkutan

Berkas pembuluh tunggal atau beberapa sel yang erat hubungannya membentuk tulang daun. Istilah tulang terkadang digunakan untuk mencakup jaringan pembuluh bersama-sama jaringan bukan pembuluh yang mengelilinginya. Daun kebanyakan tumbuhnya Dicotyledoneae yang kecil berbentuk anyaman seperti jala. Sedang daun tumbuhan Monocotyledoneae mempunyai daun sejajar dengan tulang-tulang yang kurang lebih sama besar dan masing-masing dihubungkan dengan berkas pengangkut kecil. Tipe berkas vaskuler pada daun sesuai dengan tipe berkas vaskuler batangnya, terutama ibu tulang daun, tetapi pada anak tulang daun dijumpai berkas vaskuler yang tidak sempurna, yang hanya terdiri atas fluem saja atau unsur xilem saja.

Jaringan mekanik pada daun dijumpai jaringan berupa kolenkim, sklerenkim dan sklerida. Kolenkim terdapat pada sisi adaksial dan abaksial setiap berkas vaskuler. Pada tulang daun dan anak tulang daun sklerenkim terdapat pada sisi adaksial dan abaksial atau mengelilingi berkas vaskuler. Sklerida terbesar pada mesofil. Idioblas dapat dijumpai pada daerah mesofil, dapat berupa sel / ruang atau kelenjar minyak, sel hars, sel lender, sel Kristal.

Nanatomi Daun tumbuhan C3 dan C4.

Sejalan dengan perbedaanya secara biokimia, tumbuhan C4 berbeda dengan tumbuhan C3 pada anatomi daunnya. Umumnya daun tumbuhan C4 dapat dibedakan karena memiliki ruang antar sel yang kecil-kecil, vena yang rapat dan sel-sel ikatan pembuluhnya besar-besar dan banyak berisi kloroplas. Pada tumbuhan C3 kloroplas terdapat dalam semua sel mesofil, yang masing-masing berisi enzim-enzim fotosintesis yang memiliki gugus tambahan yang sama dan secara bebas

meningkat sebagai korban dioksida yang berdifusi ke dalam daun. Pada tanaman C3 seludang

Berkasnya terdapat dua lapisan yang melingkar, lapisan luar terbentuk dari sel parenkim yang ber banding tipis dan lapisan dalam berbentuk dari sel parenkim yang banyak mengandung pati. Sebaliknya pada tumbuhan C4 ada dua tipe sel fotosintesis, sel-sel I katan pembuluh yang besar-besar di sekitar vena dan sel-sel mesofil disekitar ikatan pembuluh.

Tipe-tipe modifikasi daun dalam lingkaran khusus, misalnya pada daerah yang kering pada lingkungan air dan sebagainya, sehingga tumbuhan tersebut mempunyai struktur yang khusus pula. Golongan tumbuhan yang menyesuaikan diri dengan keadaan kekurangan air, yakni xerofit, merupakan tumbuhan gurun atau tumbuhan yang hidup didaerah dengan kedargam tinggi, tumbuhan yang hidup tanah alkali, atau tumbuhan yang hidup didaerah kutub. Tumbuhan tersebut diatas mempunyai susunan anatomi daun yang khusus misalnya :

1. Kutinisasi / lignifikasi sel-sel epidermis dan atau sel-sel hypodermis. Misalnya pada daun *Pinus merkusii* dan *Cycas rumpii*. Pada *Cycas* lignifikasi selain terjadi pada lapisan hypodermis juga sampai pada bagian dalam yaitu pada jaringan tiang tersebut. Tumbuhan tersebut dikatakan sklerofilous.
2. Terdapat banyak rambut-rambut baik daun maupun batangnya, misalnya pada *Cactus*. Tumbuhan semacam ini dinamakan trikofilous.
3. Adanya jaringan khusus yang berfungsi untuk menggulung daun, ialah sel-sel kipas, misalnya pada tumbuhan yang tergolong familia *Poaceae*.

4. Terdapat stomata tipe kriptopor, misalnya pada daun *Ficus*, *Pinus* dan *Eqisetum*.
5. Terdapat daun-daun kecil, missal pada *Pinus*, *Asparagus*, *Eqisetum*. Dll Tumbuhan tersevut dikatakan mikrofilous.
6. Mempuntai daun atau batang berdaging, misalnya pada begonia dan Kaktus. Tunbuhan ini dikatakan malakofilous.

Golongan tumbuhanyang hidup di air, baik penumpang maupun yang terendam dalam air tersebut hidrofita. Pada tumbuhan ini dijumpai struktur khusus, misalnya : adanya sklerenkim pada tangkai daunnya, missal pada *Nympheae*, *Echornia* dan sebagainya. Adanya riang atau saluran udara, misalnya pada *ipomoea* jaringan reduksi jaringan penguat, serta epidermis tanpa cutikula. Sel- sel epidermis berisi kloroplas.

Hygrophyte : adalah tumbuhan yabng hidup di tempat lembab. Biasanya daunnya tidak mempuntai jaringan tiang, sedang stomanya menonjol kea rah luar.

BUNGA

A. Struktur bunga serta bagian-bagiannya

Bunga merupakan produksi seksual. Suatu bunga yang lengkap mempunyai daun kelopak, daun mahkota, benang sari, putik dan daun buah. Bunga terdiri dari atas bagian yang fertile, yaitu benang sari dan daun buah, serta bagian yang seteril yaitu daun kelopak dan mahkota. Daun mahkota dan daun kelopak.

Secara anatomi daun mahkota dan daun kelopak mempunyai struktur yang sama, terdiri sel-sel parenkimatis. Parenkim dasar terletak diantara epidermis atas dan epidermis bawah. Jaringan ini juga disebut mesofil. Sistem pembuluh terdapat pada jaringan dasar. Sel-sel idioblas, sel-sel yang mengandung Kristal terdapat pada jaringan dasar. Mesofil jarang terdiferensiasi menjadi jaringan tiang dan jaringan bunga karang. Daun umumnya mempunyai struktur yang sederhana, terdiri dari sel-sel yang isodiametris bentuknya. Epidermis daun kelopak dilapisi kutin pada bagian luarnya, dan terdapat stomata dan trikoma, sama seperti daun. Struktur sistem pembuluh seperti pada daun hanya kurang jelas.

Daun mahkota mempunyai satu atau banyak pembuluh yang kecil. Epidermis bentuknya khusus, dilapisi kutikula. Adanya warna yang bermacam-macam karena adanya kloroplas atau pigmen tambahan yang ada pada cairan sel. Zat tepung sering berbentuk pada daun mahkota pada daun mahkota yang masih muda. Minyak volatil yang karakteristik pada bunga umumnya terdapat pada sel-sel epidermis.

B. Benang Sari

Benang sari terdiri dari atas kepala sari dan tangkai sari. Tangkai sari tersusun oleh jaringan besar, yaitu sel-sel parenkimatis yang mempunyai vakuole

, tanpa ruang antara sel. Sel-sel ini sering mengandung pigmen. Epidermis dengan kutikula, trikoma, mungkin stomata. Kepala sari mempunyai struktur yang kompleks, terdiri atas dinding yang berlapis-lapis, dan bagian terdalam dapat loculus = ruang sari (mikrosporagium) yang berisi butir-butir serbuk sari. Jumlah lapisan dinding kepala sari bervariasi. Lapisan dinding ini merupakan difrensiasi dan lapisan parietal primer, yang terletak sebelah dalam epidermis. Lapisan dari luar ke dalam adalah . epidermis, merupakan lapisan dinding terluar, kadang-kadang berbentuk papilla. Endotesium terletak dibawah epidermis. Pada waktu kepala sari masak, endotesium membentuk dinding sekundaer, pada bagian antiklinal dan dinding tangensial bagian dalam . penebalan antiklinal menyebabkan bentuknya struktur yang berserabut. Oleh karena itu endotesium sering disebut lamina fibrosa. Lapisan tengah, merupakan lapisan yang terletak disebelah dalam endotesium, yterdiri atas 2-3 lapis sel. Pada waktu kepala sari masak, sel-selnya terdesak oleh endotesium, dan menjadi tertekan. Tepetum, merupakan lapisan terdalam dari dinding kepala sari. Sel-selnya mengandung protoplas yang padat dengan inti yang jelas. Tapetum mempunyai fungsi nutrisi bagi sel serbuk sari.

Serbuk sari yang telah masak keluar dari lubang yang terjadi pada dinding antera yang disebut stomium. Serbuk sari berasal dari sel induk serbuk sari yang mengalami pembelahan meiosis. Dinding serbuk sari paling luar disebut eksin, dan bagian dalam disebut intin. Eksin terdifrensiasi menjadi neksin dan seksin.

C. Karpela

Dinding ovarium terdiri dari atas jaringan parenkimatis, serta jaringan vaskuler yang dilindungi oleh epidermis tabung pollen. Jaringan-jaringan ini akan mengalami perubahan-perubahan histologis setelah terjadi pembuahan. Stigma dan stilus mempunyai struktur yang khusus yang memungkinkan butir-butir polen mampu menembus ovulum. Epidermis stigma berkelenjar dan sel-selnya kaya akan protoplasma.

Kadang-kadang lapisan disebelah dalam epidermis membentuk jaringan yang berkelenjar, yang fungsinya sama dengan yang terdapat pada empidid. Pada beberapa tumbuhan, sel-sel epidermis stigma berkembang menjadi rambut-rambut yang panjang bercebang. Misalnya pada tumbuhan Graminae dan tumbuhan lain yang penyerbukannya dilakukan oleh angin. Jaringan bagian dalam dari stilus diamankan jaringan transmisi dan merupakan jalan bagi buluh serbuk sari untuk mencapai bakal biji. Jaringan tersebut menyediakan nutrisi yang berfungsi untuk membantu pertumbuhan buluh serbuk sari yang melalui stilus.

Pada tumbuhan dimana karpel tidak menghasilkan stilus, buluh serbuk sari men capai ovulum melalui rambut- rambut yang terdapat pada tepi-tepi karpel. Selain jaringan transmisi, stilus terdiri dari berkas pembuluh, parenkim yang berdinding tipis serta epidermis yang ditutupi oleh kutikula yang khas, seiring juga pada epidermis dijumpai adanya stomata.

Bakal Biji

Bakal biji berkembang dari plasenta. Pada bakal biji terjadi pembentukan megaspore dan perkembangan kandung lembaga. Suatu bakal biji terdiferensiasi menjadi :

- 1). Nuselus, yakni (jaringan yang menyelubungi) badan sentra, dengan integument jumlahnya satu atau dua menyelubungi nuselus.
- 2). Funiklus, tangkai yang mendukung bakal biji, dimana bakal biji melekat pada plasenta.

Ukuran nuselus, jumlah integument dan bentuk ovulus penting untuk membedakan ciri khas suatu bentuk ovulum pada kelompok tumbuhan berbunga. Tipe ovulum ada bermacam-macam yaitu atropus, anatropus, komplitropus, hemianatropus dan anfitropus.

Bakal biji mempunyai system pembuluh dan berhubungan dengan plasenta. Jika ovulum mempunyai 2 integumen jaringan pembuluh darah dijumpai baik pada integument luar maupun integument dalam, atau hanya atau hanya integument luar saja. Jarang sekali jaringan pembuluh terdapat pada nuselus. Jaringan pembuluh terutama tampak dan berfungsi penuh dengan pemaksaan biji. Distribusi kutikula pada bakal biji dijamin juga membrane/ selaput suberin, selaput lemak atau selaput semipermeabel.

Pada jenis tertentu integument mengalami perubahan, histology terutama pada bagian epidermis dalam yang berdekatan dengan nuselus. Epidermis dalam berubah menjadi lapisan nutritif. Atau dinamakan tapetum integument. Nuselus pada beberapa pokok kelompok tumbuhan menjadi jaringan yang berfungsi penimbun disebut perispera.

Uah dibedakan dalam 2 tipe, yaitu buah kering

BUAH

Berdasarkan derajat kekerasan perikarpin (dinding buah) b Uah dibedakan dalam 2 tipe, yaitu buah kering, dan buah berdaging. Pada buah yang berdaging perikarpium, yang berasal dari dinding ovarium berdiferensiasi menjadi epikarpium, mesokarpium, mesokarpium dan endokarpium. Endokarpium biasanya keras dan mengandung sel batu. Pada buah kering perikarpium sering mempunyai jaringan sklerenkimatis. Penggolonga buah yang lain didasarkan pada tingkat kemampuan buah untuk membuka (merekah) atau tidak waktu masak.

Struktur Buah :

Apabila buah berkembangan menjadi buah, dinding ovarium menjadi perikarpium. Pada bunga dinding ovarium terdiri dari sel-sel parenki. Jaringan pembuluh dan lapisan epidermis dalam dan luar. Selama pemaksakan, perikarpium bertambah jumlah selnya. Jaringan dasar secara relative tetap homogeny dan perenkim terdiferensiasi menjadi parenkim dan jaringan sklerenkim. Perikarpium mungkin terdiferensiasi menjadi 3 bagian yang secara morfologi berbeda yaitu eksokarpium, mesokarpium dan edokarpium. Masing-masing merupakan lapisan terluar bagian tengah dan lapisan terdalam. Kadang-kadang eksokarpium dan edokarpium merupakan luar dan dalam dinding ovarium-ovarium. Dinding ovarium menyelubungi ovarium dimana biji dihasilkan. Jaringan pembuluh bervariasi untuk setiap jenis buah dan terdapat perikarpium. Struktur perikarpium menunjukkan variasi yang luas untuk setiap

jenis atau setiap buah. Ada 2 tipe perikarpium yaitu perenkimmatis pada buah berdaging dan sklerenkimatis pada buah kering.

Pada *Glicine* , susunan lapisan perikarpium dari luar kedalam adalah eksokarpium terdiri dari lapisan epidermis dan hypodermis, keduanya dengan dinding sel yang tebal; mesokarpium dengan yang perenkimatis; endokarpium terdiri dari beberapa lapisan sel sklerenkim dan epidermis dalam.

Pisang (*Musa acumminata*) mempunyai tipe ovarium inferior, dengan 3 karpel. Ovarium ini kemudian muncul sebagai buah yang mempunyai biji, atau buah tanpa biji (partenokarpi). Buah berbiji partenokarpi mempunyai truktur sam pada awal perkembangan. Akhirnya ovulum pada buah partenokarpi mengalami degerasi, dan lokulus ditutupi oleh daging buah yang berasal dari perikap dan sehat. Daging buah kaya dengan amilum. Pada vareitas yang berbiji, biji yang masak hamper memenuhi lokulus dan daging buah sangat tipis. Ikatan pembuluh bersama dengan lateks, terselubung dalam jaringan parenkim dinding buah.

Pada tomat (*Lycopsicum esculatum*) mempunyai jumlah karpel yang banyak jaringan berdaging terdiri atas perikarpium, sekat dan plasenta. Jaringan plasenta meluas, memasuk ruang-ruang antara ovulum. Plasenta menutup loculus dan terselubung oleh ovulum. Jaringan antara ovulum berisi galatin pada waktu buah masak. Perubahan warna kulit buah selama pemasakan disebabkan adanya transformasi kloroplas menjadi kromoplas.

BIJI DAN EMBRIO

Selain perkembangan biji oleh bakal bakal biji, integumentum berkembang menjadi kulit biji atau testa. Sel telur yang dibuahi atau zigot berkembang menjadi embrio dan sel endosperm primer, membelah menghasilkan endosperm. Biji yang tidak mempunyai endosperm (eksalbuminus) menyimpan makan cadangan pada kotiledon. Pada beberapa jenis tumbuhan, dijumpai adanya ariulus, yang merupakan pertumbuhan funikulus ke arah luar, misalnya pada *Myristica fragans*. Biji mempunyai bentuk, ukuran, warna struktur dan permukaan yang bervariasi.

Struktur Biji.

a Kulit Biji

Merupakan bagian jaringan terluar biji. Pada Angiospermae bakal biji mempunyai satu atau dua integument. Pada umumnya semua bahan yang menyusun integument berperan dalam pembentukan kulit biji. Sering pada biji tertentu jaringan integument mengalami kerusakan karena adanya perkembangan jaringan lain pada biji, sehingga kulit biji berasal dari bagian yang tersisa dari integument. Struktur anatomi kulit biji sangat bervariasi untuk setiap jenis tumbuhan. Sel-sel parenkim pada integument mengalami diferensiasi menjadi aerenkim, kolenkim, sel-sel tempat cadangan makan, sel-sel tannin, sel-sel Kristal, sel gabus, sel sklerenkim dll.

Mengenai susunan kulit biji pada biji yang keras di sebelah luar terdapat epidermis atau sering tanpa epidermis, tetapi langsung jaringan yang sel-selnya berdinding tebal, mempunyai ukuran yang panjang tersusun seperti jaringan tiang pada daun. Ini disebut jaringan palisaden dan sel-

selnya dikenal sebagai makrosklerida. Disebelah dalam lapisan ini masih dijumpai adanya jaringan yang sel-selnya berdinding tebal disebut osteosklerida. Selain itu masih dijumpai lagi sel-sel parenkim, sel-sel Kristal atau sel-sel yang mengandung pigmen. Pada permukaan kulit biji, pengamatan dengan menggunakan mikroskop electron skening menunjukkan adanya ornamentasi yang bermacam-macam bentuknya.

b Endosperm

Endosperm merupakan hasil pembelahan inti primer endosperm yang berkali-kali, dan berfungsi member makan embrio yang sedang berkembang. Tidak semua golongan tumbuhan membentuk endosperm. Tumbuhan yang tidak membentuk endosperm adalah suku : *Oschidaceae*. Sel-sel endosperm biasanya isodiametris didalamnya terdapat butir-butir amilum lemak protein atau butir-butir aleuron. Pada sereal, beberapa lapisan endosperm yang terluar menjadi terspesialisasi baik secara morfologi maupun fisiologi, dan menyusun suatu jaringan aleuron. Pada gandum jaringan aleuron terdiri dari 3-4 lapisan sel. Pada waktu biji masak, lapisan aleuron masih tetap hidup dan bagian dengan sel yang mengandung amilum dikelilingi oleh lapisan aleuron. Sel-sel aleuron mempunyai dinding tebal dan sitoplasma tidak bervakuola. Pada dikotil aleuron tidak merupakan lapisan, tetapi merupakan butir-butir yang dapat di dalam sel endosperm. Misalnya pada *Ricinus communis* . *Vicia feba* dll.

Tergantung ada dan tidak adanya endosperm pada biji, maka dibedakan 2 tipe biji yaitu :

1. Endospermus (albuminus)

Pada biji dijumpai adanya endosperm.

Misalnya pada *Zea mays*, *Ricinus communis* dll.

2. Non endosperm (eks –albuminus).

Pada biji tidak mempunyai adanya endosperm.

Misal pada : *Areca catechu*, *Glycine max*, *Cucurbita*, *Piper nigrum*, dll.

Apabila didalam biji tidak dijumpai endosperm maka fungsi nutritive bagi embrio yang sedang berkembang diambil alih oleh jaringan yang ada didalam ovulus. Pada suku tertentu, antara lain amaranthaceae, Cannaceae, Piperaceae. Jaringan neselus ini disebut perisperm. Pada Piper ningrum jaringan neselus di bawah kantong embrio membelah dan aktivitas pembelahannya terus bertambah. Sel-sel nuselus dan epidermis nuselus tersebut banyak mengandung amulum, sedang endospermnya sendiri yang terdapat disitar embrio sangat mengalami reduksi bila dibandingkan dengan peri sperm. Pada biji *Myristica fragan*, endosperm dan perisperm berkembang sama kuat. Pada *Cyanastrum endosperm* dan bagian besar nuselus tidak tampak selama berkembang.

2. Struktur Embiro

Setelah pembuahan zigot membelah berkali-kali menjadi embiro. Embiro ini mempunyai potensi untuk membentuk tanaman yang sempurna. Embiro mempunyai poros embrional. Pada pertumbuhan dikotil poros ini bertautan dengan dua kotiledon secara lateral. Poros (sumbu embrional) pada dikotil menyebabkan terjadinya dua kutub, yaitu kutub yang ada

dibagian atas yaitu epikotil dan yang ada dibagian bawah hipokotil. Hipokotil akhirnya menjadi pucuk embrionik (plumula), dan hipokotil pada bagian bawah akan menghasilkan calon akar.

Pada umumnya embrio dikotil dan monokotil mempunyai persamaan perkembangan sampai stadium 8 sel yaitu stadium bulat. Embrio pada monokotilnya bentuknya selendris karena mempunyai satu kotiledon, sedang pada dikotil mungkin bilobus (2 lobi) karena mempunyai dua kotiledon. Kotiledon pada kotil muncul sebagai dua tonjolan meristematik pada ujung apikal embrio. Tonjolan ini disebabkan adanya perluasan ujung apikal embrio ke arah lateral. Karena adanya dua kotiledon ini maka embrio terbelah secara birateral simetris. Bagian aspek yang terdapat pada lekukan di antara dua kotiledon menyusun suatu meristem apikal epikotil.

Defrensiasi kutub atas sudah ditentukan mulai dari awal. Jauh sebelum embrio mencapai ukuran yang maksimum. Meristem yang ada di kutub atas adalah pro protoderm, prokambium dan meristem dasar. Sedang defrensiasi kutub bawah meliputi organisasi promeristem dan tudung akar, dalam hubungan dengan pembentukan jaringan-jaringan primer.

Embrio monokotil berbeda dengan dikotil, selain jumlah kotiledon juga berbeda dalam struktur. Kotiledon pada monokotil diamankan skutelum. Pada potongan membujur embrio dapat dilihat adanya sumbu embrional. Sumbu embrional sebagian bawah dari skutelum salah adalah radikula dan tudung akar. Radikula dan tudung akar diselubungi oleh selaput pelindung yang disebut koleoriza. Epikotil anak menyusun tunas

apeks dengan primodium daun. Epikotil bersama primodium daun diselubungi oleh koleopil. Disisi lateral koleoriza membentuk tonjolan kecil kearah luar dan tonjolan ini disebut epliblas.

Pada beberapa tumbuhan yang endospermnya tidak berkembang, embrio berfungsi sebagai penyimpanan makanan cadangan sehingga embrio menjadi tebal. Misalnya pada tumbuhan leguminosa. Sedang pada biji yang endospermnya berkembang embrio sangat tipis.

Pelatihan :

1. Gambar sebuah sel, lengkapi dengan keterangan gambar, jelaskan fungsi masing-masing organela sel, terjadinya dan zat-zat kimia yang terdandung pada dinding sel tersebut.
2. Apa yang disebut dengan idioblas sebutkan beberapa contoh sel/jaringan yang termasuk idioblas?
3. Sebutkan struktur dan fungsi jaringan epidermis, parenkim, mekanik meristem, jaringan pengangkutan?
4. Gambar dan lengkapi dengan keterangan, struktur batang, akar, daun, monokotil dan dikotil, dan jelaskan perbedaan prinsip dari kedua masing-masing tersebut.!
5. Gambar dan lengkapi dengan keterangan masing-masing satu truktur, buah, biji, emberio dan pilih salah satu jenis tumbuhan (beriketerangan tumbuhan yang di gambar).!

Daptar Pustaka

1. Fanh. A.1992. Anatomi Tumbuhan Edisi Ketiga Terjemahan. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. I TB. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
2. Fanh. A. 1990. Plant Anatomy.. pergamon Press, Oxford, nw York, Toronto, Sydney, paris, Frankfurt.
3. Loveles. A.R. 1987. Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropiks Gramedia, Jakarta.
4. Pandey, B.P. 1982. Plant Anatomy. Head of the Deparhment of botany. Ramnagar, new Delhi. -110055.
5. Raven. P.H ; R.F. Evert : S.e. Eichhorn. 1992. Biologi of Plants. Worth publishers, 33 irving place New York. New York 10003.
6. Sumardi, I ; A. Pudjoarinto. 1993 . Truktur dan Perkembangan tumbuhan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. DIKTI. Proyek Pembinaan Tenaga kependidikan Tinggi.
7. Sutrian, Y. 1992. Pengantar anatomi Tumbuh-Tumbuhan, tentang Sel & jaringan . Rineka Cipta. Jakarta.