REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka pelindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan	:	EC002026115101, 15 Juli 2026
Pencipta		
Nama	:	**Dr. apt. Subaryanti, M.Si, C.Herbs**
Alamat	:	Jln Gandaria I RT 005 / RW 006, Cipayung, Kota Depok, Jawa Barat, 16439
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Pemegang Hak Cipta		
Nama	:	**Dr. apt. Subaryanti, M.Si, C.Herbs**
Alamat	:	Jln Gandaria I RT 005 / RW 006, Cipayung, Kota Depok, Jawa Barat, 16439
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Jenis Ciptaan	:	**Buku**
Judul Ciptaan	:	**Botani Farmasi: Eksplorasi Morfologi dan Anatomi Tumbuhan untuk Ilmu dan Aplikasi**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	:	1 Juni 2026, di Kota Yogyakarta
Jangka waktu pelindungan	:	Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor Pencatatan	:	001349211

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
u.b
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Agung Damarsasongko,SH.,MH.
NIP. 196912261994031001

Balai Besar Sertifikasi Elektronik

Disclaimer:
1. Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.
2. Surat Pencatatan ini telah disegel secara elektronik menggunakan segel elektronik yang diterbitkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik, Badan Siber dan Sandi Negara.
3. Surat Pencatatan ini dapat dibuktikan keasliannya dengan memindai kode QR pada dokumen ini dan informasi akan ditampilkan dalam browser.

Dr. apt. Subaryanti, M.Si, C.Herbs

BOTANI FARMASI:

EKSPLORASI MORFOLOGI DAN ANATOMI TUMBUHAN UNTUK ILMU DAN APLIKASI

BOTANI FARMASI:
EKSPLORASI MORFOLOGI DAN ANATOMI TUMBUHAN UNTUK ILMU DAN APLIKASI

UU No. 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan Sifat Hak Cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

i. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
iv. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

BOTANI FARMASI:

EKSPLORASI MORFOLOGI DAN ANATOMI TUMBUHAN UNTUK ILMU DAN APLIKASI

Dr. apt. Subaryanti, M.Si, C.Herbs

deepublish

Cerdas, Bahagia, Mulia, Lintas Generasi.

BOTANI FARMASI: EKSPLORASI MORFOLOGI DAN ANATOMI TUMBUHAN UNTUK ILMU DAN APLIKASI

Penulis : Dr. apt. Subaryanti, M.Si, C.Herbs
Proofreader : Timor E.
Desain *Cover* : Dian N
Tata Letak : Afifah

Ukuran:
xiv, 138 hlm., Uk.: 15.5x23 cm

ISBN:
978-634-01-3030-0

Cetakan Pertama:
Juni 2026

Hak Cipta 2026 pada Penulis

Diterbitkan oleh:
PENERBIT DEEPUBLISH
(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)
Anggota IKAPI (076/DIY/2012)
Jl. Rajawali, Gg. Elang 6, No. 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman
Jl. Kaliurang Km. 9,3 – Yogyakarta 55581
Telp./Faks : (0274) 4533427
Website : www.penerbitdeepublish.com
www.deepublishstore.com
E-mail : cs@deepublish.co.id

Hak cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

Isi di luar tanggung jawab percetakan.

KATA PENGANTAR PENERBIT

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, buku ***Botani Farmasi: Eksplorasi Morfologi dan Anatomi Tumbuhan untuk Ilmu dan Aplikasi*** dapat terwujud dan hadir di tengah-tengah masyarakat. Sebagai penerbit yang berkomitmen untuk mencerdaskan, membahagiakan, dan memuliakan umat manusia, kami merasa terhormat dapat berkontribusi dalam penyebaran ilmu pengetahuan dan pendidikan melalui penerbitan karya ini.

Buku ini mengupas bentuk, struktur, hingga anatomi tumbuhan secara sistematis dan mudah dipahami. Mulai dari pengenalan daun, bunga, dan buah hingga pengamatan mikroskopis sel dan jaringan, seluruh pembahasan disajikan aplikatif untuk mendukung pembelajaran dan praktik di bidang farmasi serta ilmu hayati.

Terima kasih dan penghargaan terbesar kami sampaikan kepada penulis yang telah memberikan kepercayaan, perhatian, dan kontribusi penuh demi kesempurnaan buku ini. Kami berharap karya ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam perkembangan keilmuan di Indonesia. Semoga buku ini tidak hanya menjadi sumber informasi yang berharga, tetapi juga menginspirasi pembacanya untuk terus berkembang dan berkontribusi dalam membangun bangsa yang lebih baik.

Hormat Kami,

Penerbit Deepublish

KATA PENGANTAR PENULIS

Puji syukur ke hadirat Allah *Subhanahu wa Ta'ala,* Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku *Botani Farmasi: Eksplorasi Morfologi dan Anatomi Tumbuhan untuk Ilmu dan Aplikasi* ini dapat disusun dengan baik. Buku ini disusun untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai struktur morfologi dan anatomi tumbuhan, baik secara makroskopis maupun mikroskopis. Pembahasan dalam buku ini diarahkan untuk memperkuat pemahaman tentang karakteristik tumbuhan sebagai dasar penting dalam bidang farmasi, khususnya dalam identifikasi simplisia, penjaminan mutu bahan alam, serta pengembangan obat berbasis herbal. Dengan pendekatan yang sistematis dan aplikatif, buku ini diharapkan dapat menjadi referensi akademik yang mendukung proses pembelajaran dan pengembangan keilmuan di bidang farmasi bahan alam.

Materi dalam buku ini disusun secara sistematis, mencakup pembahasan mengenai organ tumbuhan, jaringan penyusun, hingga teknik preparasi dan pengamatan mikroskopis. Setiap pembahasan dirancang untuk mendukung pemahaman konseptual maupun aplikatif terkait kajian morfologi dan anatomi tumbuhan. Selain itu, penyajian materi dilengkapi dengan berbagai ilustrasi, pembahasan pendukung, dan evaluasi pembelajaran guna membantu pembaca memahami materi secara lebih mendalam dan terarah. Akhir kata, semoga buku ini dapat memberikan manfaat dan mendukung proses pembelajaran secara optimal.

Jakarta, Mei 2026

Subaryanti

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR PENERBIT v
KATA PENGANTAR PENULIS vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL xiii

BAB I PENGANTAR ILMU BOTANI FARMASI 1
1.1. Cakupan Keilmuan Botani dalam Farmasi 1
1.2. Peran Botani dalam Pengembangan Ilmu Kefarmasian 1
1.3. Dasar Pemahaman Struktur Morfologi Tumbuhan 2

BAB II STRUKTUR DAN VARIASI MORFOLOGI DAUN (FOLIUM) 4
2.1. Daun Lengkap dan Tidak Lengkap 4
2.2. Pangkal Daun dan Ujung Daun 8
2.3. Bangun Daun, Tepi Daun, dan Pertulangan Daun 13
2.4. Tata Letak Daun (*Phyllotaxis*) dan Komposisi Daun 26

BAB III STRUKTUR DAN TIPE MORFOLOGI BUNGA (FLOS) 36
3.1. Bunga Lengkap dan Tidak Lengkap 36

BAB IV STRUKTUR DAN KLASIFIKASI MORFOLOGI BUAH (*FRUCTUS*) 47
4.1. Buah Sejati dan Semu 47

BAB V MIKROSKOP SEBAGAI ALAT EKSPLORASI STRUKTUR MIKROSKOPIS 58
5.1. Komponen dan Prinsip Kerja Mikroskop 58
5.2. Dasar Pengoperasian Mikroskop 59

5.3. Perawatan dan Penyimpanan Mikroskop.....61

BAB VI KONSEP DASAR PREPARASI SPESIMEN BIOLOGI.....63

BAB VII REPRESENTASI STRUKTUR SEL DAN JARINGAN TUMBUHAN 66

7.1. Prinsip Dasar Penyediaan Preparat.....66
7.2. Pendekatan Eksplorasi Mikroskopis 66
7.3. Representasi Visual dalam Studi Mikroskopis 67

BAB VIII STRUKTUR ANATOMI DAN ORGANISASI INTERNAL TUMBUHAN 69

8.1. Organisasi Dasar Sel Tumbuhan.....69
8.2. Anatomi Sel dan Isi Sel.....74
8.3. Anatomi Dinding Sel, Plasmodesma dan Plasmolisis.....80
8.4. Kristal dan Inklusi Mineral dalam Sel Tumbuhan.....86
8.5. Pati sebagai Cadangan Energi pada Tumbuhan.....89
8.6. Jaringan Meristem dan Permanen 94
8.7. Trikom, Papilla, dan Emergentia 100
8.8. Jaringan Pembuluh Tumbuhan 105
8.9. Jaringan Sekresi dan Kelenjar.....108
8.10. Anatomi Stomata.....113
8.11. Anatomi Daun.....117
8.12. Anatomi Akar.....121
8.13. Anatomi Batang 126

LAMPIRAN TANAMAN 131
DAFTAR PUSTAKA.....135
TENTANG PENULIS 137

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Morfologi daun lengkap dan tidak lengkap 5
Gambar 2. Daun semu (*phyllodia*) pada pohon akasia (*Acacia auriculiformis*) 5
Gambar 3. Tipe-tipe pangkal daun (*basis folii*) 9
Gambar 4. Tipe-tipe ujung daun (*apex folii*) 10
Gambar 5a. Bangun daun (*sircumscriptio*) 16
Gambar 5b. Bangun daun (*sircumscriptio*) 17
Gambar 5c. Bangun daun (*sircumscriptio*) 17
Gambar 6a. Tepi daun (*margo folii*) 19
Gambar 6b. Tepi daun (*margo folii*) 19
Gambar 6c. Tepi Daun (*margo folii*) 20
Gambar 7. Sinus dan angulus 20
Gambar 8. Bagian-bagian pertulangan daun 21
Gambar 9. Tipe-tipe pertulangan daun 23
Gambar 10. Tata letak daun (*phyllotaxis*) 27
Gambar 11. Daun tunggal dan majemuk 28
Gambar 12. Daun majemuk menyirip satu (*unifoliolatus*) 29
Gambar 13. Daun majemuk menyirip genap (*paripinnatus*) 30
Gambar 14. Daun majemuk menyirip ganjil (*imparipinnatus*) 30
Gambar 15. Daun majemuk menyirip berganti-ganti (*interupte pinnatus*) 31
Gambar 16. Daun majemuk menyirip rangkap dua (*bipinnatus*) 31
Gambar 17. Daun majemuk menyirip rangkap tiga (*tripinnatus*) 32
Gambar 18. Tipe-tipe daun majemuk 33
Gambar 19. Struktur bunga lengkap 37
Gambar 20. Struktur bunga betina dan jantan 37
Gambar 21. Struktur tumbuhan berumah satu 38
Gambar 22. Struktur bunga tunggal (A) dan majemuk (B) 39
Gambar 23. Perigonium pada bunga pisang 40
Gambar 24. Struktur alat kelamin pada bunga 41
Gambar 25. Simetri pada bunga 42
Gambar 26. Bagian-bagian bunga majemuk (A), dan bunga majemuk tak berbatas (B) 43

Gambar 27. Jenis buah semu dari jambu air (A) dan pisang (B) 48
Gambar 28. Beberapa contoh buah semu 49
Gambar 29. Tipe buah kering tidak merekah (*indehiscent*) 49
Gambar 30. Tipe buah kering merekah (*dehiscent*) 50
Gambar 31a. Tipe-tipe buah berdaging 51
Gambar 31b. Tipe-tipe buah berdaging dan bagian-bagiannya 51
Gambar 32. Tipe buah *agregate* 51
Gambar 33. Bagian-bagian buah pada potongan melintang dan membujur 54
Gambar 34. Mikroskop dan bagian-bagiannya 59
Gambar 35. Mikrotom putar dan bagian-bagiannya 64
Gambar 36. Tipe-tipe sayatan pada material tumbuhan 64
Gambar 37. Tahap-tahap membuat preparat basah atau segar 65
Gambar 38. Struktur sel rambut kapas (a) dan tanaman kapas (*Gossypium hirsutum* L.) (b) 68
Gambar 39. Bagan organisasi sel tumbuhan 70
Gambar 40. Anatomi sel gabus singkong (sel mati) 71
Gambar 41. Anatomi sel umbi lapis bawang merah 71
Gambar 42. Anatomi plastida dengan gerakan sirkulasi 72
Gambar 43. Tanaman *Hydrilla verticillata* (a); butir-butir kloroplas dengan aliran rotasi (b) 72
Gambar 44. *Spirogyra* sp. (a); kloroplas bentuk spiral dengan aliran sirkulasi (b). 73
Gambar 45. (a) Umbi wortel, (b) Pigmen kromoplas berwarna jingga (karoten) 76
Gambar 46. (a) Bunga Alamanda, (b) Dinding sel epidermis bergelombang dengan pigmen kuning (xantofil) 77
Gambar 47. (a) Endosperm buah kelapa, (b) sel lemak/minyak 77
Gambar 48. (a) Pohon jarak dan buah yang masih muda, (b) Buah dan biji jarak yang sudah tua dan kering, dan (c) Sel kristaloid dan globoid 78
Gambar 49. (a) Tanaman *Rhoeo discolor* (adam hawa), (b) Pigmen ungu (antosian) di sel epidermis daun, (c) Penambahan asam pigmen ungu menjadi merah dan penambahan basa menjadi hijau 79
Gambar 50. (a) Pohon salak, (b) Buah dan biji salak, (c) Pit sederhana dan pit membran 82
Gambar 51. Sel batu (sklereid) dengan pit kanal pada *Cocos nucifera* 83

Gambar 52. Plasmodesmata pada biji *Tamarindus indica* 83
Gambar 53. Asterosklereid (sel batu berbentuk bintang) 84
Gambar 54. Proses plasmolisis. Sebelum plasmolisis (a) dan setelah plasmolisis (b) 84
Gambar 55. Kristal pasir pada *Amaranthus* sp. 86
Gambar 56. Bentuk-bentuk kristal pada *Allium cepa* 87
Gambar 57. Kristal jarum pada tangkai daun *Eichhornia crassipes* 87
Gambar 58. Kristal druse/rosset pada *Carica papaya* 88
Gambar 59. Sistolit dan Litosis pada daun *Ficus elastica* 88
Gambar 60. Butir pati 91
Gambar 61. Butir pati pada kentang 91
Gambar 62. Butir pati tipe monodelph, eksentris 92
Gambar 63. Butir pati tipe monodelph, konsentris 92
Gambar 64. Butir pati tipe monodelph, konsentris 93
Gambar 65. Butir pati tipe polidelph 93
Gambar 66. Butir pati tipe polidelph, amilodekstrin 94
Gambar 67. Tahap-tahap pembelahan sel 96
Gambar 68. Tahap-tahap Pembelahan sel pada akar *Allium cepa* 98
Gambar 69. Kolenkim sudut (angular) 98
Gambar 70. Aerenkim pada *Eichhornia crassipes* 99
Gambar 71. Aktinemkin pada *Canna indica* 99
Gambar 72. Tipe-tipe trikoma 101
Gambar 73. Trikoma uniseluler 101
Gambar 74. Trikoma multiseluler 102
Gambar 75. Trikoma bentuk sisik dan bintang 102
Gambar 76. Papilla pada *Clitoria ternatea* 103
Gambar 77. Emergentia (duri palsu/*aculeus*) pada *Rosa* sp. 103
Gambar 78. Tipe-tipe ikatan pembuluh 106
Gambar 79. Ikatan pembuluh konsentris amfivasal dan amfikribal 107
Gambar 80. Kelenjar lateks beruas (*articulate latex duct*) 110
Gambar 81. Kelenjar lateks tidak beruas (*non articulate latex duct)* 111
Gambar 82. Saluran/rongga resin dari proses lisigen dan sizogen 111
Gambar 83. Sel minyak (*oil cell*/OC) pada kulit jeruk 112
Gambar 84. Sel epitema (a), struktur hidatoda (b), dan proses gutasi/embun (c) 112
Gambar 85. Bagian-bagian stomata 113

Gambar 86. Stomata tipe kriptofor (a) dan panerofor (b) 114
Gambar 87. Tipe-tipe stomata 115
Gambar 88. Tipe daun dorsiventral 119
Gambar 89. Tipe daun isobilateral 119
Gambar 90. Struktur daun rumput-rumputan (*Gramineae/Poaceae*) 120
Gambar 91. Struktur daun bentuk jarum (*Coniferae*) 121
Gambar 92. Penampang akar dikotil dan monokotil 123
Gambar 93. Struktur anatomi akar jagung (monokotil) 123
Gambar 94. Struktur anatomi akar kacang tanah (dikotil) 124
Gambar 95. Struktur anatomi velamen pada anggrek (*Orchidaceae*) 125
Gambar 96. Struktur anatomi akar monolotil dan dikotil (*Ipomoea batatas*) 126
Gambar 97. Struktur anatomi batang bayam (dikotil) 129
Gambar 98. Struktur anatomi batang bunga pukul empat (dikotil) 129
Gambar 99. Struktur anatomi batang dikotil dan monokotil 130
Gambar 100. Struktur anatomi batang *Bougainvillea spectabilis* 130

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Eksplorasi morfologi daun lengkap dan tidak lengkap 7
Tabel 2. Eksplorasi pangkal daun dan ujung daun 12
Tabel 3. Eksplorasi bangun daun, tepi daun dan pertulangan daun 24
Tabel 4. Eksplorasi tata letak daun dan komposisi daun 34
Tabel 5. Eksplorasi morfologi bunga 45
Tabel 6. Eksplorasi morfologi buah 56

BAB I
PENGANTAR ILMU BOTANI FARMASI

1.1. Cakupan Keilmuan Botani dalam Farmasi

Botani Farmasi merupakan cabang ilmu kefarmasian yang mempelajari tumbuhan sebagai sumber bahan obat, baik ditinjau dari aspek morfologi, anatomi, maupun sistematika. Dalam konteks pendidikan Farmasi, Botani Farmasi berperan sebagai dasar dalam pengenalan tumbuhan obat serta identifikasi simplisia nabati yang digunakan dalam pembuatan obat tradisional, obat herbal terstandar, dan fitofarmaka.

Ruang lingkup Botani Farmasi pada praktikum ini difokuskan pada kajian morfologi tumbuhan, yaitu ilmu yang mempelajari bentuk luar dan struktur organ tumbuhan. Pengamatan morfologi meliputi akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji, yang masing-masing memiliki karakteristik khas dan berperan penting dalam identifikasi tumbuhan obat. Pemahaman terhadap morfologi tumbuhan menjadi langkah awal yang esensial sebelum mempelajari aspek lanjutan seperti anatomi, fitokimia, dan farmakognosi.

1.2. Peran Botani dalam Pengembangan Ilmu Kefarmasian

Praktik botani farmasi (morfologi tumbuhan) bertujuan untuk memberikan pengalaman belajar secara langsung kepada mahasiswa dalam mengenali dan memahami karakter morfologi tumbuhan. Adapun tujuan praktikum ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan pemahaman mengenai bentuk dan struktur organ tumbuhan secara morfologis.
2. Melatih keterampilan mahasiswa dalam melakukan pengamatan dan pencatatan karakter morfologi tumbuhan secara sistematis dan ilmiah.
3. Meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam mengidentifikasi organ tumbuhan yang berpotensi sebagai bahan obat.

4. Mengaitkan konsep teori Botani Farmasi dengan aplikasi praktikum di laboratorium maupun di lapangan.
5. Menumbuhkan sikap teliti, objektif, dan bertanggung jawab dalam kegiatan praktikum kefarmasian.

Keselamatan kerja di laboratorium merupakan aspek penting yang harus diperhatikan dalam setiap kegiatan praktikum. Mahasiswa wajib mematuhi seluruh peraturan keselamatan kerja guna mencegah terjadinya kecelakaan serta menjaga lingkungan laboratorium tetap aman dan tertib. Aturan keselamatan kerja dalam praktikum Botani Farmasi antara lain sebagai berikut:

1. Menggunakan alat pelindung diri seperti jas laboratorium, sarung tangan, dan masker sesuai kebutuhan.
2. Mengikuti petunjuk dan arahan dosen atau asisten praktikum selama kegiatan berlangsung.
3. Menggunakan alat dan bahan praktik sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan.
4. Menjaga kebersihan dan kerapian meja kerja sebelum dan sesudah praktikum.
5. Tidak makan, minum, atau melakukan aktivitas lain yang tidak berkaitan dengan praktikum di dalam laboratorium.
6. Melaporkan kepada dosen atau asisten praktikum apabila terjadi kerusakan alat atau kecelakaan kerja.

Penerapan aturan keselamatan kerja diharapkan dapat menciptakan suasana praktikum yang aman, nyaman, dan kondusif.

1.3. Dasar Pemahaman Struktur Morfologi Tumbuhan

Pengamatan morfologi tumbuhan merupakan kegiatan utama dalam praktikum Botani Farmasi. Teknik pengamatan dilakukan dengan cara mengamati secara langsung bagian-bagian tumbuhan menggunakan pancaindra, serta dibantu dengan alat sederhana seperti lup atau mikroskop stereo apabila diperlukan. Beberapa teknik dasar pengamatan morfologi tumbuhan meliputi pengamatan bentuk, ukuran, warna, permukaan, serta susunan organ tumbuhan. Mahasiswa diharapkan mampu mencatat setiap karakter morfologi secara teliti dan sistematis, baik dalam bentuk deskripsi tertulis

maupun gambar sketsa. Selain itu, penggunaan istilah botani yang tepat sangat diperlukan agar hasil pengamatan dapat dipahami secara ilmiah dan mudah dikomunikasikan. Dengan penguasaan teknik dasar pengamatan morfologi tumbuhan, mahasiswa diharapkan mampu melakukan identifikasi awal tumbuhan obat secara mandiri dan akurat sebagai bekal dalam mempelajari mata kuliah kefarmasian selanjutnya.

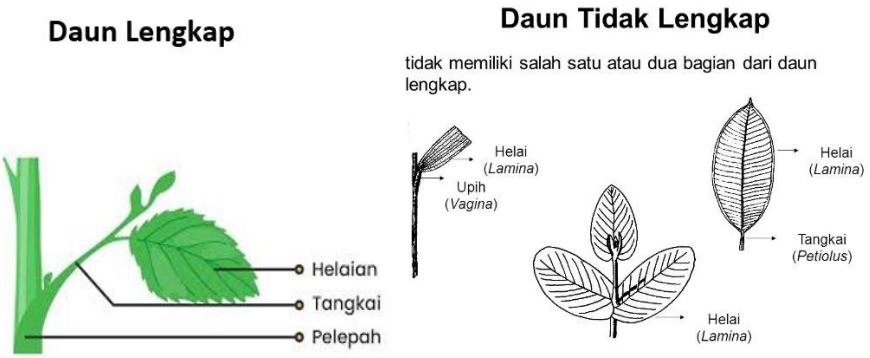
BAB II
STRUKTUR DAN VARIASI MORFOLOGI DAUN (FOLIUM)

2.1. Daun Lengkap dan Tidak Lengkap

Daun merupakan organ vegetatif tumbuhan yang umumnya berbentuk pipih dan berwarna hijau. Daun berfungsi sebagai tempat utama berlangsungnya fotosintesis, respirasi, dan transpirasi. Dalam Botani Farmasi, pengamatan morfologi daun penting karena karakter daun sering digunakan sebagai dasar identifikasi tumbuhan obat. Daun juga adalah organ tumbuhan tempat terjadinya proses pembentukan karbohidrat, respirasi dan glikolisis. Daun memiliki mulut daun (*stoma*) yang berfungsi sebagai celah halus untuk masuknya CO_2 dari udara. Umumnya, daun tumbuhan berwarna hijau, menunjukkan kandungan klorofil yang cukup banyak, meskipun beberapa tumbuhan memiliki daun berwarna merah ungu, misalnya daun wungu (*Graptophyllum pictum*) dan daun sambang getih (*Hemigraphis alternata*). Perbedaan warna disebabkan jenis pigmen yang terkandung, klorofil a, klorofil b, xantofil, karoten, dan antosianin. Morfologi daun dapat digunakan sebagai salah satu petunjuk untuk mengenal suatu jenis tumbuhan, yaitu dengan memperhatikan bentuk daun, bagian ujung, pangkal, tepi, urat daun, keadaan permukaan atas dan bawah. Daun terdiri dari helaian daun (*lamina*) dan tangkai daun (*petiolus*) yang pada beberapa kasus bentuknya sangat pendek, bahkan hampir tidak ada.

Tangkai daun dapat panjang atau pendek, lentur atau kaku, bersudut, berlajur, pipih dan kadang-kadang mempunyai kelenjar. Tangkai daun tertentu membengkak pangkalnya dan membungkus kuncup yang disebut pelepah daun (upih/*vagina*). Tempat tumbuhnya daun pada batang dinamakan buku batang (*nodus*), sedangkan bagian antara nodus satu dengan nodus lainnya disebut *internodus*,

contohnya pada bambu (*Bambusa* sp.). Tumbuhan yang mempunyai semua bagian utamanya disebut daun lengkap (*folium completus*) contohnya talas (*Colocasia esculenta*), sedangkan tumbuhan yang hanya mempunyai helai daun dan tangkai daun atau pelepahnya saja disebut daun tidak lengkap (*folium incompletus*), umumnya terdapat pada tumbuhan dikotil (Gambar 1).



Gambar 1. Morfologi daun lengkap dan tidak lengkap

Ada juga daun yang hanya mempunyai tangkai daun saja, tetapi tangkai tersebut melebar bentuknya menyerupai lembaran daun (gambar 2), hal ini disebut *phyllodia* (daun semu), contohnya pada akasia (*Acacia auriculiformis*).

Gambar 2. Daun semu (*phyllodia*) pada pohon akasia (*Acacia auriculiformis*)

Objek Tumbuhan dan Sarana Pendukung
Sarana Pendukung:

1. Lup/kaca pembesar

2. Pisau cutter/silet
3. Pinset
4. Penggaris
5. Kertas label
6. Alat tulis, pensil warna, buku gambar
7. Kamera (opsional, untuk dokumentasi)

Objek Tumbuhan dan Pelengkap:

1. Daun talas hias (*Caladium bicolor*)
2. Daun pisang *(Musa paradisiaca)*
3. Daun padi (*Oryza sativa*)
4. Daun jagung (*Zea mays*)
5. Daun mangga (*Mangifera indica*)
6. Daun jambu biji (*Psidium guajava*)
7. Daun akasia (*Acacia auriculiformis*)
8. Air bersih (untuk membersihkan daun) dan tissue

Alur Eksplorasi:

1. Siapkan seluruh objek tumbuhan dan sarana pendukung yang akan digunakan.
2. Ambil masing-masing contoh daun lengkap dan daun tidak lengkap.
3. Bersihkan daun dari kotoran menggunakan air bersih dan keringkan.
4. Amati bagian-bagian daun secara visual dan menggunakan kaca pembesar, meliputi:
   a. Helai daun (*lamina*)
   b. Tangkai daun (*petiolus*)
   c. Pelepah daun (*vagina*/upih)
5. Tentukan apakah daun tersebut termasuk daun lengkap atau daun tidak lengkap berdasarkan bagian yang dimilikinya.
6. Catat hasil pengamatan ke dalam tabel pengamatan dan digambar di buku gambar serta diberi warna sesuai objek yang diamati.
7. Dokumentasikan hasil pengamatan (jika diperlukan).
8. Bandingkan ciri morfologi daun lengkap dan daun tidak lengkap.

Paparan Karakter Morfologi Daun Lengkap dan Tidak Lengkap

Tabel 1. Eksplorasi morfologi daun lengkap dan tidak lengkap

No	Jenis Tumbuhan	Bagian Daun yang Ada	Jenis Daun	Keterangan
1	Mangga	Helai, tangkai	Tidak lengkap	Tidak memiliki pelepah
2	Jambu biji	Helai, tangkai	Tidak lengkap	Tidak memiliki pelepah
3	Padi	Helai, pelepah	Tidak lengkap	Tidak memiliki tangkai
4	Jagung	Helai, pelepah	Tidak lengkap	Tidak memiliki tangkai
5	Talas hias	Helai, tangkai, pelepah	Lengkap	-
6	Pisang	Helai, tangkai, pelepah	Lengkap	-
7	Akasia	Tangkai yang melebar	Tidak lengkap	*Phyllodia*/daun semu

Cakrawala Pemikiran

A. Pertanyaan Dasar

1. Apa yang dimaksud dengan daun lengkap dan daun tidak lengkap?
2. Sebutkan tiga bagian utama yang menyusun daun lengkap.
3. Mengapa suatu daun dapat disebut daun tidak lengkap?
4. Bagian daun manakah yang biasanya tidak terdapat pada daun tidak lengkap?

B. Pertanyaan Pemahaman

1. Jelaskan fungsi dari pelepah daun, tangkai daun, dan helaian daun.
2. Apakah semua tumbuhan memiliki daun lengkap? Jelaskan alasan Anda.
3. Bagaimana cara membedakan daun lengkap dan tidak lengkap melalui pengamatan morfologi?

C. Pertanyaan Analisis Pengamatan

1. Berdasarkan hasil pengamatan praktikum, apakah sampel daun yang diamati termasuk daun lengkap atau tidak lengkap? Jelaskan alasannya.
2. Bagian daun apa saja yang terdapat atau tidak terdapat pada sampel daun yang diamati?
3. Apakah terdapat perbedaan struktur daun antara beberapa tumbuhan yang diamati? Jelaskan.

D. Pertanyaan Aplikasi

1. Sebutkan contoh tumbuhan yang memiliki daun lengkap.
2. Sebutkan contoh tumbuhan yang memiliki daun tidak lengkap.
3. Mengapa identifikasi bagian daun penting dalam pengenalan jenis tumbuhan?

E. Pertanyaan Analisis Lanjutan

1. Bagaimana peran struktur daun dalam proses fotosintesis?
2. Jelaskan hubungan struktur daun dengan fungsi fisiologis tumbuhan.

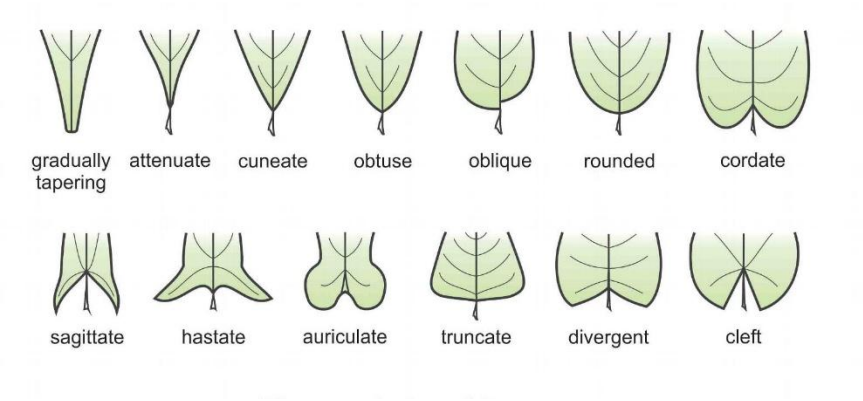
Berdasarkan hasil praktik, dapat disimpulkan bahwa daun lengkap memiliki tiga bagian utama yaitu pelepah daun, tangkai daun, dan helaian daun, sedangkan daun tidak lengkap hanya memiliki satu atau dua bagian dari struktur tersebut. Perbedaan kelengkapan bagian daun ini merupakan ciri morfologi yang dapat digunakan dalam pengenalan dan identifikasi tumbuhan.

2.2. Pangkal Daun dan Ujung Daun

Pangkal daun merupakan bagian daun yang letaknya terdekat dengan tangkai daun (*Basis folii*), sedangkan ujung daun adalah bagian daun yang letaknya paling ujung dari tangkai daun (*apex folii*). Pangkal daun (*Basis folii*) mempunyai beberapa tipe (Gambar 3), diantaranya adalah:

1. Runcing (*acutus*); umumnya terdapat pada daun dengan bentuk memanjang, lanset, dan belah ketupat

2. Meruncing (*acuminatus*); umumnya terdapat pada daun dengan bentuk bulat telur terbalik/daun bentuk sudip
3. Tumpul (*obtusus*); umumnya terdapat pada daun dengan bentuk bulat telur dan jorong
4. Membulat (*rotundatus*); umumnya terdapat pada daun dengan bentuk bulat telur, bulat, dan jorong
5. Rompang atau rata (*truncatus*); umumnya terdapat pada daun dengan bentuk segitiga, delta, dan tombak
6. Berlekuk (*emarginatus*); umumnya terdapat pada daun dengan bentuk jantung, ginjal, dan anak panah
7. *Auriculatus*; bentuknya seperti telinga, ujung daun pada bagian dasar kecil-kecil.



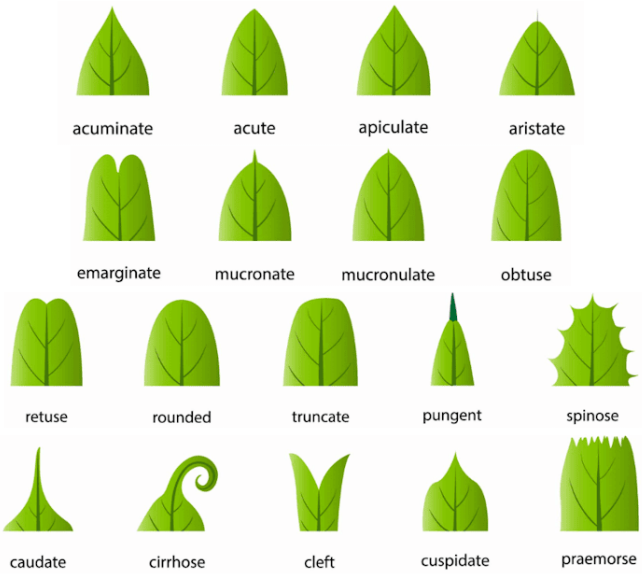
Gambar 3. Tipe-tipe pangkal daun (*basis folii*)

Ujung daun (*apex folii*) juga mempunyai beberapa tipe (Gambar 4), diantaranya adalah:

1. Runcing (*acutus*); jika kedua tepi daun di kanan kiri ibu tulang sedikit demi sedikit menuju ke atas dan pertemuannya pada puncak daun membentuk sudut lancip (<90°). Umumnya terdapat pada daun dengan bentuk bulat memanjang, lanset, segitiga, delta, dan belah ketupat
2. Meruncing (*acuminatus*); seperti pada ujung yang runcing, tetapi titik pertemuan kedua tepi daunnya jauh lebih tinggi dari

dugaan sehingga ujung daun tampak sempit, panjang, dan runcing

3. Tumpul (*obtusus*); tepi daun yang semula masih agak jauh dari ibu tulang daun, cepat menuju ke suatu titik pertemuan hingga terbentuk sudut tumpul (>90°), umumnya terdapat pada daun dengan bentuk bulat telur terbalik/sudip
4. Membulat (*rotundatus*); seperti pada ujung yang tumpul, tetapi tidak terbentuk sudut sama sekali, hingga ujung daun merupakan semacam busur, umumnya terdapat pada daun dengan bentuk bulat, jorong, dan ginjal
5. Rompang (*truncatus*); ujung daun tampak sebagai garis yang rata
6. Terbelah (*retusus*); ujung daun justru memperlihatkan suatu lekukan, kadang-kadang sangat jelas terbelahnya
7. Berduri (*mucronatus*); jika ujung daun ditutup dengan suatu bagian yang runcing dan keras seperti duri.



Gambar 4. Tipe-tipe ujung daun (*apex folii*)

Objek Tumbuhan dan Sarana Pendukung
Sarana Pendukung:

1. Lup/kaca pembesar
2. Pisau cutter/silet
3. Pinset
4. Penggaris
5. Kertas label
6. Alat tulis, pensil warna, buku gambar
7. Kamera (opsional, untuk dokumentasi)

Objek Tumbuhan dan Pelengkap**:**

1. Oleander (*Nerium oleander*)
2. Durian (*Durio zibethinus*)
3. Mangkokan (*Nothopanax scutellarium*)
4. Bayam duri (*Amaranthus spinosus*)
5. Daun kupu-kupu (*Bauhinia purpurea*)
6. Beluntas (*Pluchea indica*)
7. Miana/Iler (*Coleus* sp.)
8. Waru (*Hibiscus tiliaceus*)

Alur Eksplorasi:

1. Siapkan seluruh objek tumbuhan dan sarana pendukung yang akan digunakan.
2. Ambil masing-masing contoh tumbuhan.
3. Bersihkan daun dari kotoran menggunakan air bersih dan keringkan.
4. Amati bagian-bagian daun secara visual dan menggunakan kaca pembesar, meliputi:
   a. Pangkal daun (*Basis folii*)
   b. Ujung daun (*apex folii*)
5. Tentukan tipe pangkal daun dan ujung daun berdasarkan bagian yang dimilikinya.
6. Catat hasil pengamatan ke dalam tabel pengamatan dan digambar di buku gambar serta diberi warna sesuai objek yang diamati.
7. Dokumentasikan hasil pengamatan (jika diperlukan).
8. Bandingkan ciri morfologi pangkal daun dan ujung daun.

Paparan Karakter Morfologi Pangkal Daun dan Ujung Daun

Tabel 2. Eksplorasi pangkal daun dan ujung daun

No	Jenis Tumbuhan	Tipe Pangkal Daun	Tipe Ujung Daun	Keterangan
1	Oleander			
2	Durian			
3	Mangkokan			
4	Bayam duri			
5	Daun kupu-kupu			
6	Beluntas			
7	Miana			
8	Waru			

Cakrawala Pemikiran

A. Pertanyaan Pemahaman Dasar

1. Apa yang dimaksud dengan pangkal daun dan ujung daun dalam morfologi tumbuhan?
2. Sebutkan fungsi pangkal daun pada tumbuhan.
3. Jelaskan perbedaan antara pangkal daun yang membulat dan pangkal daun yang meruncing.
4. Mengapa ujung daun sering digunakan sebagai karakter dalam identifikasi tumbuhan?

B. Pertanyaan Analisis Pengamatan

1. Berdasarkan hasil pengamatan praktikum, sebutkan tipe pangkal daun yang ditemukan pada sampel tumbuhan yang diamati.
2. Bagaimana bentuk ujung daun pada tumbuhan yang diamati? Jelaskan ciri-cirinya.
3. Apakah terdapat variasi bentuk pangkal dan ujung daun pada beberapa spesies yang diamati? Jelaskan.
4. Bagaimana hubungan bentuk pangkal daun dengan cara daun melekat pada batang?

C. Pertanyaan Aplikasi

1. Sebutkan tiga contoh tumbuhan yang memiliki ujung daun meruncing (*acuminatus*).
2. Sebutkan tiga contoh tumbuhan yang memiliki pangkal daun membulat (*rotundatus*).
3. Bagaimana cara menentukan bentuk pangkal dan ujung daun secara morfologis pada saat praktikum?

D. Pertanyaan Analisis Lanjutan

1. Mengapa variasi bentuk ujung daun dapat berhubungan dengan adaptasi lingkungan tumbuhan?
2. Jelaskan peran karakter morfologi daun (pangkal dan ujung daun) dalam taksonomi tumbuhan.

Berdasarkan praktik yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pangkal daun dan ujung daun memiliki bentuk yang beragam pada setiap jenis tumbuhan. Variasi bentuk tersebut merupakan ciri morfologi yang penting dalam proses pengenalan dan identifikasi tumbuhan. Dengan melakukan pengamatan terhadap pangkal dan ujung daun, mahasiswa dapat memahami keragaman struktur daun pada tumbuhan.

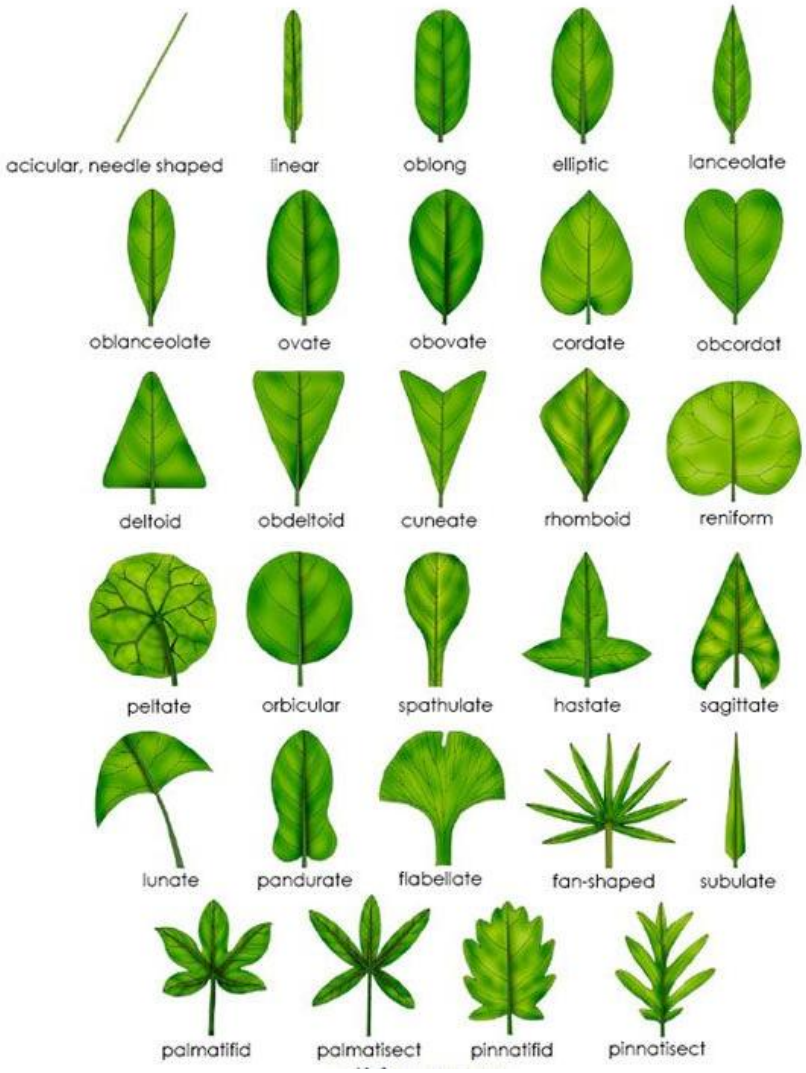
2.3. Bangun Daun, Tepi Daun, dan Pertulangan Daun

Bentuk bangun daun, tepi daun, dan pertulangan daun, di dalam ilmu taksonomi tumbuhan merupakan tanda yang khas dari suatu tumbuhan. Ada kalanya bentuk ini khas untuk satu jenis tumbuhan, misalnya pada *Sagittaria* sp, *Centella asiatica*, dan lain-lain. Pada daun majemuk, anak daun yang berada di ujung sering berbeda dengan anak daun yang berada di samping, oleh sebab itu kedua anak daun tersebut harus mendapat perhatian masing-masing. Sedangkan pada daun yang bersembul, bentuk dasarnya sesuai atau cocok dengan bentuk yang dapat dibuat dengan cara menarik garis melalui ujung-ujung sembulnya. Bangun daun (*sircumscriptio*) dikelompokkan ke dalam 4 bagian (Gambar 5a, Gambar 5b, dan Gambar 5c), antara lain:

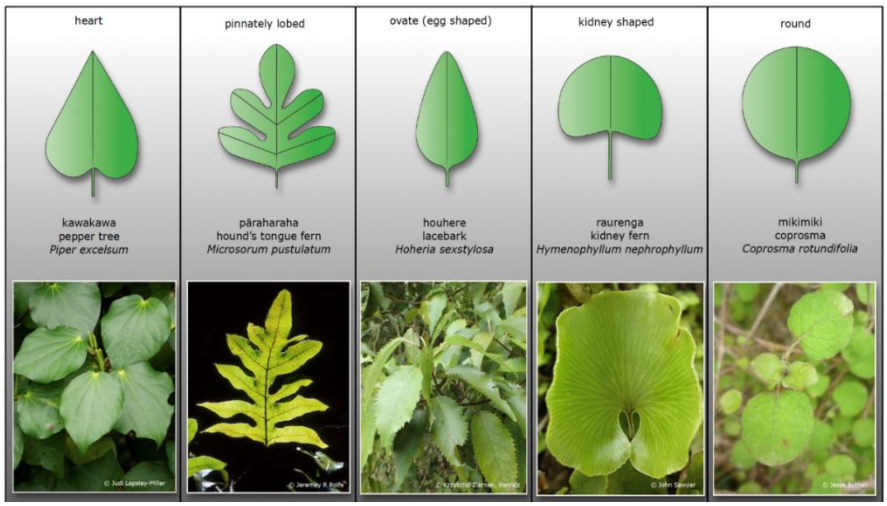
1. Bagian yang terlebar berada di dekat puncak daun (*apex folii*), terbagi atas 4 tipe:
   a. Bangun bulat telur terbalik (*obovatus*), yakni seperti bulat telur tetapi bagian yang lebar terdapat di dekat ujung daun, contohnya daun sawo kecik (*Manilkara kauki*)
   b. Bangun jantung terbalik (*obcordatus*), contohnya daun semanggi gunung (*Oxalis corniculata*)
   c. Bangun daun segitiga terbalik atau bangun pasak (*cuneatus*), contohnya anak daun semanggi (*Marsilea crenata*)
   d. Bangun sudip/spatel (*spathulatus*), yakni seperti bangun bulat telur terbalik tetapi bagian bawahnya memanjang, contohnya daun tapak liman (*Elephantopus scaber*)
2. Bagian yang terlebar berada di tengah-tengah, kelompok ini dibagi menjadi 5 tipe:
   a. Bundar (*orbicularis/circularis*), di mana perbandingan antara panjang dan lebarnya yakni 6:5, contohnya daun teratai (*Nelumbium nelumbo*)
   b. Perisai/tameng (*peltatus*), mirip dengan orbicularis namun tangkai daun (*petiolus*) berada di tengah-tengah daun, contohnya daun talas (*Colocasia esculenta*)
   c. Lonjong (*ovalis/ellipticus*), bentuknya seperti ellips dan ujungnya runcing dengan perbandingan panjang dan lebarnya yakni 2:1 atau 3:2 dengan pinggiran melengkung sama di tengah, contohnya daun nangka (*Artocarpus heterophyllus*)
   d. Memanjang (*oblongus*), yakni jika perbandingan panjang dan lebarnya 2,5:1 atau 3:1, contohnya daun srikaya (*Annona squamosa*) dan sirsak (*Annona muricata*)
   e. Lanset (*lanceolatus/anguste ellipticus*), yakni bangun ellips yang sempit dan kedua ujungnya runcing dengan perbandingan panjang dan lebar adalah 6:1 atau 3:1, bentuk ini mungkin peralihan dari bentuk ellips ke *oblongus*, contohnya daun oleander (*Nerium oleander*).

3. Bagian yang terlebar berada di bawah/dasar daun, terdiri dari:
   a. Berlekuk, ada 5 tipe:
      1) Jantung (*cordatus/cordiformis*), mempunyai dua lekukan pada dasar daun contohnya daun waru (*Hibiscus tiliaceus*)
      2) Anak panah (*sagitatus*), ujung dan pangkal daunnya runcing contohnya daun kangkung (*Ipomoea aquatica*)
      3) Tombak (*hastatus*), mirip dengan *sagitatus* namun pada pangkal daunnya agak mendatar contohnya daun eceng/bengok (*Monochoria vaginalis*)
      4) Telinga (*auriculatus*), seperti *hastatus* tetapi pada dasar daun agak membulat contohnya daun delgiju (*Sonchus asper*)
      5) Ginjal (*reniformis*), daun yang pendek dan lebar dengan ujung daun tumpul/membulat dan pangkalnya berlekuk dangkal, contohnya daun pegagan (*Centella asiatica*).
   b. Tidak Berlekuk/rata, ada 4 tipe:
      1) Bulat telur (*ovatus*), contohnya daun kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*) dan daun cabe rawit (*Capsicum frutescens*)
      2) Segitiga (*triangularis*), contohnya pada daun bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*)
      3) Delta (*deltoideus*), contohnya daun dadap (*Erythrina variegata*)
      4) Belah ketupat (*rhomboideus*), contohnya daun bengkoang (*Pachyrrhizus erosus*)
4. Lebar helaian daun dari pangkal sampai ujungnya sama besar, ada 5 tipe:
   a. Jarum (*acerosus/aciculatus*), daun runcing, panjang, dan kaku contohnya daun pinus (*Pinus merkusii*)
   b. Paku (*subulatus*), penampang daunnya bulat dengan ujung runcing dan helai daun kaku serta sempit contohnya daun ara (*Araucaria bidwilii*)
   c. Pedang/belati (*ensiformis/gladiatus*), bagian tengah daun tebal namun bagian tepinya tipis/pipih contohnya daun sisal (*Agave angustifolia*)

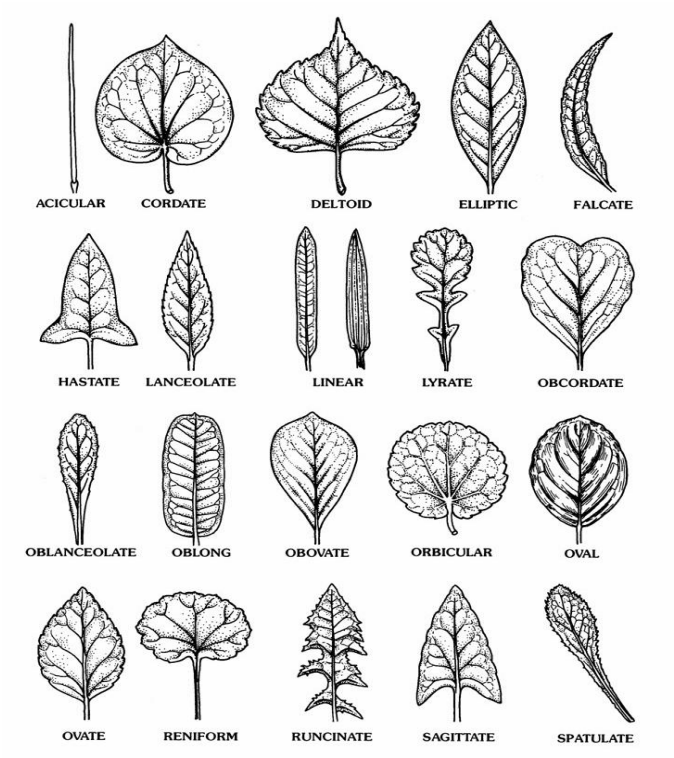
d. Garis (*linearis*), berupa daun dengan penampang pipih dan panjang contohnya daun alang-alang (*Imperata cylindrica*)
e. Pita (*ligularis*/*ligulatus*), mirip bentuk garis namun lebih panjang dan besar contohnya daun jagung (*Zea mays*).



Gambar 5a. Bangun daun (*sircumscriptio*)



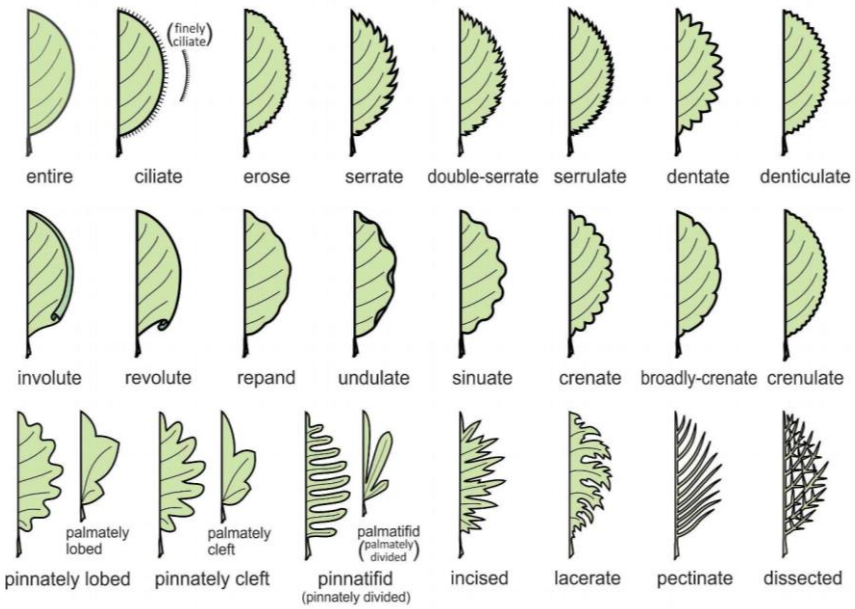
Gambar 5b. Bangun daun (*sircumscriptio*)



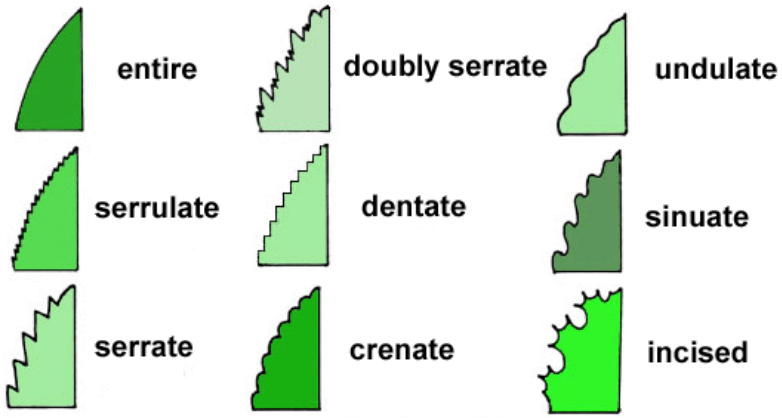
Gambar 5c. Bangun daun (*sircumscriptio*)

Tepi daun/pinggir daun (*margo folii*) dapat digunakan untuk identifikasi tumbuhan karena cirinya yang khas (Gambar 6a, Gambar 6b, dan Gambar 6c). Tepi daun ada beberapa macam, antara lain:

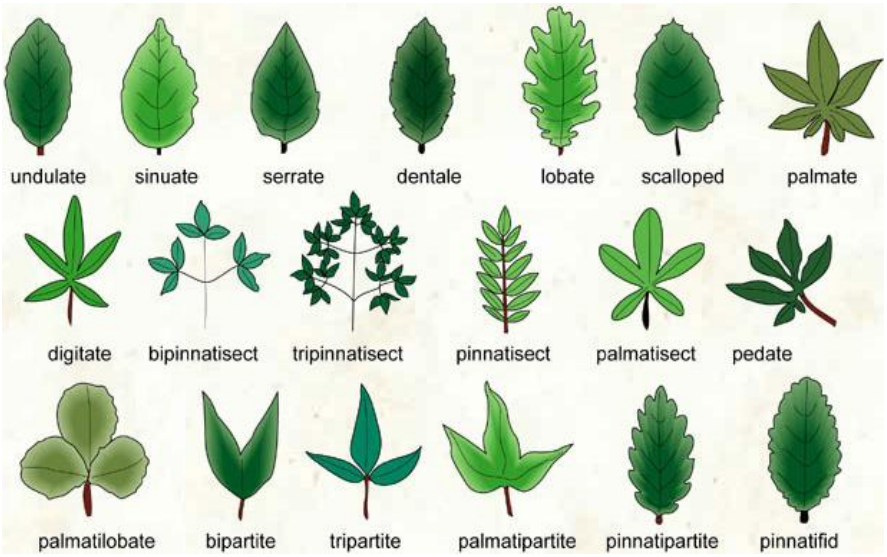
1. Rata (*integer*), misalnya daun manga (*Mangifera indica*)
2. Bergerigi (*serratus*) yakni lekukan ke dalam (*sinus*) sama tajamnya dengan lekukan ke luar (*angulus*), misalnya daun kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*). Sinus dan angulus dapat dilihat pada Gambar 7
3. Gigi (*dentatus*), yakni sinusnya tumpul namun angulusnya tajam misalnya daun beluntas (*Pluchea indica*). Bila dari setiap gigi membentuk gigi lagi dinamakan gigi ganda (*duplicato dentatus*), sedangkan bila giginya halus/kecil-kecil disebut *denticulatus*
4. Beringgit (*crenatus*), merupakan kebalikan dari bentuk gigi di mana sinusnya tajam namun angulusnya tumpul, misalnya daun cocor bebek (*Kalanchoe pinnata*)
5. Berombak/bergelombang (*repandus*), yakni sinus dan angulusnya tumpul, misalnya daun kejibeling (*Clerodendron calamitosum*)
6. *Erosus*, yakni daun yang mempunyai pinggiran dengan bentuk gigi yang tidak teratur seperti dimakan binatang
7. Keriting (*crispus*), yakni pinggir daun terbelah dan melingkar atau keriting
8. Berbulu-bulu halus (*ciliatus*).



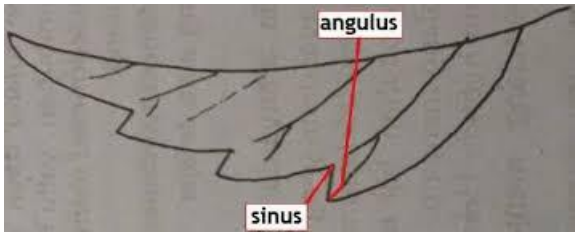
Gambar 6a. Tepi daun (*margo folii*)



Gambar 6b. Tepi daun (*margo folii*)



Gambar 6c. Tepi Daun (*margo folii*)

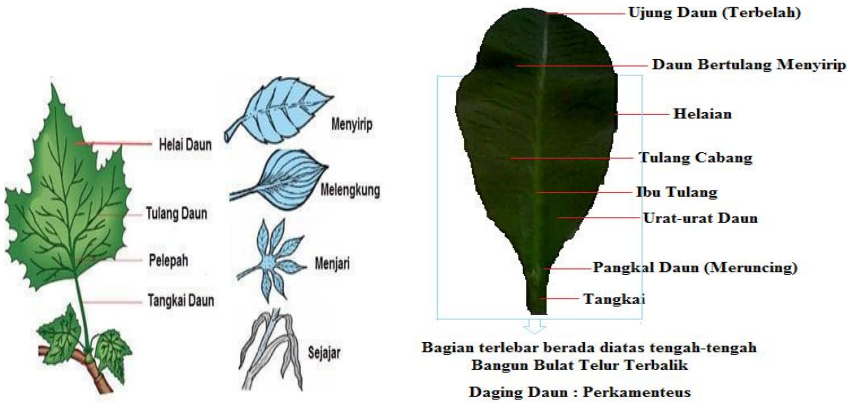


Gambar 7. Sinus dan angulus

Pertulangan Daun (*Nervatio/Venatio*)

Tulang daun merupakan kerangka daun yang memberikan kekuatan/kekokohan pada daun, bila tidak ada tulang daun maka daun akan mudah sobek, tulang daun merupakan jalan transportasi makanan dan air yang diserap dan mengangkut hasil fotosintesis. Sebenarnya tulang daun adalah perpanjangan dari tangkai daun yang bercabang/tidak bercabang-cabang. Tulang daun disebut juga *nervatio*, sedangkan urat daun disebut *venatio*. Apabila tulang daun hanya ada satu maka disebut *uninervis*, bila tiga disebut *trinervis*, dan seterusnya. Tulang daun terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut (Gambar 8):

1. Ibu tulang daun (*costae*), yakni tulang daun terbesar, merupakan kelanjutan dari tangkai daun, letaknya di tengah helai daun sehingga daun menjadi simetris, namun ada juga yang membaginya tidak simetris
2. Cabang tulang daun (*nervus lateralis*), yakni tulang daun yang lebih kecil dari ibu tulang daun biasanya berpangkal pada ibu tulang daun. Cabang tulang daun yang langsung berasal dari ibu tulang daun disebut tulang cabang ke satu, pada cabang ini bila tumbuh cabang lagi disebut cabang ke dua, dan seterusnya
3. Urat daun (*venatio*), yakni cabang dari pertulangan daun yang paling kecil dan biasanya berbentuk seperti jala.



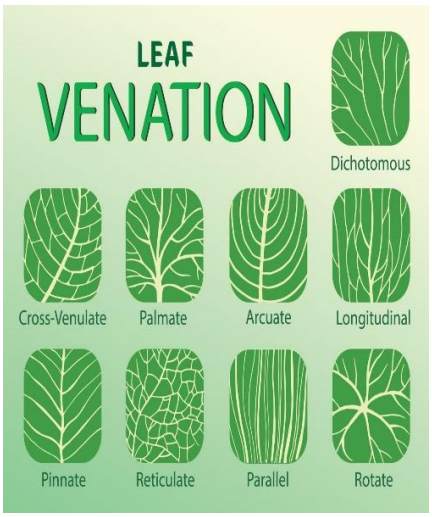
Gambar 8. Bagian-bagian pertulangan daun

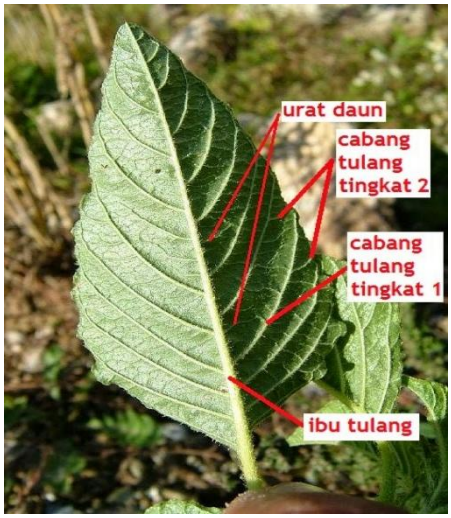
Pertulangan daun (Gambar 9) dibagi menjadi beberapa tipe antara lain:

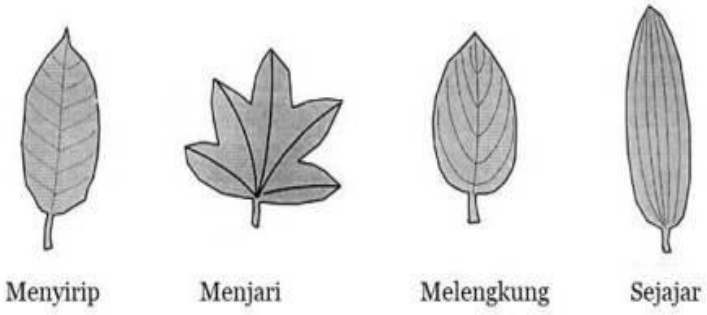
1. Sejajar (*rectinervis*), yakni tulang daun memanjang sejajar dengan tepi daun dan bertemu pada ujung daun. Umumnya terdapat pada daun berbentuk pita/garis pada keluarga rumput-rumputan (*Gramineae*) seperti jagung (*Zea mays*), padi (*Oryza sativa*), tebu (*Saccharum officinarum*), dan lain-lain
2. Melengkung (*curvinervis*), yakni bila hanya satu tulang daun yang besar dan berada di tengah-tengah daun dan beberapa tulang daun lainnya melengkung mengikuti tepi daun yang tersebar dari tangkai daun dan bertemu lagi pada ujung daun.

Tulang daun ini ada yang keluar dari satu tempat dan ada juga dari beberapa tempat, misalnya daun kayumanis (*Cinnamomum zeylanicum*)

3. *Ruptinervis*, yakni bila tulang daun yang lurus terputus dalam interval
4. Menyirip (*penninervis*), yakni bila tulang daun membentuk sirip. Daun hanya mempunyai satu ibu tulang daun yang berada di tengah lembaran daun dan dari sini tumbuh cabang tulang daun ke kiri dan ke kanan sehingga menyerupai sirip ikan. Keluarnya cabang ini ada yang dari satu titik da nada yang dari titik berlainan. Cabang ini menuju ke pinggiran daun lalu membelok ke atas dan berlekatan dengan cabang di atasnya, misalnya pada daun manga (*Mangifera indica*)
5. Menjari (*palminervis*), yakni dari dasar daun tumbuh beberapa tulang daun yang arahnya tersebar dari satu titik sehingga membentuk seperti jari-jari tangan, misalnya daun singkong (*Manihot esculenta* Pohl.), umumnya berjumlah ganjil dan pada bagian tengahnya lebih panjang dari yang lainnya
6. Campuran menjari dan menyirip (*palmi-penninervis*), misalnya pada daun kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*)







Gambar 9. Tipe-tipe pertulangan daun

Objek Tumbuhan dan Sarana Pendukung
Sarana Pendukung:

1. Lup/kaca pembesar
2. Pisau cutter/silet
3. Pinset
4. Penggaris
5. Kertas label
6. Alat tulis, pensil warna, buku gambar
7. Kamera (opsional, untuk dokumentasi)

Objek Tumbuhan dan Pelengkap:

1. Sirih (*Piper betle*)
2. Kayumanis (*Cinnamomum zeylanicum*)
3. Pegagan (*Centella asiatica*)
4. Oleander (*Nerium oleander*)
5. Nangka (*Artocarpus heterophyllus*)
6. Kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*)
7. Jagung (*Zea mays*)
8. Cocor bebek (*Kalanchoe pinnata*)
9. Singkong (*Manihot esculenta* Pohl.)
10. Pinus (*Pinus merkusii*)
11. Semanggi gunung (*Oxalis corniculata*)

Alur Eksplorasi:

1. Siapkan seluruh objek tumbuhan dan sarana pendukung yang akan digunakan.
2. Ambil masing-masing contoh tumbuhan.
3. Bersihkan daun dari kotoran menggunakan air bersih dan keringkan.
4. Amati bagian-bagian daun secara visual dan menggunakan kaca pembesar, meliputi:
5. Bangun daun (*sircumscriptio*)
6. Tepi daun (*margo folii*)
7. Pertulangan daun (*nervus lateralis*)
8. Tentukan tipe bangun daun, tepi daun dan pertulangan daun berdasarkan bagian yang dimilikinya.
9. Catat hasil pengamatan ke dalam tabel pengamatan dan digambar di buku gambar serta diberi warna sesuai objek yang diamati.
10. Dokumentasikan hasil pengamatan (jika diperlukan).
11. Bandingkan ciri morfologi bangun daun, tepi daun dan pertulangan daun.

Paparan Karakter Morfologi Bangun Daun, Tepi Daun dan Pertulangan Daun

Tabel 3. Eksplorasi bangun daun, tepi daun dan pertulangan daun

No	Jenis Tumbuhan	Tipe Bangun Daun	Tipe Tepi Daun	Pertulangan daun
1	Sirih			
2	Kayumanis			
3	Pegagan			
4	Olenader			
5	Nangka			
6	Kembang sepatu			
7	Jagung			
8	Cocor bebek			
9	Singkong			
10	Pinus			
11	Semanggi gunung			

Cakrawala Pemikiran

A. Pertanyaan Dasar

1. Apa yang dimaksud dengan bangun daun, tepi daun, dan pertulangan daun?
2. Sebutkan beberapa bentuk bangun daun yang umum ditemukan pada tumbuhan.
3. Apa yang dimaksud dengan tepi daun rata (*integer*)?
4. Sebutkan jenis-jenis pertulangan daun yang sering ditemukan pada tumbuhan.

B. Pertanyaan Pemahaman

1. Jelaskan perbedaan antara bangun daun bulat telur (*ovatus*) dan lanset (*lanceolatus*).
2. Apa perbedaan tepi daun bergerigi dan berlekuk?
3. Jelaskan perbedaan antara pertulangan daun menyirip dan menjari.
4. Mengapa bangun daun, tepi daun, dan pertulangan daun penting dalam identifikasi tumbuhan?

C. Pertanyaan Analisis Pengamatan

1. Berdasarkan hasil pengamatan praktikum, bagaimana bangun daun pada sampel tumbuhan yang diamati?
2. Bagaimana bentuk tepi daun pada daun yang diamati?
3. Jenis pertulangan daun apa yang terlihat pada sampel tersebut?
4. Apakah terdapat perbedaan bangun, tepi, dan pertulangan daun pada beberapa sampel tumbuhan yang diamati? Jelaskan.

D. Pertanyaan Aplikasi

1. Sebutkan contoh tumbuhan yang memiliki pertulangan daun sejajar.
2. Sebutkan contoh tumbuhan yang memiliki tepi daun bergerigi.
3. Bagaimana cara mengamati pertulangan daun dengan jelas saat praktikum?

Berdasarkan hasil praktik, dapat disimpulkan bahwa bangun daun, tepi daun, dan pertulangan daun memiliki variasi bentuk pada setiap jenis tumbuhan. Perbedaan karakter tersebut merupakan ciri morfologi yang penting dalam pengamatan, pengenalan, dan identifikasi tumbuhan. Pengamatan terhadap ketiga bagian tersebut membantu memahami keragaman struktur daun pada berbagai spesies tumbuhan.

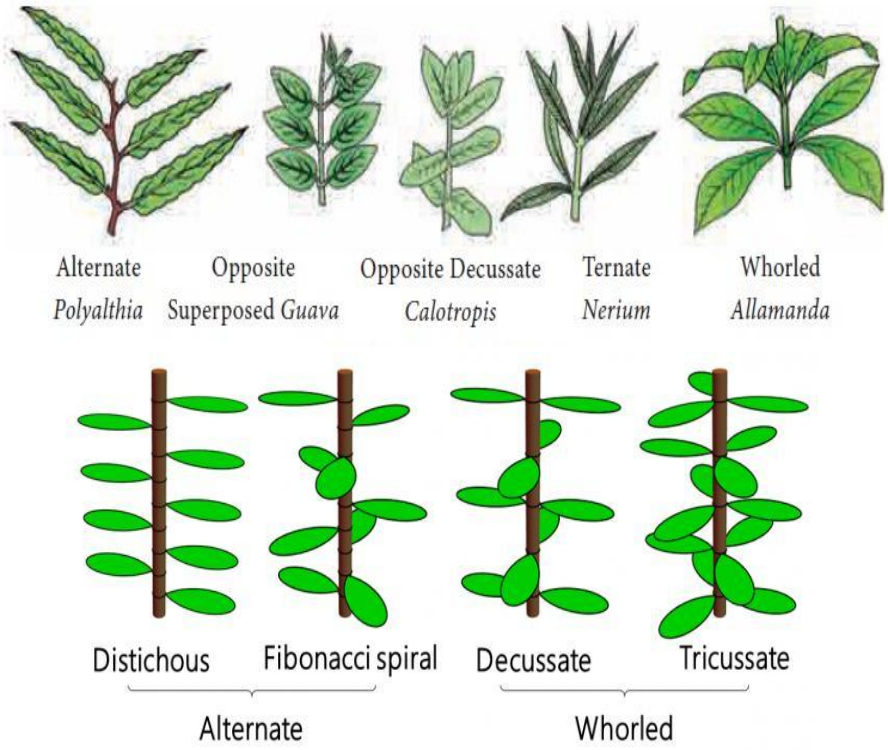
2.4. Tata Letak Daun (*Phyllotaxis*) dan Komposisi Daun

Daun-daun pada umumnya mempunyai tata letak (*phyllotaxis*) tertentu (Gambar 10), mengikuti salah satu tipe sebagai berikut:

1. Bersilangan (*opposite*), bila letak daun berpasangan pada ketinggian yang sama, satu pada masing-masing sisi
2. Berlingkar (*whorled/verticillata*), bila terdapat lebih dari dua daun pada buku/nodus yang sama
3. Berganti (*alternate*), bila hanya satu helai daun yang terdapat pada setiap buku bila diamati akan tampak daun-daun tersebut seperti ditata dalam bentuk spiral yang mengitari ranting
4. Berhadapan menyilang (*folia decussatus*), bila pada satu buku terdapat dua daun tetapi letak daun pada buku berikutnya menyilang membentuk sudut 90°, misalnya pada soka (*Ixora javanica*) dan mengkudu (*Morinda citrifolia*)
5. Berbentuk bintang tiga, bertabur bintang (*folia stellatus, stelliformis*), sama seperti *verticillata* akan tetapi daun atau bagiannya sempit dan ujungnya runcing
6. *Ternatus*, bila dalam satu buku terdapat tiga helai daun yang mengelilingi sumbunya
7. Susun genting (*folia imbricatus*), bila daunnya mempunyai susunan seperti genting yang saling menutupi, contohnya daun kubis/kol (*Brassica oleracea*)
8. *Rosulatus/Rosularis*, bila tata daunnya tidak berhadapan dan susunannya seperti letak susunan bunga mawar (*Rosa* sp.)
9. *Fasciculatus*, bila beberapa daun kecil tumbuh dari satu tempat, misalnya daun pinus (*Pinus* sp.)
10. Berselang-seling (*folia distichum, bifarius*), bila pada satu buku terdapat satu daun dan buku berikut terdapat satu daun dan

letaknya berhadapan dengan daun yang pertama tadi, misalnya daun cucak rowo (*Podilanthus bracteatus*)

11. *Squarosus*, bila daunnya tersebar dan membentuk sudut dengan sumbu.



Gambar 10. Tata letak daun (*phyllotaxis*)

Komposisi Daun

Daun dengan satu helai daun disebut daun tunggal (*folium simplex*). Bila pada tumbuhan tersebut terdapat dua/lebih daun dalam satu tangkai persekutuan disebut daun majemuk (*folium compositum*), helai-helai daunnya disebut anak daun (*foliolum*), tangkai yang menopang anak daun disebut rachis (*petiololus*), sedangkan ibu tangkai daunnya disebut *petiolus communis*. Membedakan daun tunggal dan daun majemuk (Gambar 11) pada suatu ranting adalah:

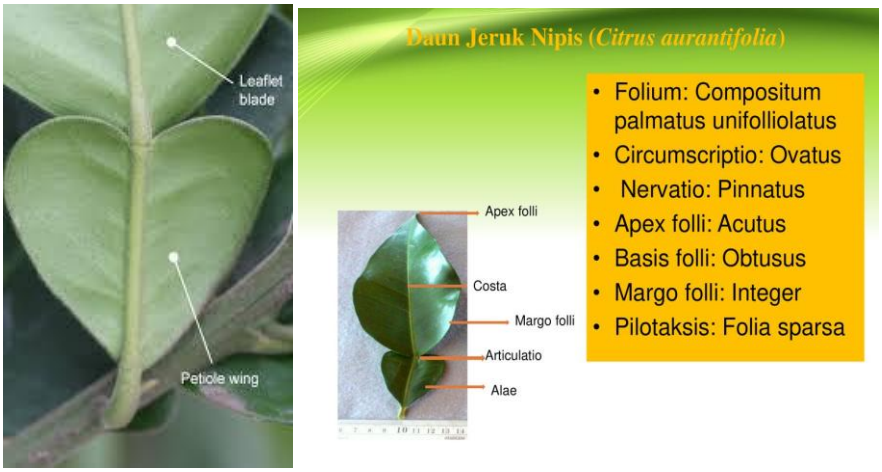
1. Suatu daun majemuk, bila semua anak daun tumbuh secara bersama-sama dan biasanya rontok bersama juga. Sedangkan daun tunggal, besar daunnya tidak sama, umurnya tidak sama sehingga rontoknyapun tidak bersamaan
2. Pada daun majemuk tidak terdapat tunas-tunas dalam ketiak daunnya. Sedangkan pada percabangan daun tunggal/ranting pada ketiak daunnya terdapat satu/lebih tunas-tunas.

Pada praktiknya, agak sulit untuk membedakan daun tunggal dan daun majemuk, sebagai contoh daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) merupakan daun majemuk, tapi daun ini sampai agak lama masih memperlihatkan pertumbuhan memanjang, sehingga anak daunnya mempunyai umur yang berbeda dan rontoknya tidak sama. Sebaliknya daun katuk (*Saurropus androgynus*) dan meniran (*Phyllanthus niruri*) merupakan daun tunggal yang letaknya berselang-seling, tumbuhnya mendatar dari batang pokok, sehingga tampaknya seperti daun majemuk, ranting yang demikian disebut *phylladoium*.

Gambar 11. Daun tunggal dan majemuk

Daun majemuk dibagi atas 4 golongan, antara lain:

1. Daun majemuk menyirip (*pinnatus/pinnately compound*)
   Bila dari ibu tangkai daun tumbuh beberapa anak daun yang arahnya ke kiri dan ke kanan dari ibu tangkai daun tadi, sehingga bentuknya menyerupai sirip. Daun majemuk menyirip dibagi lagi menjadi:
   a. Daun majemuk menyirip satu (*unifoliolatus*), misalnya daun jeruk (*Citrus* sp.), disini terlihat adanya persendian daun (*articulatio*)

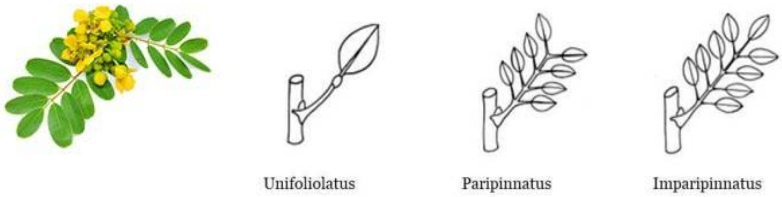


Gambar 12. Daun majemuk menyirip satu (*unifoliolatus*)

b. Daun majemuk menyirip genap (*paripinnatus/abrupte pinnatus*), anak daunnya berpasangan, tiap pasangan dinamakan jagum dan pada ujung tangkai tersebut tidak terdapat anak daun, misalnya daun asam jawa (*Tamarindus indica*)

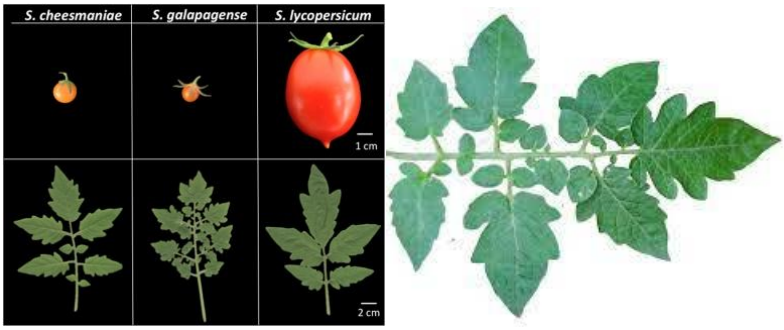
Gambar 13. Daun majemuk menyirip genap (*paripinnatus*)

c. Daun majemuk menyirip ganjil (*imparipinnatus*), jumlah anak daunnya ganjil, pada bagian bawah tangkai anak daunnya berpasangan sedang pada ujungnya tidak berpasangan, misalnya daun johar (*Cassia siamea*)



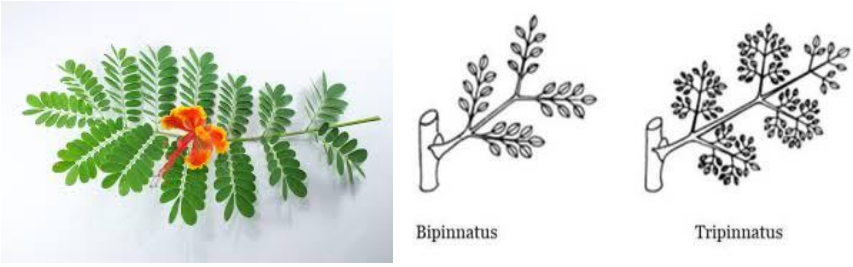
Gambar 14. Daun majemuk menyirip ganjil (*imparipinnatus*)

d. Daun majemuk menyirip berganti-ganti (*interupte pinnatus*). Anak daun pada ibu tangkai daun pasangan yang besar berganti-ganti dengan pasangan yang kecil, misalnya daun tomat (*Solanum lycopersicum*)



Gambar 15. Daun majemuk menyirip berganti-ganti (*interupte pinnatus*)

e. Daun majemuk menyirip rangkap dua/daun majemuk berganda (*bipinnatus/duplicato pinnatus*). Bila dari anak daun menyirip genap tadi tumbuh lagi anak daun majemuk menyirip genap lagi. Anak daun daripada anak daunnya disebut *pinnule*, misalnya daun kembang merak (*Caesalpinia pulcherrima*)

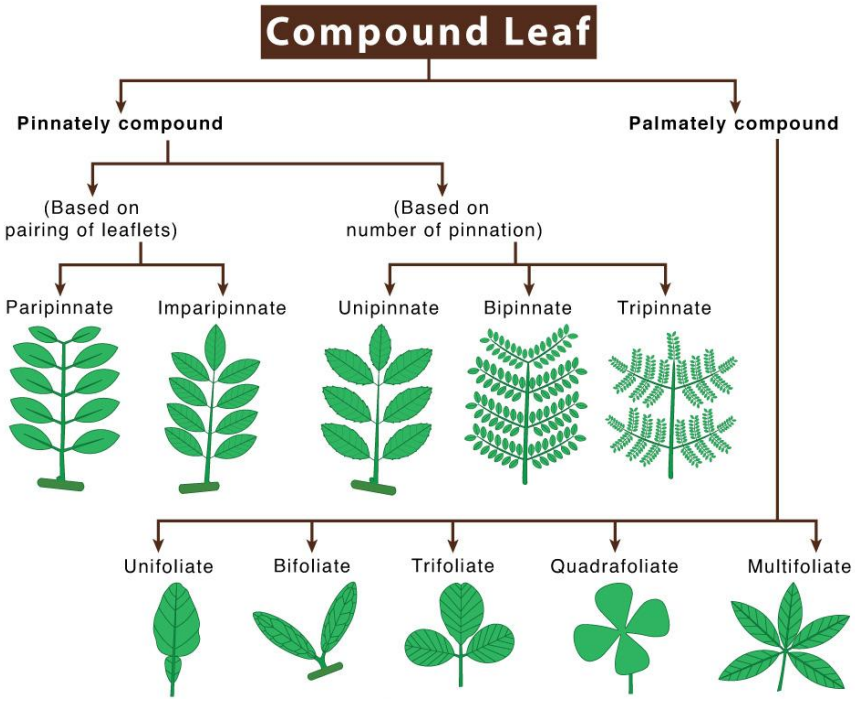


Gambar 16. Daun majemuk menyirip rangkap dua (*bipinnatus*)

f. Daun majemuk menyirip rangkap tiga (*triternatus/tripinnatus*), yakni jika anak-anak daunnya duduk pada cabang tingkat dua dari ibu tangkai daun, misalnya daun kelor (*Moringa oleifera*)

Gambar 17. Daun majemuk menyirip rangkap tiga (*tripinnatus*)

2. Daun majemuk berbentuk tangan (*palmatus/digitatus*), ada beberapa tipe:
   a. Beranak daun dua (*bifoliolatus/binnatus*), bila di tangkai daun ujungnya ada 3 anak daun (*trifoliolatus*), ada 4 anak daun (*quadrifoliolatus*), ada 5 anak daun (*quinate*), ada 7 anak daun (*septemfoliolatus*), ada >7 anak daun (*polyfoliolatus*)
   b. Daun majemuk menjari beranak daun tiga rangkap 2 (*biternatus*)
   c. Beranak daun 2 rangkap (*bigeminatus*)
   d. Beranak daun 3 rangkap (*tergeminatus*)
3. Daun majemuk berbentuk kaki (*folium pedatus*), susunannya serupa dengan daun majemuk menjari, tetapi anak daun yang paling pinggir duduknya tidak pada ibu tangkai daun melainkan pada tangkai anak daun di sampingnya, misalnya daun *Arisaema filiforme* dan *Syngonium podophyllum*
4. Daun majemuk campuran, ada beberapa tipe:
   a. *Digitatopinnatus*, contohnya daun putri malu (*Mimosa pudica*)
   b. Bidigitatopinnatus
   c. Tridigitatopinnatus
   d. Quadridigitato pinnatus



Gambar 18. Tipe-tipe daun majemuk

Objek Tumbuhan dan Sarana Pendukung

Sarana Pendukung:

1. Lup/kaca pembesar
2. Pisau cutter/silet
3. Pinset
4. Penggaris
5. Kertas label
6. Alat tulis, pensil warna, buku gambar
7. Kamera (opsional, untuk dokumentasi)

Objek Tumbuhan dan Pelengkap:

1. Jeruk bali (*Citrus maxima*)
2. Mawar (*Rosa* sp.)
3. Kembang merak (*Caesalpinia pulcherrima*)
4. Kelor (*Moringa oleifera*)

5. Karet/Para (*Hevea brasiliensis*)
6. Kapuk/randu (*Ceiba pentandra*)
7. Soka (*Ixora javanica*)
8. Oleander *(Nerium oleander)*

Alur Eksplorasi:

1. Siapkan seluruh objek tumbuhan dan sarana pendukung yang akan digunakan.
2. Ambil masing-masing contoh tumbuhan.
3. Bersihkan daun dari kotoran menggunakan air bersih dan keringkan.
4. Amati bagian-bagian daun secara visual dan menggunakan kaca pembesar, meliputi:

c. Tata letak daun (*phyllotaxis*)
d. Komposisi daun (daun tunggal atau majemuk)

5. Tentukan tipe tata letak daun dan komposisi daun berdasarkan bagian yang dimilikinya.
6. Catat hasil pengamatan ke dalam tabel pengamatan dan digambar di buku gambar serta diberi warna sesuai objek yang diamati.
7. Dokumentasikan hasil pengamatan (jika diperlukan).
8. Bandingkan ciri tata letak daun dan komposisi daun dari masing-masing tumbuhan.

Paparan Karakter Morfologi Tata Letak Daun dan Komposisi Daun

Tabel 4. Eksplorasi tata letak daun dan komposisi daun

No	Jenis Tumbuhan	Tata Letak Daun	Komposisi Daun	Keterangan
1	Jeruk bali			
2	Mawar			
3	Kembang merak			
4	Kelor			
5	Karet			
6	Kapuk			
7	Soka			
8	Oleander			

Cakrawala Pemikiran

A. Pertanyaan Dasar

1. Apa yang dimaksud dengan tata letak daun (filotaksis)?
2. Apa yang dimaksud dengan komposisi daun?
3. Sebutkan jenis-jenis tata letak daun pada batang.
4. Jelaskan perbedaan antara daun tunggal dan daun majemuk.

B. Pertanyaan Pemahaman

1. Jelaskan perbedaan antara tata letak daun berseling, berhadapan, dan berkarang.
2. Apa yang dimaksud dengan daun majemuk menyirip dan daun majemuk menjari?
3. Mengapa tata letak daun penting bagi tumbuhan dalam memperoleh cahaya matahari?

C. Pertanyaan Analisis Pengamatan

1. Berdasarkan hasil pengamatan praktikum, bagaimana tata letak daun pada tumbuhan yang diamati?
2. Apakah daun yang diamati termasuk daun tunggal atau daun majemuk? Jelaskan alasannya.
3. Jika termasuk daun majemuk, jenis komposisi daun apa yang ditemukan?

D. Pertanyaan Aplikasi

1. Sebutkan contoh tumbuhan yang memiliki tata letak daun berhadapan.
2. Sebutkan contoh tumbuhan yang memiliki daun majemuk.
3. Bagaimana cara membedakan anak daun dengan daun tunggal secara morfologis?

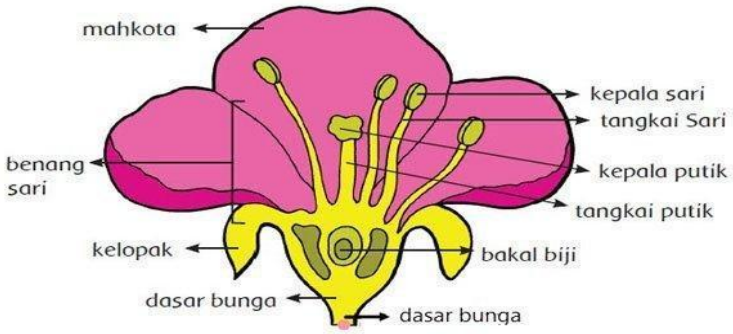
Berdasarkan hasil praktik, dapat disimpulkan bahwa tata letak daun dan komposisi daun pada tumbuhan memiliki bentuk yang beragam. Tata letak daun menunjukkan susunan daun pada batang, sedangkan komposisi daun menunjukkan jenis daun berupa daun tunggal atau daun majemuk. Variasi tersebut merupakan ciri morfologi yang penting dalam pengenalan dan identifikasi tumbuhan.

BAB III
STRUKTUR DAN TIPE MORFOLOGI BUNGA (FLOS)

3.1. Bunga Lengkap dan Tidak Lengkap

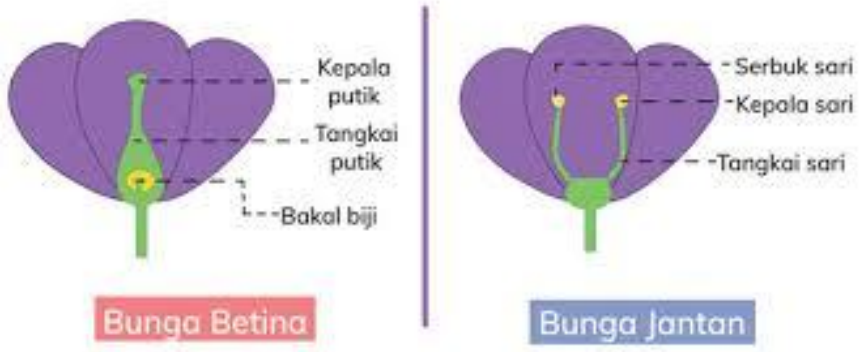
Bunga adalah ranting atau bagian dari batang dengan ruas-ruasnya memendek serta daunnya mengalami perubahan bentuk, warna, dan fungsinya. Daun-daun yang berubah bentuk dan fungsinya tersebut, ada yang sebagian dan ada juga yang seluruhnya. Tunas (batang/ranting dengan daun-daunnya) yang kuncupnya tumbuh menjadi bunga dinamakan tunas bunga (*gemma florifera*). Sedangkan tunas-tunas yang tumbuh menjadi daun disebut tunas daun (*gemma folifera*). Bagian bunga yang merupakan metamorphosis dari daun tadi susunannya akan tampak dalam lingkaran, misalnya bunga terong (*Solanum* sp.), menurut garis spiral/*acyclic*, misalnya bunga cempaka (*Michelia champaca* L.) dan ada juga yang merupakan gabungan, sebagian dalam lingkaran dan sebagian terpencar atau dalam spiral yang disebut *hemicyclis*.

Struktur bunga lengkap (*flos completus*) terdiri dari kelopak (*calyx*), tajuk/mahkota (*corolla*), benang sari (*stamen*), dan putik (*pistillum*) (Gambar 19). Bila salah satu bagian/lebih tidak ada, maka disebut sebagai bunga tidak lengkap (*flos incompletus*). Bunga sempurna adalah bunga yang mempunyai putik dan benang sari, sedangkan bunga tidak sempurna adalah bunga yang tidak mempunyai benang sari/putik, oleh sebab itu bunga tidak sempurna adalah bunga berkelamin satu (*uniseksual*), sedangkan bunga sempurna adalah bunga biseksual (*hermaprodit*).



Gambar 19. Struktur bunga lengkap

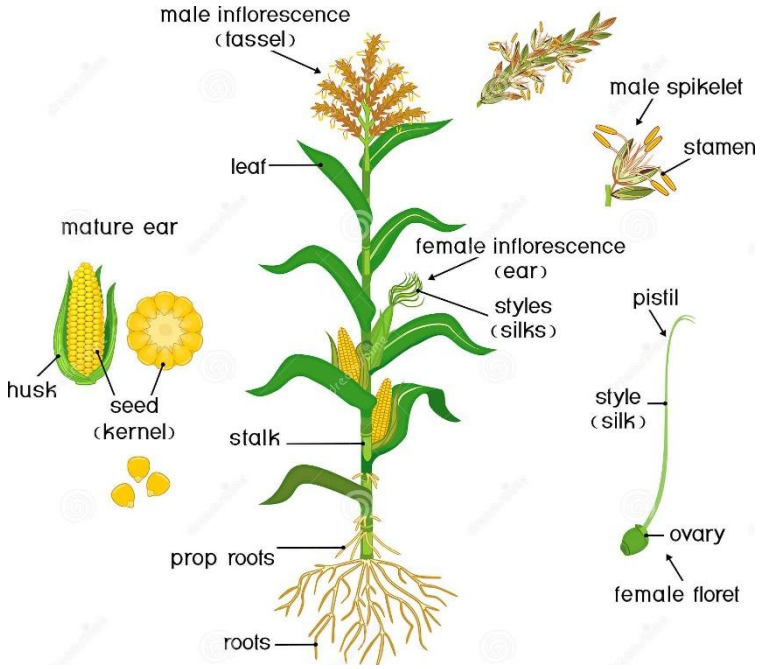
Bunga jantan (*flos masculus*) mempunyai benang sari dan tidak mempunyai putik, maka bunga jantan tidak dapat menjadi buah. Bunga betina (*flos feminius*) mempunyai putik tapi tidak mempunyai benang sari, sehingga jika terjadi penyerbukan dengan benang sari dari bunga jantan dari tanaman yang sejenis akan menjadi buah (Gambar 20).



Gambar 20. Struktur bunga betina dan jantan

Apabila suatu tumbuhan mempunyai kedua jenis bunga, yakni bunga jantan dan betina, maka disebut berumah satu (*monoecius*) (Gambar 21), sedangkan apabila kedua jenis bunga tadi terpisah pada dua tumbuhan yang sejenis disebut berumah dua (*dioecius*). Apabila

satu pohon mempunyai bunga hermaprodit dan salah satu jenis bunga tidak sempurna, maka disebut *polygamo dioecius*, sebaliknya jika di samping bunga hermaprodit masih juga dijumpai kedua jenis bunga tidak sempurna pada satu pohon disebut *polygamo monoecius*.



Gambar 21. Struktur tumbuhan berumah satu

Bunga tanpa mahkota dan kelopak disebut bunga telanjang (*flos nudus*). Bunga tidak sempurna yang tidak mempunyai alat kelamin dinamakan bunga steril. Contoh bunga sempurna adalah kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*), bunga telanjang contohnya bunga nangka (*Artocarpus heterophyllus*), contoh bunga berumah satu adalah jagung (*Zea mays*), dan contoh bunga berumah dua adalah bunga alpukat (*Persea americana*). Jika dari satu tangkai bunga hanya mempunyai satu kuntum bunga, disebut bunga tunggal (*flos simplex/flos uniflora*). Sedangkan bunga majemuk (*inflorescentia*) disebut juga sebagai bunga berkarang (*anthotaxis*). Bunga yang dalam satu tangkai terdapat beberapa kuntum bunga disebut *multiflora* (Gambar 22).

(A) (B)

Gambar 22. Struktur bunga tunggal (A) dan majemuk (B)

Bunga yang tumbuh di ujung batang/ranting disebut *flos terminalis*, contohnya bunga mawar (*Rosa* sp.). Bunga matahari (*Helianthus annuus*) terlihat seperti bunga tunggal di ujung batang, tetapi sebenarnya bunga tersebut adalah bunga majemuk oleh sebab itu dinamakan bunga semu (*pseudanthium*). Bunga tunggal yang tumbuh dari ketiak daun dinamakan *flos lateralis/flos axilaris*, misalnya kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*). Kelopak bunga (*calyx*) adalah rangkaian daun-daun bunga pertama dari bawah pada waktu kuncup terletak paling luar, berguna untuk melindungi bunga dan bagiannya dari gangguan luar. Kelopak itu tidak selalu akan gugur, bila bunga itu mekar hingga buah menjadi masak, ada juga yang melekat terus sampai buah tersebut masak. Kelopak terdiri dari beberapa helai daun kelopak (*sepal*) yang berwarna hijau, menyerupai daun kecil tetapi kaku dan kasar, kadang-kadang di bawahnya terdapat beberapa helai daun yang lebih kecil dan berwarna hijau, disebut kelopak tambahan (*epicalyx*), misalnya pada kembang sepatu.

Daun kelopak dapat berlekatan (*gamosepalus*) dan merupakan tabung (*tubus*) atau dapat pula hanya bagian pangkalnya saja yang berlekatan. Jika daun-daun kelopak ini tidak berlekatan sama sekali dan masing-masing duduk terpisah pada dasar bunga, maka disebut polysepalus. Mahkota bunga/tajuk bunga (*corolla*) adalah rangkaian daun-daun bunga yang kedua dari bawah, terletak pada lingkaran di atas kelopak. Selama kuncup bunga belum mekar, maka tajuk bunga itu membungkus dan melindungi benang sari dan putik dari gangguan

luar. Tajuk bunga terdiri atas beberapa helai daun tajuk (*petal*), daun tajuk biasanya lebih halus, lemas, lebar, dan indah warnanya. Daun tajuk yang saling berlekatan disebut sympetalus (*gamopetalus/monopetalus*), merupakan tabung/dapat saling terpisah/lepas (*polypetalus/choripetalus*) dari dasar bunga.

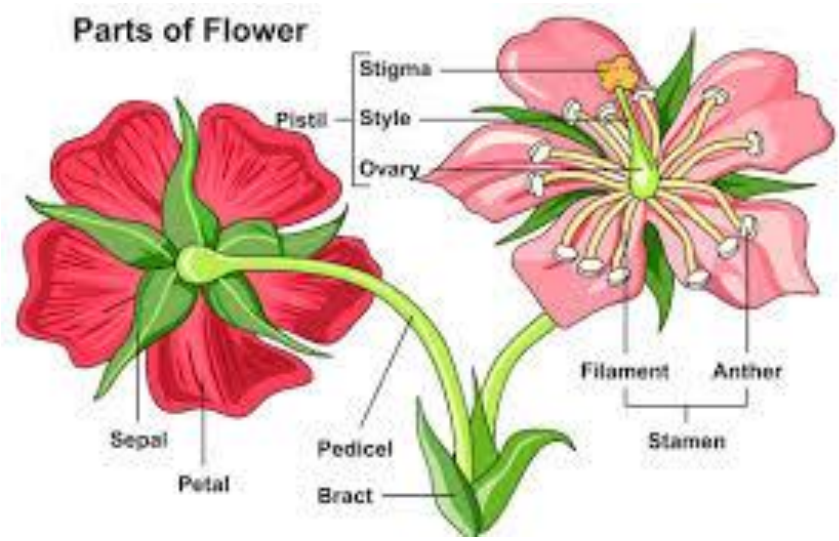
Kelopak dan tajuk bunga disebut perhiasan bunga (*perianthium*). Apabila tajuk dan kelopak serupa dan sebangun sehingga tidak dapat dibedakan keseluruhannya, maka disebut tenda bunga (*perigonium*) misalnya pada bunga bakung (*Crinum asiaticum*) dan bunga pisang (*Musa paradisiaca*) (Gambar 23).

Gambar 23. Perigonium pada bunga pisang

Tajuk bunga dapat berwarna-warni (*coloratus*), misalnya:

1. Merah (*rubber*), kemerah-merahan (*rubescens*), merah jambu (*rubens*), dan merah bata (*latericius*)
2. Putih (*albus*), keputih-putihan (*albescens*), pucat (*pallidus*)
3. Kuning (*flavus*), kekuningan (*flavescens*), kuning terang (*luteus*), kuning jeruk (*citrinus*), dan oranye (*aurantiacus*)
4. Cokelat/sawo matang (*brunneus*), coklat kotor (*luridus*)
5. Ungu (*violaceus*), ungu pucat (*lilacinus*)
6. Hijau (*viridis*), kehijauan (*virescens*), hijau laut (*glaucus*)
7. Kelabu (*griceus*), kelabu muda (*caesius*)
8. Hitam (*niger*)
9. Biru (*caeruleus*), biru langit (*azureus*), kebiruan (*caerulescens*)

Benang sari (*stamen*) terdiri dari tangkai sari (*filamentum*) dan kepala sari (*anthera*). Tangkai sari adalah bagian dari benang sari yang berbentuk silinder dan cukup panjang. Kepala sari adalah bagian dari benang sari yang terletak pada ujung tangkai sari. Sebuah bunga biasanya mempunyai sebuah putik yang terdiri dari kepala putik (*stigma*), tangkai putik (*stylus*), dan bakal buah (*ovarium*). Kepala putik terletak di ujung tangkai putik yang jika masak akan mengeluarkan lendir yang mengandung gula, protein, dan zat organik lainnya sehingga merupakan media yang baik untuk perkecambahan serbuk sari yang jatuh di atas kepala putik (Gambar 24).

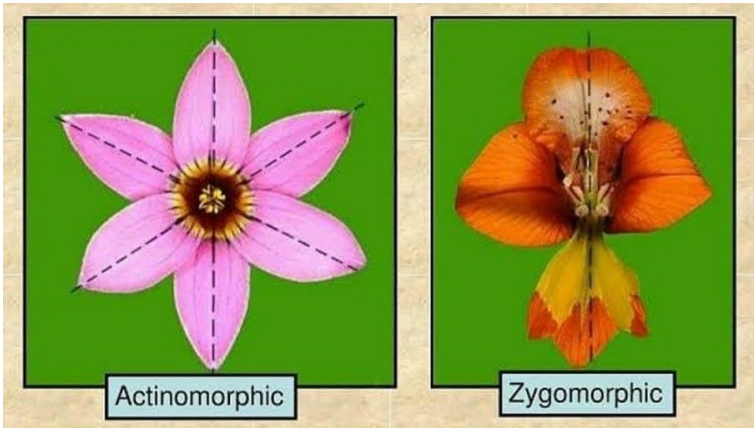


Gambar 24. Struktur alat kelamin pada bunga

Bakal buah adalah bagian dari putik yang terletak paling bawah dan duduk di atas dasar bunga (*receptaculum*). Bakal buah terbentuk dari helaian daun buah (*carpelum*) yang terdiri atas sehelai daun buah dan ada ruangan di dalamnya disebut *unilocularis*. Letak bakal buah dapat menumpang di atas dasar bunga (*superus*), misalnya kacang tanah (*Arachis hypogaea*), dapat tenggelam di dasar bunga (*inferus*) misalnya ketimun (*Cucumis sativus*), atau setengah tenggelam (*semi inferus*) misalnya krokot (*Portulaca oleracea*).

Bunga dapat dibagi menjadi 3 simetri (Gambar 25):

1. Radial simetri (*actinomorphus/regularis*)
   a. Bintang (*rotates*): cabe (*Capsicum annuum*)
   b. Tabung (*tubulosus*): bunga matahari (*Helianthus annuus*)
   c. Terompet (*hypocrateriformis*): soka (*Ixora javanica*)
   d. Cawan/periuk (*urceolatus*): papaya (*Carica papaya*)
   e. Corong (*infundibuliformis*): kecubung (*Brugmansia suaveolens*)
   f. Lonceng (*campanulatus*): ubi jalar (*Ipomoea batatas*)
2. Bilateral simetris (*zygomorphus*)
   a. Bertaji (*calcaratus*): anggrek (*Dendrobium phalaenopsis*)
   b. Berbibir (*labiatus*): kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*)
   c. Seperti kupu-kupu (*papilionaceus*): kacang tanah (*Arachis hypogaea*)
   d. Seperti pita (*ligulatus*): bunga matahari (*Helianthus annuus*)
3. Asimetris: bunga tasbih (*Canna indica* L.), *Maranthaceae*

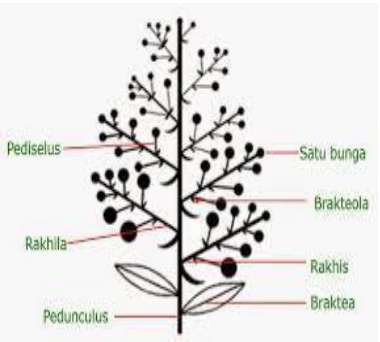


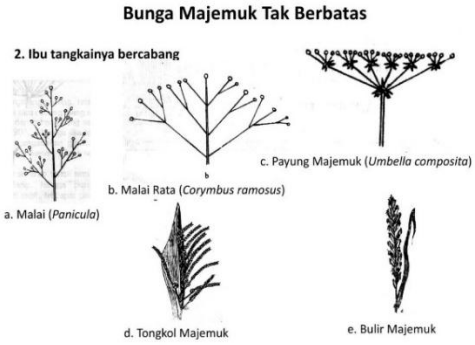
Gambar 25. Simetri pada bunga

Karangan Bunga (*Inflorescentia*)

Bentuk *inflorescentia* (Gambar 26) dari berbagai jenis tumbuhan bergantung pada cara bercabangnya tangkai utama dan ini dibagi 2 tipe:

1. Perbungaan tak terbatas (*inflorescentia racemosa/centripetala*):
   a. Tangkai utama biasanya panjang dan tidak mempunyai bunga pada ujungnya
   b. Tangkai utama berturut-turut membentuk anak tangkai/cabang dari pangkal ke ujung atau dari bawah ke atas
   c. Jumlah anak tangkai yang terbentuk tidak terbatas
   d. Tangkai utama biasanya lebih panjang dari anak tangkai
   e. Mekar bunga mulai dari bawah ke atas/dari luar ke dalam
   f. Bunga yang lebih dulu mekar terletak paling bawah
2. Perbungaan terbatas (*inflorescentia cymosa/centrifuga*):
   a. pada ujung tangkai utama terdapat sebuah kuncup bunga yang menyebabkan tangkai utama tidak dapat tumbuh terus ke atas
   b. bunga pada ujung tangkai utama akan mekar lebih dahulu daripada bunga lainnya
   c. tangkai utama lebih pendek dari anak tangkai
   d. tangkai utama hanya membentuk anak tangkai sedikit





(A) (B)

Gambar 26. Bagian-bagian bunga majemuk (A), dan bunga majemuk tak berbatas (B)

Objek Tumbuhan dan Sarana Pendukung
Sarana Pendukung:
1. Lup/kaca pembesar

2. Pisau cutter/silet
3. Pinset
4. Penggaris
5. Kertas label
6. Alat tulis, pensil warna, buku gambar
7. Kamera (opsional, untuk dokumentasi)

Objek Tumbuhan dan Pelengkap:

1. Kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*)
2. Soka (*Ixora javanica*)
3. Kembang merak (*Caesalpinia pulcherrima*)
4. Pisang (*Musa paradisiaca*)
5. Bakung (*Crinum asiaticum*)
6. Ketepeng kebo (*Cassia alata*)
7. Jagung (*Zea mays*)

Alur Eksplorasi:

1. Siapkan seluruh objek tumbuhan dan sarana pendukung yang akan digunakan.
2. Ambil masing-masing contoh tumbuhan.
3. Bersihkan bunga dari kotoran menggunakan air bersih dan keringkan.
4. Amati bagian-bagian bunga secara visual dan menggunakan kaca pembesar, meliputi:
   a. Bunga lengkap (*flos completus*)
   b. Bunga tidak lengkap (*flos incompletes*)
   c. Bunga tunggal (*flos simplex*)
   d. Bunga majemuk (*flos compositum*)
   e. Bentuk karangan bunga (*inflorescentia*)
5. Tentukan tipe bunga di atas berdasarkan bagian yang dimilikinya.
6. Catat hasil pengamatan ke dalam tabel pengamatan dan digambar di buku gambar serta diberi warna sesuai objek yang diamati.
7. Dokumentasikan hasil pengamatan (jika diperlukan).
8. Bandingkan ciri-ciri bunga di atas dari masing-masing tumbuhan.

Paparan Karakter Morfologi Bunga

Tabel 5. Eksplorasi morfologi bunga

No	Jenis Tumbuhan	Bunga lengkap/tidak lengkap	Bunga tunggal/majemuk	Tipe Karangan bunga
1	Kembang sepatu			
2	Soka			
3	Kembang merak			
4	Pisang			
5	Bakung			
6	Ketepeng			
7	Jagung			

Cakrawala Pemikiran

A. Pertanyaan Dasar

1. Apa yang dimaksud dengan bunga lengkap dan bunga tidak lengkap?
2. Sebutkan bagian-bagian utama penyusun bunga lengkap.
3. Apa yang dimaksud dengan bunga tunggal?
4. Apa yang dimaksud dengan bunga majemuk (*inflorescentia*)?

B. Pertanyaan Pemahaman

1. Jelaskan perbedaan antara bunga lengkap dan bunga tidak lengkap.
2. Jelaskan perbedaan bunga tunggal dan bunga majemuk.
3. Mengapa bunga majemuk disebut juga *inflorescentia*?
4. Sebutkan beberapa tipe *inflorescentia* (perbungaan) yang umum pada tumbuhan.

C. Pertanyaan Analisis Pengamatan

1. Berdasarkan hasil pengamatan praktikum, apakah bunga yang diamati termasuk bunga lengkap atau tidak lengkap? Jelaskan alasannya.

2. Apakah bunga yang diamati termasuk bunga tunggal atau bunga majemuk?
3. Jika termasuk bunga majemuk, tipe *inflorescentia* apa yang ditemukan pada sampel?
4. Bagian bunga apa saja yang dapat diamati secara jelas pada sampel praktikum?

D. Pertanyaan Aplikasi

1. Sebutkan contoh tumbuhan yang memiliki bunga tunggal.
2. Sebutkan contoh tumbuhan yang memiliki bunga majemuk.
3. Mengapa pengamatan struktur bunga penting dalam identifikasi tumbuhan?

Berdasarkan hasil praktik, dapat disimpulkan bahwa bunga memiliki variasi struktur dan susunan, yaitu bunga lengkap atau tidak lengkap, serta bunga tunggal atau bunga majemuk (*inflorescentia*). Perbedaan struktur dan tipe perbungaan tersebut merupakan ciri morfologi yang penting dalam pengamatan, pengenalan, dan identifikasi tumbuhan.

BAB IV
STRUKTUR DAN KLASIFIKASI MORFOLOGI BUAH (*FRUCTUS*)

4.1. Buah Sejati dan Semu

Buah yang berasal dari bakal buah (*ovarium*), atau paling banyak padanya terdapat sisa-sisa bagian bunga yang lazimnya telah gugur, umumnya merupakan buah yang tidak terbungkus atau merupakan buah telanjang (*fructus nudus*), buah ini dinamakan buah sejati/buah sungguh. Kecuali bakal buahnya sendiri seringkali terjadi, bahwa ada bagian bunga yang ikut mengambil bagian dalam pembentukan buah bahkan seringkali merupakan bagian buah yang paling menarik perhatian. Dalam kehidupan sehari-hari buahnya yang benar justru tidak dikenal lagi, apa yang dinamakan buahnya justru bagian bunga yang telah berubah sedemikian rupa sehingga menjadi bagian buah yang penting. Buah yang demikian dinamakan buah palsu atau buah semu (*fructus spurius*), di mana buah yang sesungguhnya seringkali tidak terlihat (tertutup), oleh sebab itu buah semu dinamakan pula buah tertutup (*fructus clausus*). Misalnya buah jambu air (*Syzygium aqueum*), yang sebenarnya adalah dasar bunga yang berubah menjadi buah, buah pisang (*Musa paradisiaca*) berasal dari bakal buah yang tidak dibuahi tapi dapat tumbuh membesar (Gambar 27).

(A) (B)

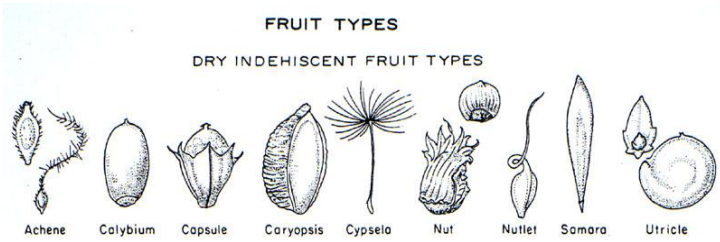
Gambar 27. Jenis buah semu dari jambu air (A) dan pisang (B)

Dalam pengertian sehari-hari yang dikenal oleh masyarakat dan dinamakan buah adalah buah yang berdaging saja, misalnya pisang, jeruk, anggur, alpukat, dan lain-lain. Sedangkan ketimun, labu, pare, tomat, kacang, dan lain-lain dimasukkan ke dalam golongan sayuran (sayuran buah). Sementara itu, di dalam ilmu botani yang disebut buah adalah bakal buah yang tumbuh menjadi buah setelah mengalami pembuahan dan bakal biji berubah menjadi biji. Buah yang berasal dari bakal buah yang telah dibuahi disebut buah sejati, sedangkan buah yang asalnya dari bagian-bagian lain bunga yang mengalami perubahan bentuk dan fungsi disebut buah semu, contohnya buah ara/tin (*Ficus carica*), nanas (*Ananas comosus*), apel (*Pyrus malus*), dan jambu mete (*Anacardium occidentale*), buah yang sebenarnya yaitu biji metenya tetap kelihatan (Gambar 28).

Gambar 28. Beberapa contoh buah semu

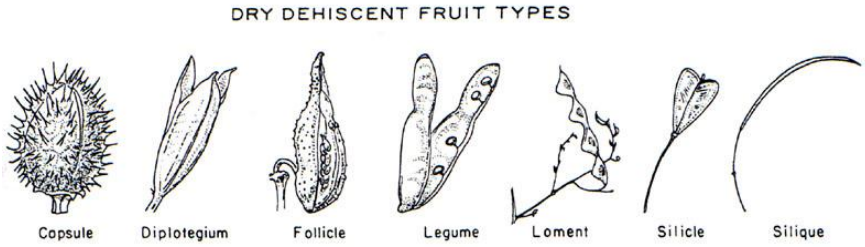
Pertumbuhan bakal buah menjadi buah merupakan serangkaian proses/aktivitas fisiologis yang kompleks, di mana hormon pertumbuhan (auksin) yang terdapat di dalam serbuk sari/tepung sari berperan penting dalam merangsang pertumbuhan bakal buah. Buah dibagi menjadi dua golongan yakni (1) buah sejati: buah sejati tunggal dan majemuk, (2) buah semu/palsu. Kedua golongan ini dapat berupa buah kering merekah (*dehiscent*) dan tidak merekah (*indehiscent*). Buah sejati tunggal dapat dibagi menjadi beberapa tipe:

1. Buah kering tidak merekah (Gambar 29):
   a. Buah longkah/kurung (*achenium*), misalnya buah pada tanaman bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*)
   b. Buah bersayap (*samara*), misalnya buah palahlar (*Dipterocarpus* sp.)
   c. Buah keras (*nux*/*nut*), misalnya buah saninten (*Castanea argentea*)



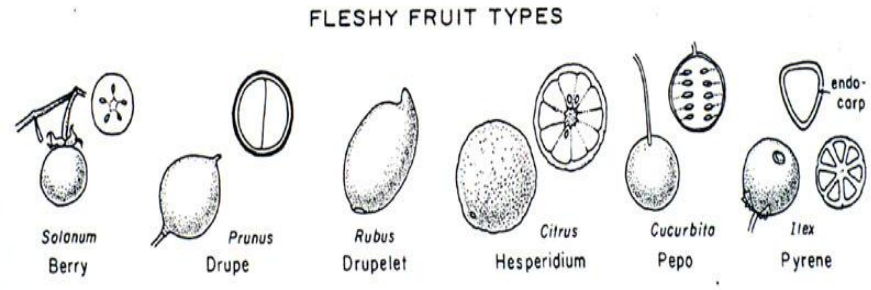
Gambar 29. Tipe buah kering tidak merekah (*indehiscent*)

2. Buah kering merekah (Gambar 30):
   a. Buah polong (*legumen*), misalnya petai cina (*Laucaena glauca*)
   b. Buah bumbung (*folliculus*), misalnya tapak dara (*Vinca rosea*)
   c. Buah kotak sejati (*capsul*), misalnya buah durian (*Durio zibethinus*), panili (*Vanilla planifolia*), rumput embun (*Drymaria cordata*), candu (*Papaver somniferum*), dan krokot (*Portulaca oleracea*).

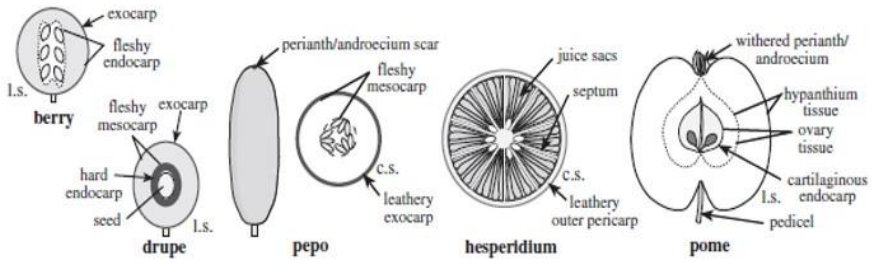


Gambar 30. Tipe buah kering merekah (*dehiscent*)

3. Buah berdaging (Gambar 31a dan Gambar 31b):
   a. Buah batu (*drupa*), misalnya kelapa (*Cocos nucifera*)
   b. Buah empulur (*pomum*), misalnya apel (*Pyrus malus*)
   c. Buah buni (*bacca/berry*), misalnya papaya (*Cacica papaya*) dan rambutan (*Nephelium lappaceum*)
   d. Buah jeruk (*hesperidium*), terdiri dari:
      1) *Flavedo* (lapisan terluar berwarna hijau lalu kuning)
      2) *Albedo* (lapisan tengah, bersifat seperti busa)
      3) Lapisan dalam bersekat-sekat, terbentuk dari beberapa ruangan yang di dalamnya terdapat gelembung-gelembung berair, misalnya jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*)
   e. Buah ketimum (*pepo*), misalnya ketimun (*Cucumis sativus*)
   f. Buah delima (*balausta*), misalnya delima (*Punica granatum*)
   g. Buah lobak (*siliqua*), misalnya lobak (*Raphanus sativus*)
   h. Buah padi (*caryosis*), misalnya padi (*Oryza sativa*)

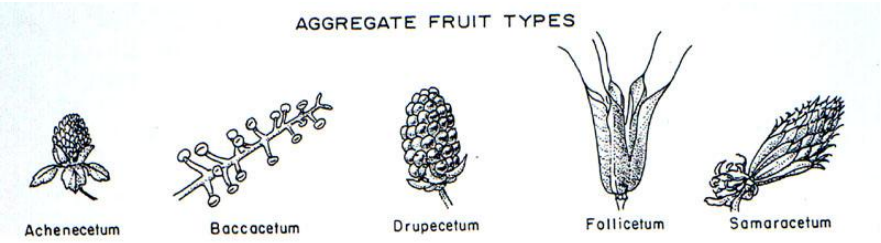


Gambar 31a. Tipe-tipe buah berdaging



Gambar 31b. Tipe-tipe buah berdaging dan bagian-bagiannya

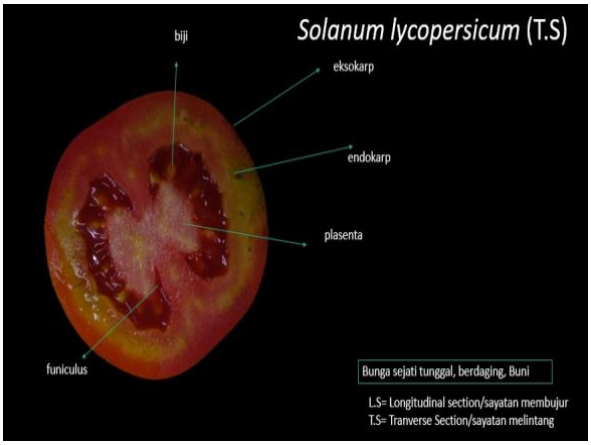
Buah sejati majemuk/berganda, yang terbentuk oleh dua/lebih putik yang terdapat di dasar bunga yang sama dapat dibagi menjadi buah *aggregate* (Gambar 32), misalnya srikaya (*Annona squamosa*) dan buah *multiple*, misalnya nangka (*Artocarpus integra*).

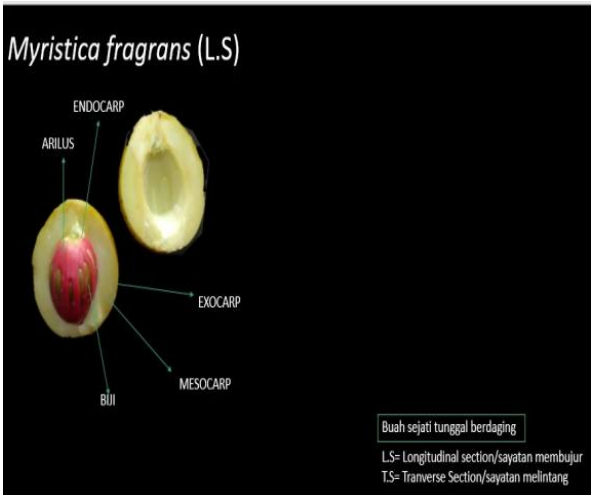


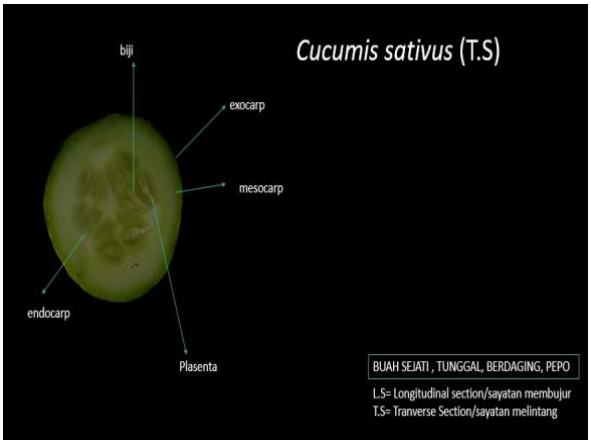
Gambar 32. Tipe buah *agregate*

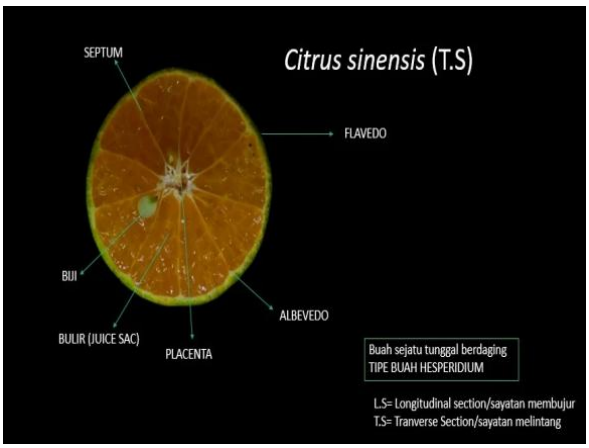
Buah semu/palsu adalah buah yang terbentuk dari bagian lain dari bunga atau dari alat tambahan bunga, seperti buah jambu mete

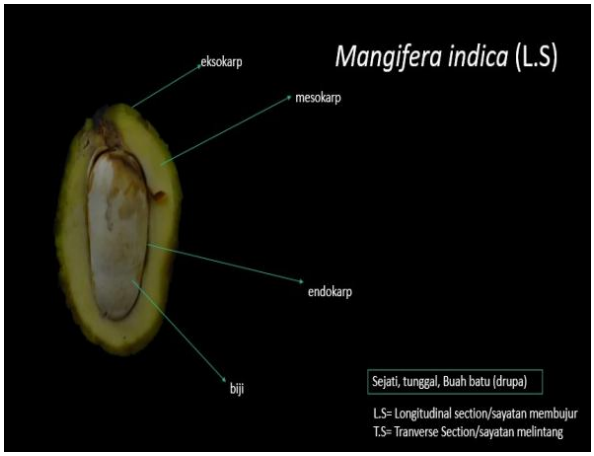
(*Anacardium occidentale*) berasal dari tangkai bunga, jambu air (*Syzygium aqueum*) berasal dari dasar bunga (*receptaculum*), ciplukan (*Physalis angulata*) berasal dari kelopak bunga, beringin (*Ficus benjaminica*) berasal dari dasar bunga yang berbentuk seperti periuk. Buah semu majemuk berasal dari bunga majemuk dan buahnya tampak seperti satu buah, sedangkan buah semu berganda berasal dari satu bakal buah, misalnya arbei (*Fragaria vesca*). Berikut adalah bagian-bagian buah pada potongan melintang atau membujur (Gambar 33).

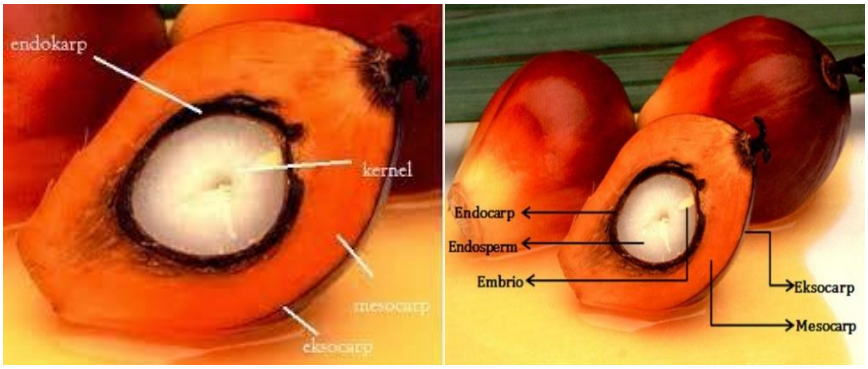


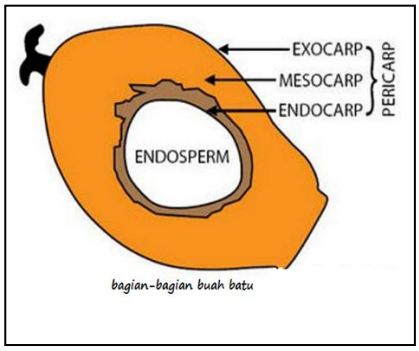


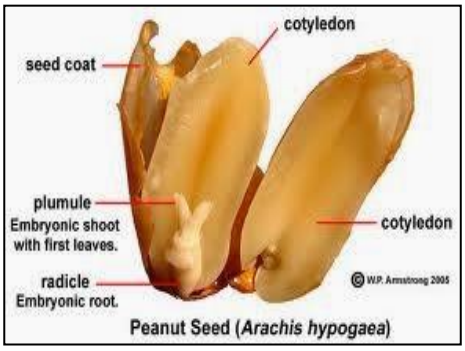

Cucumis sativus (T.S)
biji
exocarp
mesocarp
endocarp
Plasenta
BUAH SEJATI , TUNGGAL, BERDAGING, PEPO
L.S= Longitudinal section/sayatan membujur
T.S= Tranverse Section/sayatan melintang

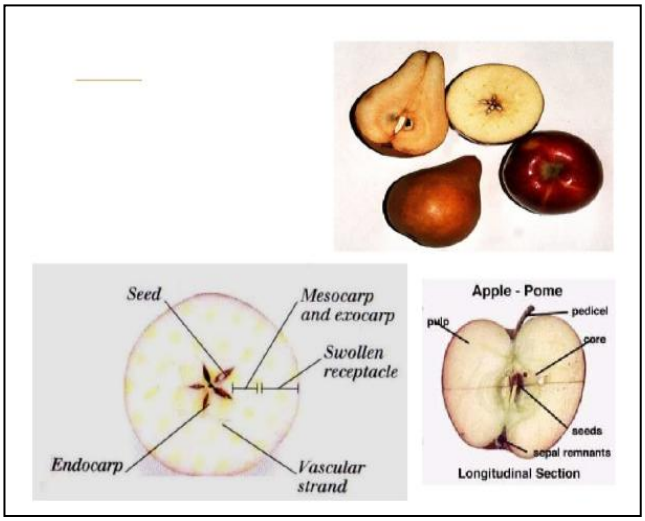

Citrus sinensis (T.S)
SEPTUM
FLAVEDO
BIJI
ALBEVEDO
BULIR (JUICE SAC)
PLACENTA
Buah sejatu tunggal berdaging
TIPE BUAH HESPERIDIUM
L.S= Longitudinal section/sayatan membujur
T.S= Tranverse Section/sayatan melintang


Mangifera indica (L.S)
eksokarp
mesokarp
endokarp
biji
Sejati, tunggal, Buah batu (drupa)
L.S= Longitudinal section/sayatan membujur
T.S= Tranverse Section/sayatan melintang









Gambar 33. Bagian-bagian buah pada potongan melintang dan membujur

Objek Tumbuhan dan Sarana Pendukung

Sarana Pendukung:

1. Lup/kaca pembesar
2. Pisau cutter/silet
3. Pinset
4. Penggaris
5. Kertas label
6. Alat tulis, pensil warna, buku gambar
7. Kamera (opsional, untuk dokumentasi)

Objek Tumbuhan dan Pelengkap:

1. Asam jawa (*Tamarindus indica*)
2. Kacang tanah (*Arachis hypogaea*)
3. Apel (*Pyrus malus*)
4. Jambu air (*Syzygium aqueum*)
5. Jarak pagar (*Jatropha curcas*)
6. Ketimun (*Cucumis sativus*)
7. Jeruk manis (*Citrus sinensis)*
8. Kelapa (*Cocos nucifera*)
9. Pisang (*Musa paradisiaca*)
10. Nanas (*Ananas comosus*)
11. Mangga (*Mangifera indica*)
12. Pepaya (*Carica papaya*)

Alur Eksplorasi:

1. Siapkan seluruh objek tumbuhan dan sarana pendukung yang akan digunakan.
2. Ambil masing-masing contoh tumbuhan.
3. Bersihkan buah dari kotoran menggunakan air bersih dan keringkan.
4. Amati bagian-bagian buah secara visual dan menggunakan kaca pembesar, meliputi:
   a. Buah sejati (*fructus nudus*)
   b. Buah semu (*fructus clausus*)
   c. Buah tunggal
   d. Buah majemuk
5. Tentukan tipe buah di atas berdasarkan bagian yang dimilikinya.
6. Catat hasil pengamatan ke dalam tabel pengamatan dan digambar di buku gambar serta diberi warna sesuai objek yang diamati.

7. Dokumentasikan hasil pengamatan (jika diperlukan).
8. Bandingkan ciri-ciri buah di atas dari masing-masing tumbuhan.

Paparan Karakter Morfologi Buah

Tabel 6. Eksplorasi morfologi buah

No	Jenis Tumbuhan	Buah sejati/Semu	Buah tunggal/majemuk	Keterangan
1	Asam jawa			
2	Kacang tanah			
3	Apel			
4	Jambu air			
5	Jarak pagar			
6	Ketimun			
7	Jeruk manis			
8	Kelapa			
9	Pisang			
10	Nanas			
11	Mangga			
12	Pepaya			

Cakrawala Pemikiran

A. Pertanyaan Dasar

1. Apa yang dimaksud dengan buah dalam morfologi tumbuhan?
2. Dari bagian bunga manakah buah berkembang?
3. Sebutkan bagian-bagian utama penyusun buah.
4. Apa yang dimaksud dengan perikarp?

B. Pertanyaan Pemahaman

1. Jelaskan perbedaan antara buah sejati dan buah semu.
2. Sebutkan dan jelaskan lapisan-lapisan penyusun perikarp.
3. Apa perbedaan antara buah kering dan buah berdaging?
4. Mengapa morfologi buah penting dalam identifikasi tumbuhan?

C. Pertanyaan Analisis Pengamatan

1. Berdasarkan hasil pengamatan praktikum, jenis buah apa yang diamati pada sampel tumbuhan?
2. Bagaimana ciri morfologi buah yang diamati (bentuk, warna, tekstur)?

3. Apakah buah yang diamati termasuk buah tunggal, buah agregat, atau buah majemuk? Jelaskan.
4. Bagian buah apa saja yang dapat diamati dengan jelas pada sampel praktikum?

D. Pertanyaan Aplikasi

1. Sebutkan contoh tumbuhan yang menghasilkan buah berdaging.
2. Sebutkan contoh tumbuhan yang menghasilkan buah kering.
3. Bagaimana hubungan morfologi buah dengan proses penyebaran biji?

Berdasarkan hasil praktik, dapat disimpulkan bahwa buah memiliki variasi bentuk, struktur, dan tipe pada setiap jenis tumbuhan. Perbedaan morfologi buah tersebut merupakan ciri penting yang dapat digunakan dalam pengamatan, pengenalan, dan identifikasi tumbuhan.

BAB V
MIKROSKOP SEBAGAI ALAT EKSPLORASI STRUKTUR MIKROSKOPIS

5.1. Komponen dan Prinsip Kerja Mikroskop

Mikroskop adalah alat optik yang digunakan untuk melihat objek yang terlalu kecil untuk diamati dengan mata telanjang, seperti sel, jaringan, atau mikroorganisme. Mikroskop bekerja dengan cara memperbesar gambar objek menggunakan sistem lensa. Mikroskop ada beberapa jenis antara lain:

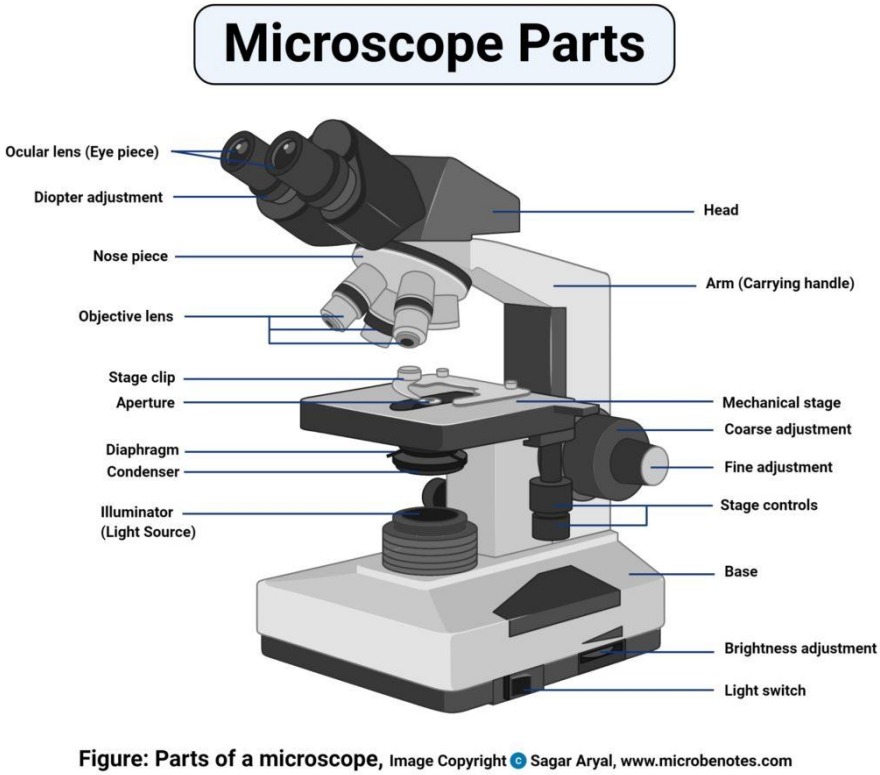
1. Mikroskop Cahaya (Optik):
   Menggunakan cahaya sebagai sumber penerangan dan lensa untuk memperbesar bayangan objek. Banyak digunakan dalam praktikum biologi dan farmasi.
2. Mikroskop Stereo (*Dissecting Microscope*):
   Menghasilkan gambar tiga dimensi, cocok untuk mengamati permukaan struktur makro tumbuhan atau serangga.
3. Mikroskop Elektron:
   Menggunakan sinar elektron untuk menghasilkan pembesaran sangat tinggi hingga ke tingkat struktur molekul.

Mikroskop juga mempunyai bagian-bagian utamanya antara lain:

1. Lensa okuler: Lensa tempat kita mengamati objek (biasanya 10x).
2. Lensa objektif: Lensa utama untuk memperbesar objek (4x, 10x, 40x, 100x).
3. *Revolver*: Pengatur pergantian lensa objektif.
4. Meja objek (*stage*): Tempat meletakkan preparat.
5. Kondensor dan diafragma: Mengatur cahaya yang masuk ke objek.

6. Cermin atau lampu: Sumber cahaya.
7. Makrometer dan mikrometer: Tombol pengatur fokus kasar dan halus.

Mikroskop sangat penting dalam dunia farmasi, terutama untuk mengamati struktur anatomi tumbuhan obat, sel tumbuhan, atau kontaminasi mikroskopik dalam bahan alam. Bagian-bagian mikroskop dapat dilihat pada Gambar 34 di bawah ini.



Gambar 34. Mikroskop dan bagian-bagiannya

5.2. Dasar Pengoperasian Mikroskop

1. Persiapan Awal
   a. Letakkan mikroskop di atas meja datar dan stabil.
   b. Pastikan mikroskop dalam kondisi bersih dan kering.

   c. Sambungkan kabel daya (jika mikroskop menggunakan pencahayaan listrik).
   d. Nyalakan lampu mikroskop (jika ada).
2. Pemeriksaan Lensa
   a. Pastikan lensa objektif dan lensa okuler bersih dari debu atau kotoran.
   b. Bersihkan dengan kertas lensa atau kain mikrofiber, jangan gunakan tisu biasa.
3. Penempatan Preparat
   a. Ambil preparat (sediaan kaca objek) dengan hati-hati, pegang di pinggirannya saja.
   b. Letakkan preparat di atas meja objek (*stage*) dan jepit dengan penjepit preparat.
4. Pengaturan Awal Mikroskop
   c. Putar *revolver* ke lensa objektif dengan perbesaran terendah (biasanya 4x atau 10x).
   d. Turunkan meja objek (*stage*) ke posisi terendah menggunakan makrometer (*coarse adjustment knob*).
5. Fokus Gambar
   a. Lihat melalui lensa okuler.
   b. Naikkan meja objek perlahan-lahan dengan makrometer hingga bayangan objek mulai tampak.
   c. Gunakan mikrometer (*fine adjustment knob*) untuk mempertajam fokus hingga gambar jelas.
6. Pengaturan Cahaya
   a. Atur diafragma dan cermin/lampu agar cahaya cukup terang, tetapi tidak menyilaukan.
   b. Hindari cahaya terlalu kuat karena bisa merusak detail pengamatan.
7. Ganti Perbesaran (Jika Diperlukan)
   a. Setelah objek terlihat jelas pada perbesaran rendah, putar revolver ke lensa dengan perbesaran lebih tinggi (misalnya 40x).
   b. Fokuskan ulang menggunakan mikrometer saja (jangan gunakan makrometer lagi untuk perbesaran tinggi).

8. Setelah Penggunaan
   a. Turunkan meja objek.
   b. Kembalikan lensa objektif ke posisi perbesaran rendah.
   c. Matikan lampu mikroskop.
   d. Lepaskan preparat dan bersihkan jika perlu.
   e. Tutup mikroskop dengan penutup debu.
9. Tips Tambahan
   a. Jangan menyentuh lensa dengan jari langsung.
   b. Jangan menggeser mikroskop saat ada preparat di atasnya.
   c. Jangan menggunakan minyak imersi pada lensa biasa (hanya untuk objektif 100x khusus imersi).
   d. Simpan mikroskop di tempat kering dan terlindung dari debu setelah digunakan.

Dengan mengikuti langkah-langkah tersebut, Anda akan mendapatkan hasil pengamatan mikroskopis yang maksimal dan memperpanjang umur mikroskop.

5.3. Perawatan dan Penyimpanan Mikroskop

1. Matikan Mikroskop
   a. Jika mikroskop menggunakan lampu, pastikan lampu dimatikan terlebih dahulu.
   b. Cabut kabel dari sumber listrik dan gulung kabel dengan rapi.
2. Bersihkan Mikroskop
   a. Gunakan kain mikrofiber atau tisu lensa untuk membersihkan lensa okuler dan objektif dari debu atau sidik jari.
   b. Bersihkan permukaan badan mikroskop dengan kain kering yang bersih.
   c. Jangan gunakan air atau bahan kimia keras langsung ke lensa.
3. Kembalikan ke Posisi Awal
   a. Putar lensa objektif ke posisi perbesaran paling rendah (biasanya 4x).
   b. Turunkan meja objek (*stage*) ke posisi paling bawah.
   c. Pastikan tidak ada preparat yang tertinggal di atas meja objek.

4. Tutup Mikroskop
   a. Gunakan penutup debu (*dust cover*) yang biasanya tersedia dari pabrik.
   b. Jika tidak ada, tutup dengan kain bersih dan kering yang tidak menempel serat.
5. Simpan di Tempat Aman
   a. Letakkan mikroskop di tempat kering, bersih, dan bebas dari sinar matahari langsung.
   b. Hindari tempat yang lembap agar tidak menumbuhkan jamur di lensa.
   c. Simpan di lemari khusus atau meja instrumen yang aman dari guncangan atau benturan.
6. Hindari Hal Ini
   a. Jangan menyimpan mikroskop dalam keadaan kotor.
   b. Jangan meletakkan benda berat di atas mikroskop atau kabelnya.
   c. Jangan biarkan mikroskop dalam posisi menyala terlalu lama setelah digunakan.

Perawatan dan penyimpanan mikroskop yang baik akan memperpanjang umur alat dan menjaga kualitas pengamatan tetap optimal.

BAB VI
KONSEP DASAR PREPARASI SPESIMEN BIOLOGI

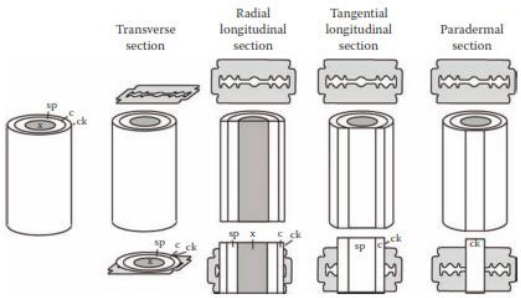
Pada umumnya, preparat yang dibuat dan diperiksa pada waktu praktikum adalah preparat basah (*wet mounting*), yaitu preparat yang dibuat langsung dari material yang masih segar atau dapat juga dari material yang sudah diawetkan di dalam larutan pengawet (fiksasi), misalnya dalam larutan formalin-alkohol. Tetapi untuk hal-hal tertentu, misalnya untuk melihat proses pembelahan sel (mitosis) seringkali digunakan preparat yang sudah jadi/awetan (*dry mounting*). Sebab untuk melihat struktur kromosom dalam proses tersebut, diperlukan pewarnaan dan perlakuan khusus terhadap material pada waktu pembuatannya. Suatu cara yang paling mudah dan sederhana untuk mempelajari struktur anatomi tumbuhan ialah dengan membuat preparat sebaik mungkin dari suatu objek yang akan dipelajari dan memeriksanya dengan mikroskop.

Apabila kita akan mempelajari struktur anatomi batang, maka kita harus membuat preparat dari batang, untuk itu dibuat potongan/irisan dari batang setipis mungkin. Pemotongan dapat dilakukan dengan menggunakan silet yang tajam, untuk pembuatan preparat awetan, material dipotong dengan alat khusus yang disebut mikrotom (Gambar 35), selanjutnya material sambil dijepit di antara ibu jari dan telunjuk kemudian dipotong. Jika material yang akan dipotong terlalu tipis (misalnya daun), maka letakkanlah daun tersebut di tengah-tengah sepotong gabus/empulur batang singkong, kemudian dengan menjepitnya di antara ibu jari dan telunjuk gabus tersebut dipotong setipis mungkin, maka materialnyapun akan turut terpotong dengan mudah.

Gambar 35. Mikrotom putar dan bagian-bagiannya

Untuk mendapatkan struktur anatomi dari suatu objek yang akan dipelajari secara lengkap, misalnya aksis tumbuhan (batang/akar) maka diperlukan potongan/irisan dari berbagai arah sehingga akan diperoleh secara tiga dimensi (Gambar 36). Hal ini dapat dilakukan dengan membuat potongan/irisan menurut tiga bidang pemotongan antara lain:

1. Potongan melintang (Transversal, *Cross-Section*, C-S atau X-S), merupakan potongan yang arahnya tegak lurus terhadap sumbu memanjang aksis tumbuhan
2. Potongan memanjang (Longitudinal, *Radial-Section*, L-S atau R-S), merupakan potongan yang arahnya melalui dan sejajar sumbu aksis tumbuhan
3. Potongan tangensial (T-S), merupakan potongan yang arahnya sejajar dengan sumbu memanjang aksis tumbuhan.

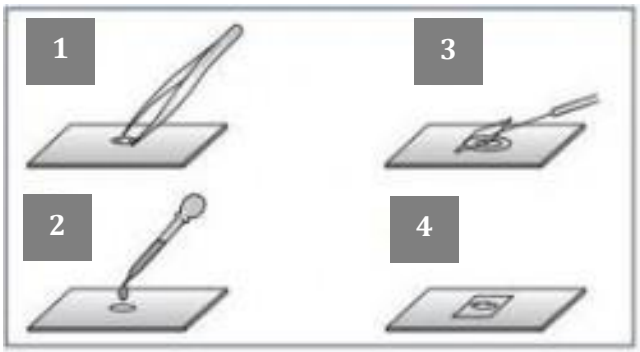


Gambar 36. Tipe-tipe sayatan pada material tumbuhan

Pengambilan material untuk preparat, selain dengan membuat potongan/irisan dari bagian-bagian tumbuhan dapat juga dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut:

1. Disobek, misalnya untuk lapisan epidermis daun
2. Dikerok, misalnya untuk trikoma pada daun atau batang
3. Ditumbuk, misalnya untuk melihat amilum dari biji atau buah

Jika material yang akan diperiksa telah diperoleh, maka langsung diletakkan di atas kaca preparat (*object glass*), kemudian diberikan 1-2 tetes media dan ditutup dengan kaca penutup (*cover glass*) (Gambar 37). Untuk preparat basah, sebagai media biasanya digunakan air biasa atau akuades, sedangkan untuk preparat awetan digunakan *canada balsam*. Agar diperoleh gambaran yang lebih jelas dan mendetail dari suatu objek yang akan diamati, maka kadang-kadang perlu ditambahkan media zat warna/reagen tertentu yang akan memberikan suatu reaksi kimia/warna tertentu pada material tersebut.



Gambar 37. Tahap-tahap membuat preparat basah atau segar

BAB VII
REPRESENTASI STRUKTUR SEL DAN JARINGAN TUMBUHAN

Sebagai latihan praktikum untuk membuat, mengamati dan menggambar objek pengamatan, marilah kita mencoba untuk membuat preparat dari serat/serabut biji kapas (*Gossypium* sp.), untuk itu harus disiapkan terlebih dahulu material dan alat-alat praktikum seperti kapas, kaca preparat (*object glass*) dan kaca penutup (*cover glass*) yang bersih, media, tissue, pinset, jarum layar, dan lain-lain, serta mikroskop yang sudah siap untuk digunakan.

7.1. Prinsip Dasar Penyediaan Preparat

Ambillah sejumput kapas dengan pinset atau jarum layar, lalu letakkan tepat di tengah media akuades pada kaca preparat, tutup dengan kaca penutup. Usahakan agar tidak terbentuk gelembung udara, selanjutnya preparat siap diamati.

7.2. Pendekatan Eksplorasi Mikroskopis

Letakkan preparat pada meja benda, turunkan tubus perlahan-lahan dengan memutar sekrup pemutar kasar, untuk pemeriksaan pendahuluan gunakanlah selalu lensa objektif dengan pembesaran paling kecil (10x), sambil menurunkan tubus lihatlah melalui lensa okuler gambar/bayangan objek. Jika struktur objek sudah terlihat dengan jelas, maka dengan menggerakkan preparat ke kanan dan ke kiri/ke atas dan ke bawah carilah gambar/bayangan objek yang mempunyai struktur anatomi paling baik. Jika sudah dapat, maka tekanlah penjepit sehingga preparat tidak dapat bergerak lagi, selanjutnya objek pengamatan sudah siap untuk di gambar.

7.3. Representasi Visual dalam Studi Mikroskopis

Sebelum digambar apa yang telah diamati, perhatikanlah lebih dahulu struktur anatomi objek pengamatan, setelah jelas barulah digambar pada buku gambar dengan memberikan keterangan yang jelas dan lengkap mengenai objek pengamatan. Pada permulaan praktikum jangan lupa selalu menuliskan tanggal, nomor dan judul praktikum. Selain itu, pada setiap material/bahan yang diamati harus diberikan keterangan tentang:

1. Nama tumbuhan (nama genus dan spesies)
2. Cara pembuatan/pengambilan bahan untuk preparat
3. Nama bagian tumbuhan yang digunakan untuk pembuatan preparat
4. Struktur anatomi preparat yang diamati
5. Media yang digunakan
6. Pembesaran objek pengamatan

Contoh:

Praktikum : I (Latihan praktikum)

Tanggal : ……..

1. Kapas (*Gossypium hirsutum* L.)
   a. Cara pembuatan : diambil satu helai menggunakan jarum/pinset
   b. Bagian yang diambil : rambut biji
   c. Struktur yang diamati : sel rambut
   d. Media : air
   e. Pembesaran : 100 x
   f. Hasil pengamatan : Gambar 38

(a) (b)

Gambar 38. Struktur sel rambut kapas (a) dan tanaman kapas (*Gossypium hirsutum* L.) (b)

BAB VIII
STRUKTUR ANATOMI DAN ORGANISASI INTERNAL TUMBUHAN

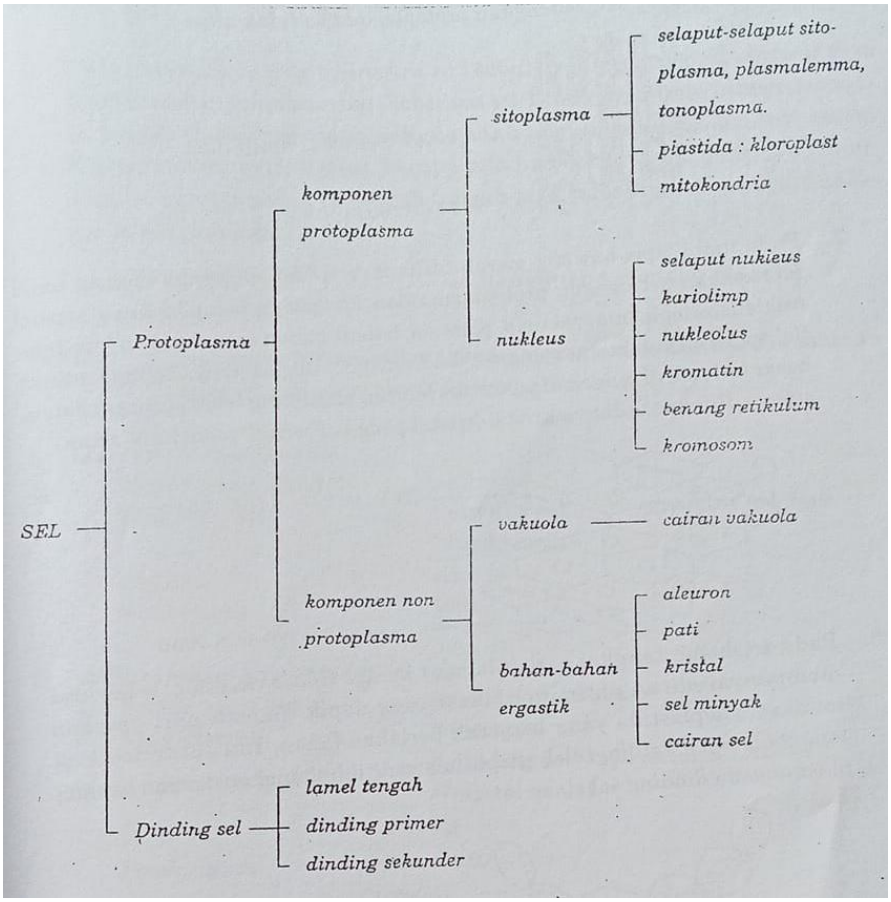
8.1. Organisasi Dasar Sel Tumbuhan

Pembahasan ini diarahkan untuk memahami struktur sel tumbuhan serta variasi bentuk dinding selnya. Selain itu, materi ini menekankan bahwa irisan material tumbuhan, meskipun dibuat sangat tipis, tetap memiliki ketebalan tertentu yang memengaruhi kejelasan visualisasi struktur sel pada pengamatan mikroskopis. Oleh karena itu, ketepatan posisi dan pengaturan fokus menjadi faktor penting agar seluruh bagian sel dapat terlihat secara jelas dan utuh. Pemahaman konsep tersebut didukung oleh kajian terhadap berbagai contoh material tumbuhan, seperti empulur singkong atau ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz.), umbi lapis bawang merah (*Allium cepa* L.), bunga adam hawa (*Rhoeo discolor* L.), daun ganggang air (*Hydrilla verticillata* L.), serta talus ganggang sekrup (*Spirogyra* sp.), yang merepresentasikan keragaman struktur sel tumbuhan.

Sel adalah satuan dasar struktural dan fisiologis yang paling kecil dari mahluk hidup. Pada tumbuhan, selnya tersusun atas bagian-bagian yang disebut protoplasma dan dinding sel yang mengelilinginya. Pada sel hidup, dinding sel dianggap sebagai bagian sel yang mati sedangkan protoplasma merupakan bagian yang hidup, sehingga pada sel mati secara mikroskopis yang tampak hanyalah rangka selnya saja yaitu dinding sel dengan sisa-sisa protoplasma di dalam lumen selnya.

Salah satu sifat protoplasma yang menunjukkan adanya kehidupan adalah adanya aliran plasma (*siklosis*). Protoplasma bergerak mengalir di dalam lumen sel menurut arah tertentu. Aliran plasma yang bergerak ke satu arah disebut aliran rotasi, sedangkan yang arah pergerakannya lebih dari satu arah disebut arah sirkulasi.

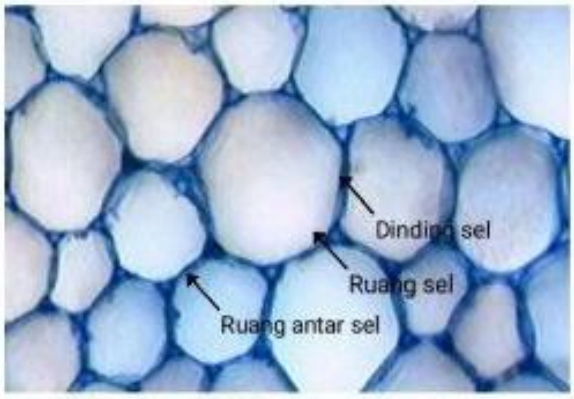
Adanya aliran plasma di dalam lumen sel dapat diketahui dari benda-benda yang terdapat di dalam plasma yang juga ikut bergerak, misalnya plastida (kloroplas). Secara sederhana, bagan organisasi sel tumbuhan dapat dilihat pada Gambar 39.



Gambar 39. Bagan organisasi sel tumbuhan

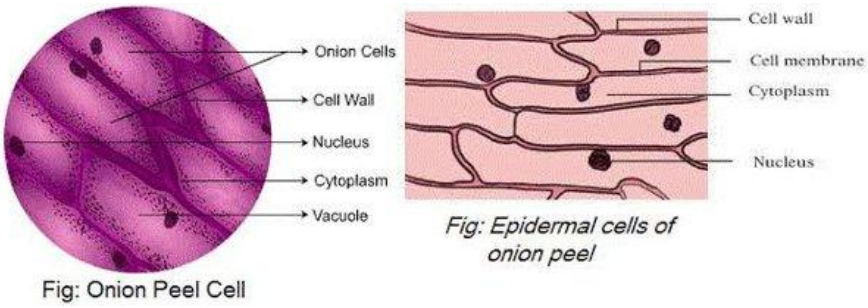
Pada praktikum kali ini yang akan kita periksa, amati, dan identifikasi adalah:

1. Sel-sel gabus dari gabus sumbat botol (*Quercus suber* L.) atau dari empulur batang singkong (*Manihot esculenta* Crantz.), yang tampak hanyalah rangka selnya saja yaitu dinding sel, sedangkan protoplasmanya tidak ada/kosong (Gambar 40).



Gambar 40. Anatomi sel gabus singkong (sel mati)

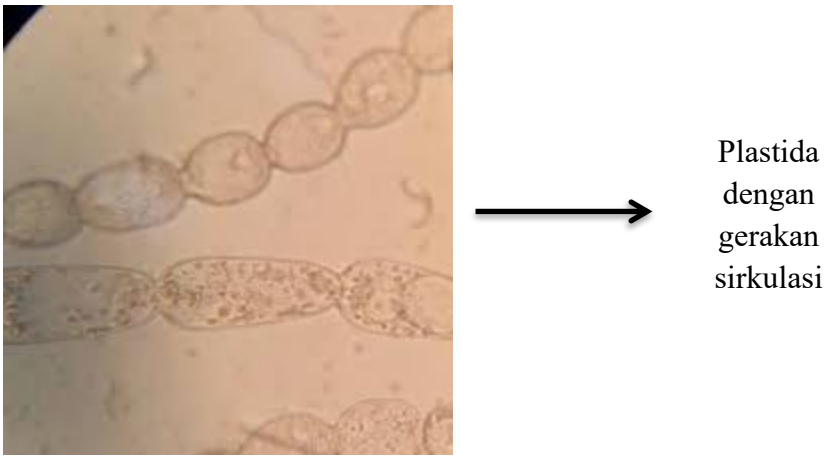
2. Pada umbi lapis bawang merah (*Allium cepa* L.), sel epidermis lapisan umbi merupakan sel dengan protoplasma dan komponen-komponennya seperti *nucleus*, sitoplasma, vakuola, plastid, bahan-bahan ergastik, dan lain-lain. Sel epidermisnya memanjang, berdinding tipis, sitoplasmanya bening, intinya besar terletak di tengah/di tepi. Pada lapisan umbi yang kering di dalam selnya dijumpai Kristal-kristal berbentuk batang dan kubus (Gambar 41).



Gambar 41. Anatomi sel umbi lapis bawang merah

3. Pada trikom tangkai sari (filamen) bunga adam hawa (*Rhoeo discolor* L.), sel-selnya mempunyai aliran plasma sirkulasi yang dapat diamati dari gerakan mitokondria/plastid yang bergerak perlahan-lahan. Inti sel terletak di tengah/di tepi dan dikelilingi

oleh sitoplasma yang dihubungkan dengan benang plasma pada dinding sel (Gambar 42).



Gambar 42. Anatomi plastida dengan gerakan sirkulasi

4. Pada sel epidermis daun ganggang (*Hydrilla verticillata* L.), tersusun dari dua lapis sel/lebih, kecuali pada tulang daunnya oleh sebab itu selnya mudah diamati. Sel epidermis berbentuk persegi panjang, ada butir-butir kloroplas yang terletak di sepanjang dinding sel dan bergerak perlahan-lahan mengikuti aliran plasma rotasi (Gambar 43).

(a) (b)

Gambar 43. Tanaman *Hydrilla verticillata* (a); butir-butir kloroplas dengan aliran rotasi (b)

5. Pada ganggang sekrup (*Spirogyra* sp.), tubuhnya terdiri dari filamen-filamen tidak bercabang tersusun dari beberapa sel. Dinding selnya tipis, inti sel terletak di tengah dalam segumpal sitoplasma berbentuk radier. Kloroplas tampak jelas, berupa pita berbentuk spiral dengan deretan butir-butir pirenoid di tengah-tengah pita yang tampak sebagai benda-benda bulat mengkilat (Gambar 44).

(a) (b)

Gambar 44. *Spirogyra* sp. (a); kloroplas bentuk spiral dengan aliran sirkulasi (b).

Tugas:

Amati dan gambarkan bahan-bahan tumbuhan di bawah ini dan tuliskan bagian-bagiannya secara lengkap dari objek pengamatan saudara

1. *Quercus suber* (gabus)
   a. Bagian yang diambil : potongan melintang/*cross section* (C-S) gabus
   b. Bagian yang diamati : struktur sel mati (dinding sel dan lumen sel)
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x dan 400x

2. *Allium cepa* (bawang merah)
   a. Bagian yang diambil : sobekan umbi lapis
   b. Bagian yang diamati : struktur sel hidup (inti sel, dinding sel, dan kristal oksalat)
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x dan 400x
3. *Rhoeo discolor* (adam hawa)
   a. Bagian yang diambil : trikom tangkai sari
   b. Bagian yang diamati : aliran plasma sirkulasi dari gerakan kloroplas berbentuk spiral
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x dan 400x
4. *Hydrilla verticillata* (ganggang)
   a. Bagian yang diambil : satu helai daun
   b. Bagian yang diamati : aliran plasma rotasi dari gerakan kloroplas
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x dan 400x
5. *Spirogyra* sp. (ganggang sekrup)
   a. Bagian yang diambil : satu filamen ganggang
   b. Bagian yang diamati : kloroplas berbentuk spiral
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x dan 400x

Jawablah pertanyaan di bawah ini:
1. Apa yang dimaksud dengan sel?
2. Apa perbedaan sel tumbuhan dengan sel hewan?
3. Apa yang dimaksud dengan kloroplas dan sitoplasma?
4. Apa yang dimaksud gerakan plasma rotasi dan sirkulasi?
5. Apa perbedaan sel hidup dengan sel mati?

8.2. Anatomi Sel dan Isi Sel

Pembahasan ini berfokus pada pemahaman mengenai keragaman bentuk sel tumbuhan, organel sel, vakuola, serta keberadaan bahan-bahan ergastik di dalam cairan sel, seperti kromoplas, butir aleuron, dan pigmen antosianin. Uraian konsep

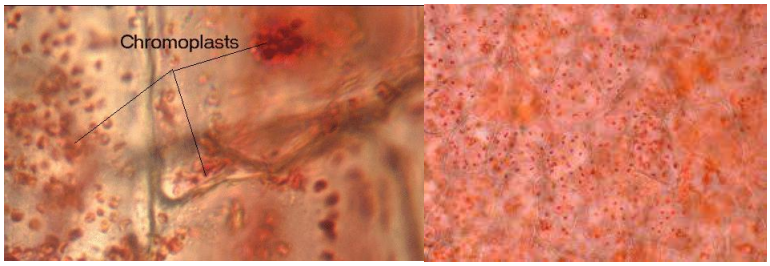
tersebut didukung oleh contoh-contoh tumbuhan yang merepresentasikan variasi struktur dan kandungan seluler, antara lain wortel (*Daucus carota* L.), alamanda (*Allamanda cathartica* L.), kelapa (*Cocos nucifera* L.), jarak pagar (*Jatropha curcas* L.), dan adam hawa (*Rhoeo discolor* L.).

Di dalam sitoplasma, bagian protoplasma yang telah berdiferensiasi menjadi organ-organ sel adalah hialoplasma, plastida, dan mitokondria atau kondriosoma. Di dalam sitoplasma juga terdapat vakuola, Kristal, dan benda padat bukan Kristal seperti amilum (butir pati) dan protein. Plastida mempunyai bentuk, fungsi, dan warna tertentu; terdiri dari kloroplas, kromoplas, dan leukoplas. Kloroplas dan kromoplas adalah plastida berwarna seperti hijau (klorofil), orange atau jingga (karoten), dan kuning (xantofil).

Vakuola adalah rongga yang terbentuk di dalam lumen sel ketika sel bertambah besar dan menjadi tua, berisi cairan sel (*cell sap*) yang mengandung bahan-bahan terlarut seperti gas, garam anorganik, asam organik, gula, protein, lemak/minyak, dan lain-lain. Kadang-kadang mengandung pigmen antosian yang akan menghasilkan warna tertentu (merah ungu/*crimson*) pada bagian tumbuhan seperti akar, daun, atau bunga. Pigmen ini akan berubah warna jika lingkungannya berubah. Dalam suasana asam (pH<7), warna biru akan berubah menjadi merah/pink, sedangkan jika suasana basa (pH>7) warna biru akan berubah menjadi hijau. Pada praktikum ini, kita akan melihat, mengamati, dan mengidentifikasi anatomi sel dan isi sel dari beberapa tumbuhan.

1. Pada akar pena (*fusiformis*) wortel (*Daucus carota* L.), sel-sel parenkimnya berdinding tipis, di dalam sel terdapat kromoplas berwarna oranye/jingga yang mengandung butir-butir karoten (Gambar 45).

(a)

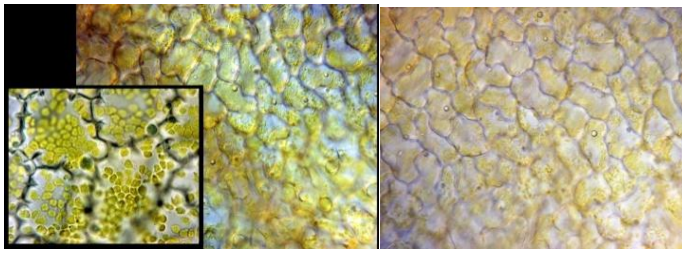


(b)

Gambar 45. (a) Umbi wortel, (b) Pigmen kromoplas berwarna jingga (karoten)

2. Pada bunga alamanda (*Allamanda cathartica* L.), sel-sel epidermis mahkota bunga (*corolla*) mempunyai dinding sel yang bergelombang atau berlekuk-lekuk. Di dalam selnya terdapat kromoplas berwarna kuning yang mengandung butir-butir xantofil dan tersebar di seluruh lumen sel (Gambar 46).

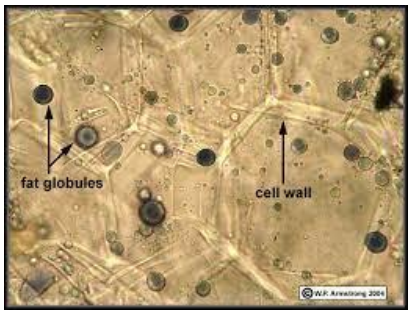
(a)



(b)

Gambar 46. (a) Bunga Alamanda, (b) Dinding sel epidermis bergelombang dengan pigmen kuning (xantofil)

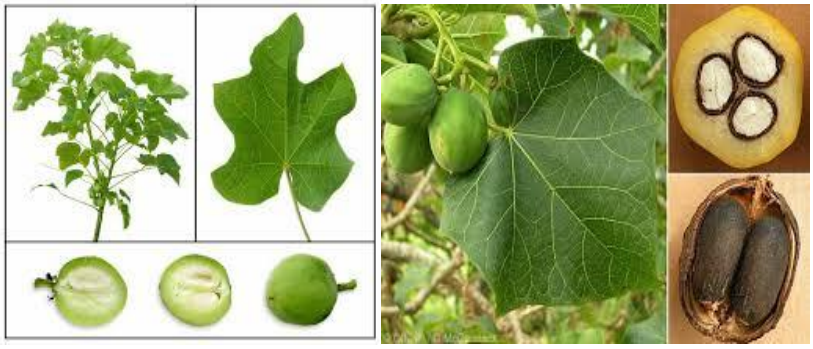
3. Pada endosperm buah kelapa (*Cocos nucifera* L.), dapat dijumpai bahan cadangan di dalam sel parenkim. Di dalam vakuolanya terdapat lemak dalam bentuk butir-butir minyak, sedangkan proteinnya berbentuk kristaloid (Gambar 47).



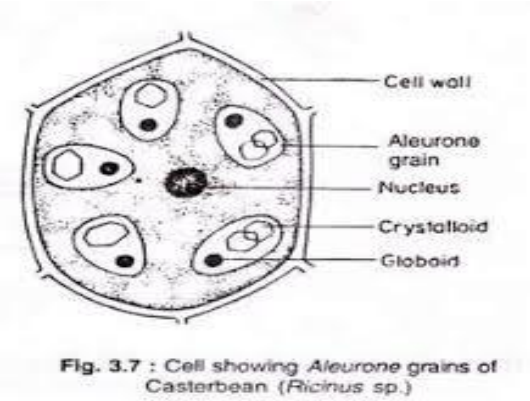
(a) (b)

Gambar 47. (a) Endosperm buah kelapa, (b) sel lemak/minyak

4. Aleuron adalah bahan makanan cadangan protein yang terdapat di dalam cairan sel, yang karena kadar airnya berkurang telah mengkristal. Di dalam biji jarak (*Jatropha curcas* L.) bentuknya seperti segi enam, besar, berwarna putih/bening dan disebut kristaloid, sedangkan kristal yang lebih kecil disebut globoid, mengandung kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) (Gambar 48).



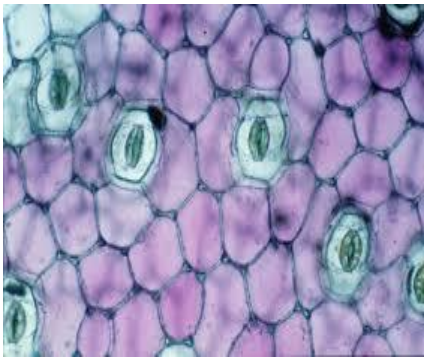
(a) (b)



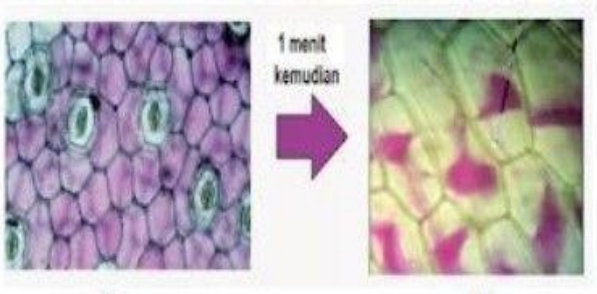
(c)

Gambar 48. (a) Pohon jarak dan buah yang masih muda, (b) Buah dan biji jarak yang sudah tua dan kering, dan (c) Sel kristaloid dan globoid

5. Pada epidermis daun adam hawa (*Rhoeo discolor* L.), sel-selnya banyak sekali mengandung pigmen ungu (antosianin), adanya suasana asam (H_2SO_4) atau basa (NaOH), menyebabkan pigmen ungu akan berubah warna (Gambar 49).



(a) (b)



(c)

Gambar 49. (a) Tanaman *Rhoeo discolor* (adam hawa), (b) Pigmen ungu (antosian) di sel epidermis daun, (c) Penambahan asam pigmen ungu menjadi merah dan penambahan basa menjadi hijau

Tugas: Gambarkan preparat yang sudah saudara buat di buku gambar dan tuliskan bagian-bagian dari objek pengamatan

1. *Daucus carota* (wortel)
   a. Bagian yang diambil : c-s umbi
   b. Yang diamati : bentuk sel dan pigmen karoten (jingga)
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x
2. *Allamanda cathartica* (alamanda)
   a. Bagian yang diambil : sobekan mahkota/corolla bunga

b. Yang diamati : bentuk sel dan pigmen xanthofil (kuning)
c. Medium : air
d. Perbesaran : 100x, 400x

3. *Cocos nucifera* (kelapa)
   a. Bagian yang diambil : c-s endosperm buah
   b. Yang diamati : bentuk sel, butir-butir minyak dan protein
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x, 400x

4. *Jatropha curcas* (jarak pagar)
   a. Bagian yang diambil : c-s endosperm biji
   b. Yang diamati : bentuk sel, kristaloid dan globoid
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x, 400x
5. *Rhoeo discolor* (adam hawa)
   a. Bagian yang diambil : sobekan epidermis daun bagian bawah
   b. Yang diamati : bentuk sel, pigmen antosian (merah-ungu)
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x

Jawablah pertanyaan di bawah ini:

1. Apakah yang dimaksud dengan karoten dan apa gunanya?
2. Mengapa buah yang muda berwarna hijau, lalu berubah warna menjadi kuning/merah bila telah tua?
2. Apakah kacang tanah (*Arachis hypogaea*) juga mengandung kristaloid dan globoid?

8.3. Anatomi Dinding Sel, Plasmodesma dan Plasmolisis

Pembahasan ini menitikberatkan pada pemahaman struktur dinding sel tumbuhan, termasuk variasi bentuk pit, pit kanal, dan plasmodesma, serta bahan-bahan penyusun dinding sel yang berkaitan dengan proses plasmolisis. Uraian konsep tersebut

didukung oleh contoh-contoh tumbuhan yang merepresentasikan keragaman struktur dan karakter dinding sel, antara lain salak (*Salacca edulis*), kelapa (*Cocos nucifera*), teh (*Camellia sinensis*), asam jawa (*Tamarindus indica*), dan adam hawa (*Rhoeo discolor*).

Pada tumbuhan, dinding sel merupakan pembentukan rangka tubuh tumbuhan, dibentuk oleh protoplasma sebagai hasil sekresinya. Berfungsi untuk melindungi protoplasma terhadap desakan dari luar. Bagian dinding sel yang pertama kali dibentuk sangat halus dan lembut ketika membelah diri yang memisahkan dua protoplas/dua lumen sel. Lapisan selanjutnya ialah dinding primer, yaitu lapisan yang dibentuk oleh penyisipan bahan-bahan selulosa/hemiselulosa di atas lamel tengah. Pada kebanyakan sel, selanjutnya akan terjadi penebalan dinding lagi yaitu jika besar dan bentuk sel telah sepenuhnya tercapai. Penebalan dinding terbentuk oleh penyisipan bahan-bahan lignin, lapisan ini disebut dinding sekunder. Penebalan dinding sekunder biasanya terjadi pada sel-sel jaringan pengangkut (*floem/xilem*) atau pada sel-sel jaringan penunjang (sklerenkim). Pada sel sklerenkim, dinding sekundernya begitu tebal sehingga disebut sel batu (sklereid).

Ketika penebalan dinding sel berlangsung pada beberapa tempat, masih ada bagian dinding sel yang tidak turut menebal, yaitu pada dinding sel di mana terdapat hubungan antara dua protoplasma dari dua sel, sehingga ketika penebalan terjadi pada dinding tersebut akan terbentuk lubang. Lubang pada dinding sel tersebut dinamakan pit (noktah). Menurut bentuknya, ada tiga macam pith yaitu (1) pit sederhana, (2) pit halaman, dan (3) pit setengah halaman. Melalui pit pada dinding sel terdapat penjuluran sitoplasma yang merupakan penghubung antara protoplasma dari dua lumen sel, penjuluran ini disebut plasmodesma, berfungsi sebagai tempat penyaluran zat-zat/rangsangan dari satu sel ke sel yang lain. Jika penebalan dinding selnya begitu tebal (misalnya sel batu), maka pit yang terbentuk akan sempit dan panjang sehingga merupakan suatu saluran. Saluran pit semacam ini disebut pit kanal.

Protoplasma dalam sel hidup mempunyai sifat-sifat semipermeabel terhadap kebanyakan zat-zat yang larut di dalam air. Jika sel hidup diletakkan dalam cairan yang hipertonis maka akan

terjadi plasmolisis, yaitu terlepasnya isi sel dari dinding sel. Misalnya larutan gula 10% atau larutan 5-10% KNO_3. Sebagai contoh digunakan sel/jaringan parenkim dari epidermis daun bawah *Rhoeo discolor* (adam hawa), di mana selnya mengandung pigmen antosianin bila dimasukkan ke dalam larutan hipertonis maka di dalam lumen sel akan terbentuk bagian yang tidak berwarna sebab antosianinnya telah keluar dari lumen sel dan digantikan oleh larutan hipertonis tadi, sedangkan antosianinnya makin bertambah tua warnanya karena selnya telah mengalami proses plasmolisis. Pada praktikum ini, kita akan mempelajari dan mengamati hal-hal tersebut di atas:

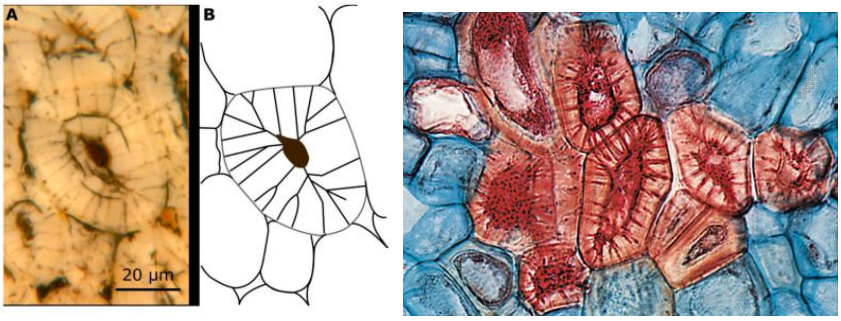
1. Pada biji salak (*Salacca edulis*), sel-sel parenkim endospermnya mempunyai dinding primer dari bahan-bahan hemiselulosa. Dinding selnya mengandung pit sederhana (*simple pith*). Pada dinding sel yang dipotong melintang (*cross section*/C-S), akan tampak pada pit nya selaput yang memisahkan dua buah lumen sel yaitu *pit membran*. Sedangkan pada dinding yang tidak dipotong akan tampak juga pit nya merupakan lubang yang bulat (Gambar 50).

(a) (b) (c)

Gambar 50. (a) Pohon salak, (b) Buah dan biji salak, (c) Pit sederhana dan pit membran

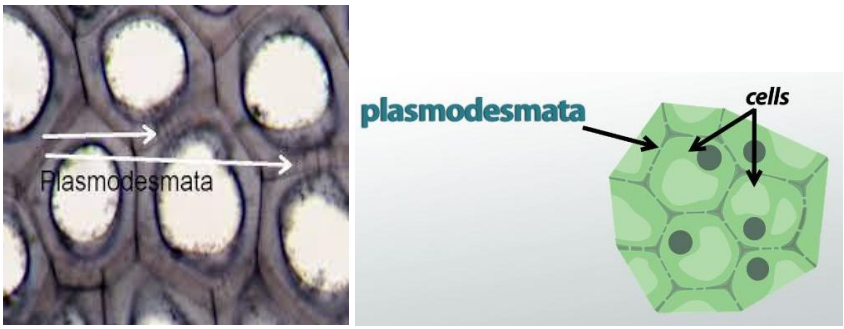
2. Pada lapisan endocarp/batok/tempurung kelapa (*Cocos nucifera*). Sel endocarp merupakan sel-sel sklerenkim yang berdinding tebal dan keras, terdiri dari bahan-bahan lignin. Sebab itu selnya disebut sel batu (sklereid) di mana lumen selnya sangat sempit dan pada dindingnya terlihat saluran-

saluran pit yang merupakan saluran lurus/bercabang-cabang disebut pit kanal (Gambar 51).



Gambar 51. Sel batu (sklereid) dengan pit kanal pada *Cocos nucifera*

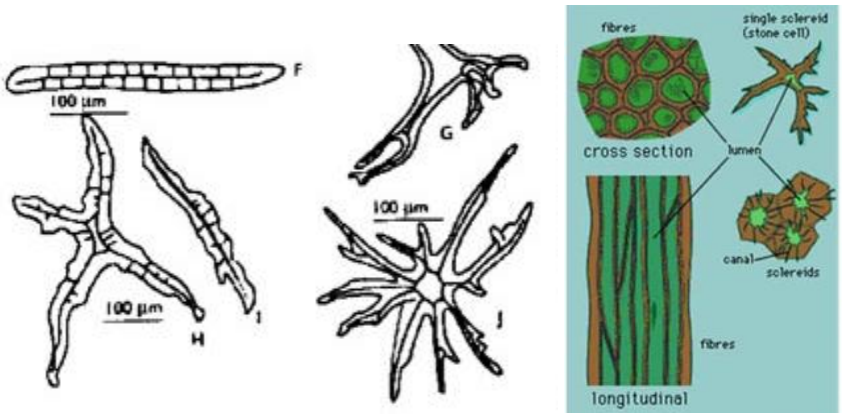
3. Untuk melihat adanya plasmodesma, maka sitoplasma sel endosperm biji asam jawa (*Tamarindus indica*) harus diberi pewarnaan khusus safranin. Sitoplasmanya akan berwarna biru sedangkan dinding selnya tidak berwarna, sehingga dengan perbesaran yang kuat pada pit akan terlihat penjuluran benang-benang plasma yang disebut plasmodesma, karena pada sel batu biji asam jawa ini sel-selnya masih hidup (Gambar 52).



Gambar 52. Plasmodesmata pada biji *Tamarindus indica*

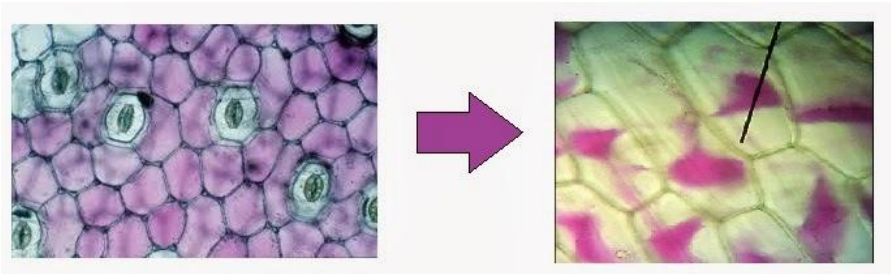
4. Pada tangkai daun (*petiolus*) teh (*Camellia sinensis*), di antara sel-sel parenkimnya dapat dijumpai sel-sel yang bentuknya besar dan berbeda dengan sel parenkimnya. Selnya bercabang-

cabang, berdinding tebal, dan lumen selnya sempit. Pada dinding selnya terdapat pit kanal lurus/bercabang. Sel ini adalah sel-sel sklereid yang disebut *asterosklereid* (Gambar 53).



Gambar 53. Asterosklereid (sel batu berbentuk bintang)

5. Pada sel/jaringan parenkim dari epidermis daun bawah *Rhoeo discolor* yang sel-selnya mengandung pigmen antosianin dalam cairan selnya. Jika sel dimasukkan ke dalam cairan hipertonis, maka di dalam lumen selnya akan terbentuk bagian yang tidak berwarna, sebab antosianinnya telah keluar dari lumen sel digantikan oleh larutan gula/KNO_3, sedangkan antosianinnya bertambah tebal warnanya sebab sel telah mengalami proses plasmolysis (Gambar 54).



(a) (b)

Gambar 54. Proses plasmolisis. Sebelum plasmolisis (a) dan setelah plasmolisis (b)

Tugas**:** Gambarkan preparat yang sudah saudara buat di buku gambar dan tuliskan bagian-bagian dari objek pengamatan.

1. *Salacca edulis* (salak)
   a. Bagian yang diamati : c-s endosperm biji
   b. Yang diamati : pit sederhana dan pit membran
   c. Medium : anilin sulfat/anilin klorida
   d. Perbesaran : 100x, 400x
2. *Cocos nucifera* (kelapa)
   a. Bagian yang diambil : kerokan endocarp/batok/tempurung
   b. Yang diamati : pit kanal
   c. Medium : anilin sulfat/anilin klorida
   d. Perbesaran : 100x, 400x
3. *Tamarindus indica* (asam jawa)
   a. Bagian yang diambil : c-s endosperm biji
   b. Yang diamati : plasmodesma
   c. Medium : safranin
   d. Perbesaran : 100x, 400x
4. *Camellia sinensis* (teh)
   a. Bagian yang diambil : c-s tangkai daun/*petiolus*
   b. Yang diamati : asterosklereid
   c. Medium : anilin sulfat/anilin klorida
   d. Perbesaran : 100x, 400x
5. *Rhoeo discolor* (adam hawa)
   a. Bagian yang diambil : sobekan epidermis daun bagian bawah
   b. Yang diamati : plasmolisis
   c. Medium : air, larutan 5-10% KNO3
   d. Perbesaran : 100x

Jawablah pertanyaan di bawah ini:

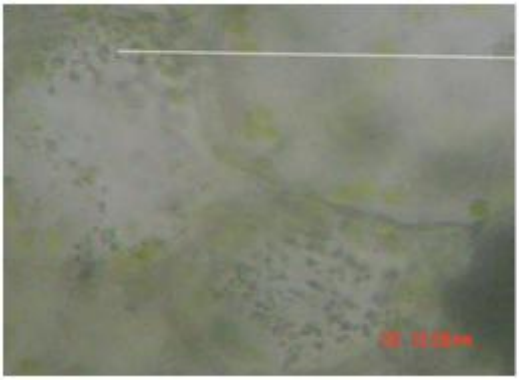
1. Sebutkan contoh lain yang menunjukkan terjadinya proses plasmolisis
3. Apakah kelapa sawit, kenari, dan kemiri mempunyai sklereid?
4. Sebutkan tumbuhan lain yang mempunyai asterosklereid.

8.4. Kristal dan Inklusi Mineral dalam Sel Tumbuhan

Pembahasan ini diarahkan untuk memahami keragaman bentuk kristal yang terdapat di dalam sel tumbuhan, serta bahan-bahan pembentuk kristal tersebut, seperti karbohidrat berupa inulin, kalsium karbonat, kalsium silikat, dan kalsium oksalat. Uraian konsep ini didukung oleh contoh-contoh tumbuhan yang merepresentasikan variasi tipe kristal dalam sel, antara lain bayam duri (*Amaranthus spinosus*), bawang merah (*Allium cepa*), eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), pepaya (*Carica papaya*), dan karet hias (*Ficus elastica*).

Kristal sangat umum terdapat di dalam sel tumbuhan, dihasilkan oleh metabolism sel yang kemudian disimpan di dalam lumen sel/vakuola. Bagi tumbuhan, jika terdapatnya berlebihan dapat menjadi racun, oleh sebab itu biasanya diikat oleh ion-ion kalsium misalnya kalsium oksalat, karbonat, dan silikat. Kristal-kristal tersebut umumnya terdapat di dalam sel parenkim korteks, floem, dan empulur (*pith*). Di dalam sel, Kristal oksalat terdapat dalam bentuk monoklin, tetragonal, rapid, jarum, pasir, prisma, dan lain-lain. Pada praktikum ini, kita akan mempelajari dan mengamati bermacam-macam bentuk Kristal:

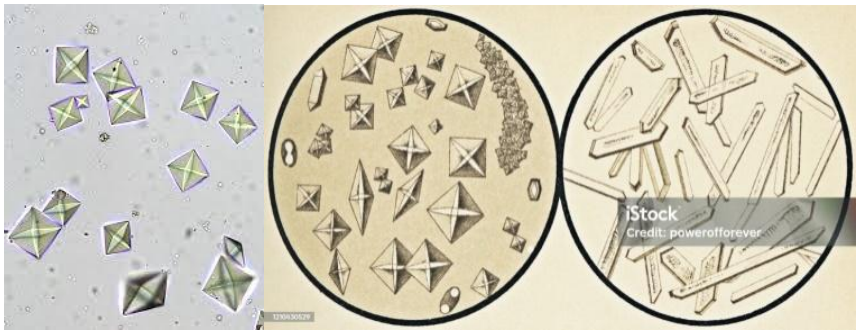
1. Pada parenkim korteks batang/tangkai daun bayam duri (*Amaranthus spinosus*), kristal kalsium oksalat terdapat dalam bentuk butiran-butiran halus seperti pasir, oleh sebab itu dinamakan kristal pasir (Gambar 55).



Kristal Ca-oksalat bentuk pasir pada atangkai *Amaranthus* sp

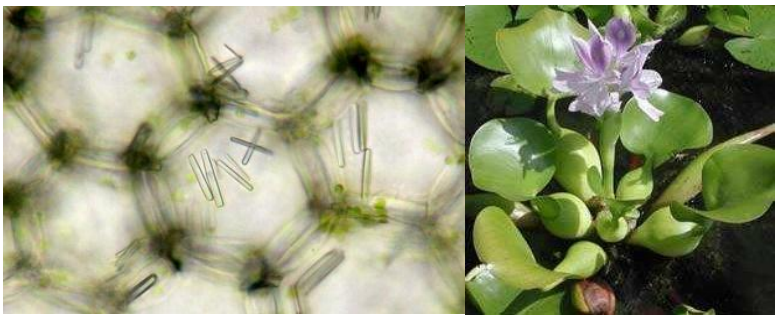
Gambar 55. Kristal pasir pada *Amaranthus* sp.

2. Pada epidermis umbi lapis bawang merah (*Allium cepa*), umumnya umbi lapis yang sudah kering terdapat Kristal kalsium oksalat dengan macam-macam bentuk seperti batang *(styloid),* prisma, dan kubus (*octahedral*) (Gambar 56).



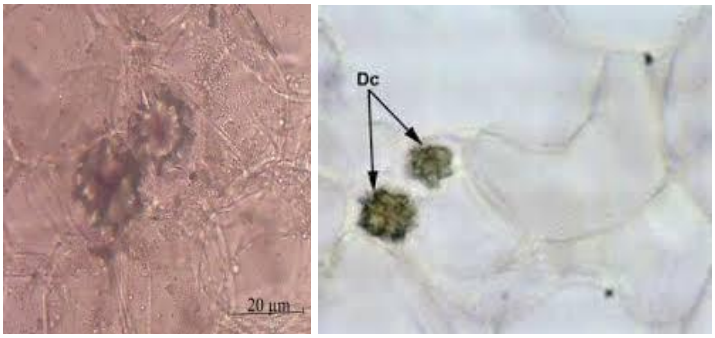
Gambar 56. Bentuk-bentuk kristal pada *Allium cepa*

3. Pada tangkai daun eceng gondok *(Eichhornia crassipes*), di dalam sel parenkimnya terutama di dalam sel-sel yang membatasi rongga udara (aerenkim/*air chamber*) terdapat kristal kalsium oksalat berbentuk jarum tunggal (Gambar 57).



Gambar 57. Kristal jarum pada tangkai daun *Eichhornia crassipes*

4. Pada batang/tangkai daun papaya (*Carica papaya*), di dalam sel parenkim korteksnya terdapat Kristal kalsium oksalat berbentuk rosset/druse (Gambar 58).



Gambar 58. Kristal druse/rosset pada *Carica papaya*

5. Pada daun karet hias (*Ficus elastica*), di dalam sel-sel hipodermisnya terdapat Kristal kalsium karbonat berbentuk seperti sekelompok buah anggur yang mempunyai tangkai disebut *sistolit*. Selnya sendiri yang mengandung sistolit disebut *litosis* (Gambar 59).

Gambar 59. Sistolit dan Litosis pada daun *Ficus elastica*

Tugas: Gambarkan preparat yang saudara buat di buku gambar dan tuliskan bagian-bagian yang diamati.

1. *Amaranthus spinosus* (bayam duri)
   a. Bagian yang diambil : c-s tangkai daun
   b. Yang diamati : Kristal pasir
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x, 400x

2. *Allium cepa* (bawang merah)
   a. Bagian yang diambil : sobekan umbi lapis yang kering
   b. Yang diamati : Kristal batang, kubus, dan prisma
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x, 400x
3. *Eichhornia crassipes* (eceng gondok)
   a. Bagian yang diambil : c-s tangkai daun
   b. Yang diamati : Kristal jarum tunggal (raphid)
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x, 400x
4. *Carica papaya* (papaya)
   a. Bagian yang diambil : c-s tangkai daun
   b. Yang diamati : Kristal rosset/druse
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x, 400x
5. *Ficus elastica* (karet hias)
   a. Bagian yang diambil : l-s daun
   b. Yang diamati : sistolit dan litosis
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x, 400x
   e. Bandingkan dengan preparat awetan.

Jawablah pertanyaan di bawah ini:
1. Sebutkan contoh tumbuhan lain yang mengandung kristal
2. Apakah sayuran yang banyak mengandung kristal dapat membahayakan kesehatan? Sebutkan alasannya.

8.5. Pati sebagai Cadangan Energi pada Tumbuhan

Pembahasan ini bertujuan untuk memahami keragaman bentuk butir pati (amilum) serta reaksi pengenal yang berkaitan dengan keberadaan amilum dalam sel tumbuhan. Uraian konsep tersebut didukung oleh contoh-contoh tumbuhan yang merepresentasikan variasi bentuk dan sifat butir pati, antara lain ganyong atau bunga tasbih (*Canna edulis*), pisang (*Musa paradisiaca*), kacang hijau (*Phaseolus radiatus*), ubi jalar (*Ipomoea batatas*), padi (*Oryza sativa*), serta padi ketan hitam (*Oryza sativa* var. *glutinosa*).

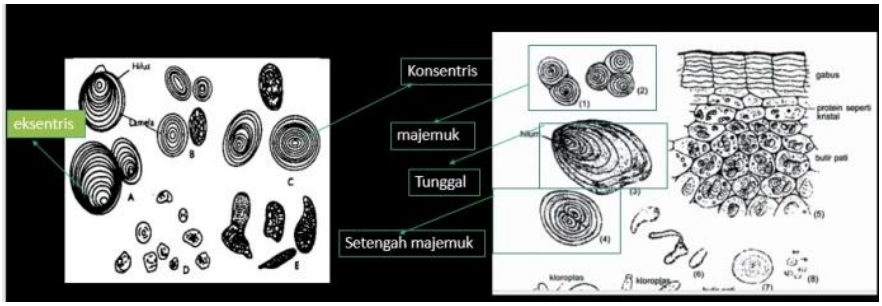
Zat pati (amilum) adalah bahan-bahan karbohidrat yang paling umum terdapat di dalam tumbuhan sebagai bahan cadangan makanan yang disimpan di tempat-tempat penyimpanan seperti umbi, rhizoma, biji, dan buah. Zat pati pada tumbuhan dibentuk oleh plastid pembentuk pati yang disebut amiloplas yaitu kloroamiloplas dan leukoamiloplas. Butir-butir pati mempunyai ukuran 2-70 μ. Secara mikroskopis, setiap butir pati dapat dilihat adanya:

1. *Hillum*/*Hillus*, yaitu titik permulaan dibentuknya butir pati
2. *Lamella*, yaitu lapisan-lapisan pati yang tampak karena mempunyai kadar air yang berbeda sehingga juga mempunyai indeks bias yang berbeda. Menurut letak *hillum*, butir-butir pati dapat dibedakan bentuknya yaitu:
   a. Konsentris, yaitu butir pati yang *hillum*-nya terletak di tengah-tengah sel yang bentuknya bulat
   b. Eksentris, yaitu butiran pati yang bentuknya bulat telur dengan letak *hillum* di tepi.

Menurut banyaknya butir pati, dapat dibedakan bentuknya yaitu:

1. Monodelph (tunggal), butir pati yang memiliki satu *hillum*
2. Diadelph, butir pati yang pada waktu permulaan terbentuknya terdiri dari dua *hillum*/lebih, yang pada waktu pembentukan lapisan pati masing-masing *hillum* kemudian bersama-sama membentuknya.
3. Polidelph (majemuk), yaitu butir pati yang mempunyai *hillum* sendiri-sendiri.

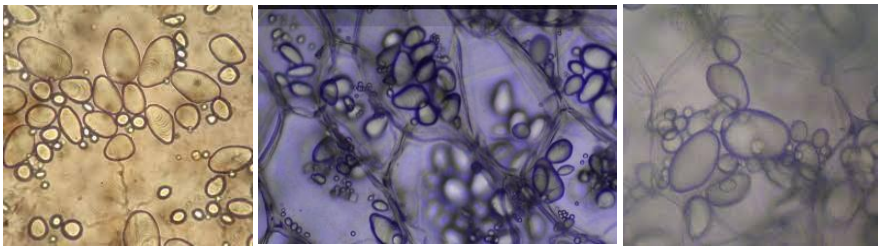
Reaksi pengenal terhadap butir pati ialah larutan yodium/kalium-yodida (I-KI), yang akan memberikan warna biru, ungu atau hitam, kecuali pada zat pati pada ketan hitam, maka dengan pemberian yodium memberikan warna merah, sebab mengandung amilodekstrin.



Gambar 60. Butir pati

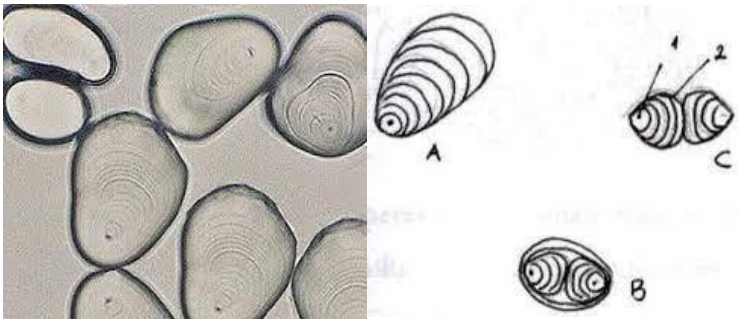
Tugas: Gambarkan preparat yang saudara buat di buku gambar dan tuliskan bagian-bagian yang diamati.

1. *Solanum tuberosum* (kentang)
   a. Bagian yang diambil : kerokan rhizoma
   b. Yang diamati : amilum monodelph, eksentris
   c. Medium : air, larutan kalium yodida (KI)
   d. Perbesaran : 100x, 400x



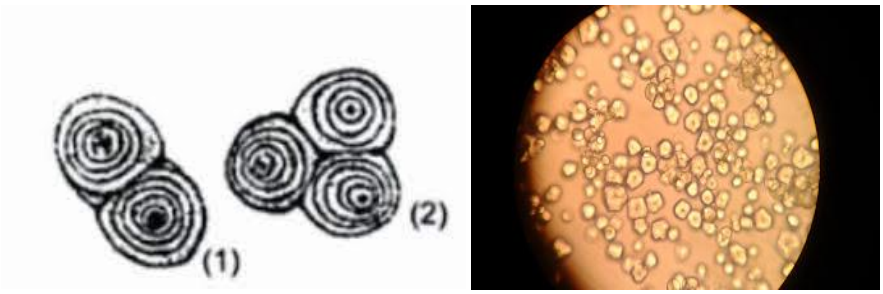
Gambar 61. Butir pati pada kentang

2. *Musa paradisiaca* (pisang)
   a. Bagian yang diambil : kerokan buah
   b. Yang diamati : amilum monodelph, eksentris
   c. Medium : air dan larutan KI
   d. Perbesaran : 100x, 400x



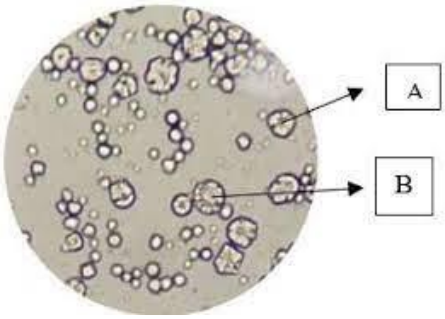
Gambar 62. Butir pati tipe monodelph, eksentris

3. *Phaseolus radiatus* (kacang hijau)
   a. Bagian yang diambil : biji yang dihaluskan (tepung)
   b. Yang diamati : amilum monodelph, konsentris
   c. Medium : air dan larutan KI
   d. Perbesaran : 100x, 400x



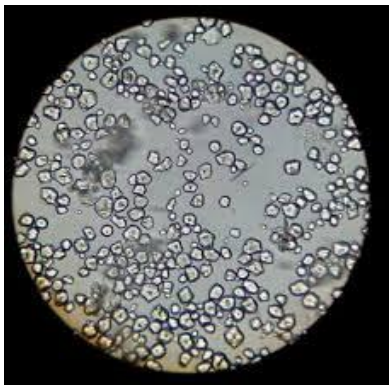
Gambar 63. Butir pati tipe monodelph, konsentris

4. *Ipomoea batatas* (ubi jalar)
   a. Bagian yang diambil : kerokan umbi
   b. Yang diamati : amilum monodelph, konsentris
   c. Medium : air dan larutan KI
   d. Perbesaran : 100x, 400x



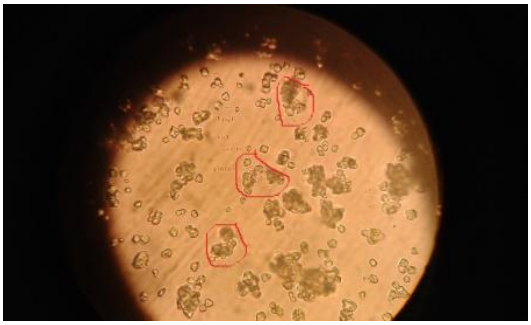
Gambar 64. Butir pati tipe monodelph, konsentris

5. *Oryza sativa* (padi)
   a. Bagian yang diambil : biji yang dihaluskan (tepung beras)
   b. Yang diamati : amilum polidelph
   c. Medium : air dan larutan KI
   d. Perbesaran : 100x, 400x



Gambar 65. Butir pati tipe polidelph

6. *Oryza sativa* var. *glutinosa* (ketan hitam)
   a. Bagian yang diambil : tepung ketan hitam
   b. Yang diamati : amilum polidelph amilodekstrin
   c. Medium : air dan larutan KI
   d. Perbesaran : 100x, 400x



Gambar 66. Butir pati tipe polidelph, amilodekstrin

Jawablah pertanyaan berikut ini:

1. Sebutkan tumbuhan lain yang mengandung pati/amilum
2. Sebutkan pati/amilum yang sering digunakan dalam bidang farmasi

8.6. Jaringan Meristem dan Permanen

Pembahasan ini difokuskan pada pemahaman struktur anatomi jaringan meristem dan jaringan permanen pada tumbuhan, termasuk proses pembelahan sel serta keragaman bentuk sel penyusun jaringan permanen, seperti sel epidermis, parenkim, kolenkim, dan sklerenkim. Uraian konsep tersebut didukung oleh contoh-contoh tumbuhan yang merepresentasikan variasi jaringan dan struktur anatomi, antara lain bawang merah (*Allium cepa*), bunga tasbih atau ganyong (*Canna indica*), talas (*Colocasia esculenta*), eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), dan seledri (*Apium graveolens*).

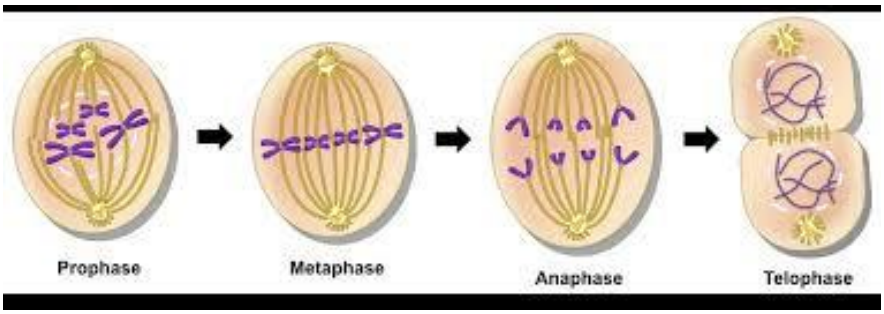
Pertumbuhan terjadi pada sekelompok sel di titik tumbuhnya seperti di ujung akar. Sel-selnya mempunyai sifat membelah diri (meristem), bentuknya kecil, isodiametris atau prismatik, intinya besar, vakuolanya kecil, berdinding tipis dan tidak memiliki ruang antar sel. Jaringan seperti ini disebut jaringan meristem. Aktivitas jaringan meristem misalnya dapat dilihat pada proses pembelahan sel (mitosis), tetapi proses tersebut sukar diikuti secara in vivo sebab protoplasma hidup tidak menunjukkan diferensiasi atau kurang memperlihatkan perbedaan pembiasan cahaya dari bagian-bagian protoplasma yang turut dalam proses mitosis. Hanya dengan melihat

preparat awetan yang telah diberi pewarnaan khusus, proses mitosis dapat diikuti dengan jelas, untuk itu biasanya dibuat dan dilihat preparat awetan dari ujung apical akar bawang merah (*Allium cepa*) yang dipotong memanjang (*longitudinal section*/l-s).

Pada mitosis, sel yang sedang tidak mengadakan proses pembelahan (fase istirahat/interfase), di dalam *nucleus* biasanya mengandung bagian-bagian selaput *nucleus*, satu/lebih *nucleolus*, butir-butir kromatin yang memiliki afinitas besar terhadap zat warna yang tampak sebagai suatu rangkaian jala-jala yang disebut benang-benang reticulum dan cairan plasma inti (kariolim). Proses mitosis dapat dibedakan dalam 4 fase pembelahan sel (Gambar 67), yakni:

1. Profase, pada permulaan mitosis benang-benang reticulum mulai melepaskan diri satu sama lain membentuk benang-benang yang sangat tipis dan panjang disebut kromonemata. Benang-benang ini kemudian memendek melakukan duplikasi membelah diri menjadi pasangan kromonema yang letaknya sejajar membentuk spiral dan terletak di dalam suatu matriks, benang-benang ini disebut kromosom dan setiap belahan kromosom disebut kromatid.
2. Metafase, merupakan fase di mana kromosom telah mencapai proses pemendekan yang maksimal. Kromosom kemudian mulai mengatur diri pada bidang ekuator, benang-benang gelendong (*spindle*) dari bahan-bahan fibril sitoplasma mulai terbentuk, kromosom dan benag-benang gelendong berhubungan pada bagian yang disebut sentromer/kinektor yaitu bagian kromosom di mana kromatid melepaskan diri menuju ke kutub-kutub. Nukleolus dan selaput *nucleus* mulai tampak menghilang.
3. Anafase, merupakan fase di mana kromatid dari tiap-tiap kromosom mulai memisahkan diri pada sentromernya. Masing-masing kromatid kemudian bergerak ke arah kutubnya. Tiap-tiap kromatid mempunyai bentuk seperti huruf I atau Y.
4. Telofase, merupakan fase di mana kromatid setelah sampai di kutub-kutubnya mulai membentuk kromosom baru. Pada bidang ekuator, fragmoplas mulai terbentuk dan membagi sitoplasma menjadi dua yang disusul oleh pembentukan lamel tengah dan dinding primer. Nukleolus dan selaput *nucleus*

terbentuk pula sehingga sekarang terdapatlah dua buah sel anak.



Gambar 67. Tahap-tahap pembelahan sel

Jaringan Permanen

Semua atau sebagian sel yang telah terbentuk oleh jaringan meristem kemudian akan menjadi jaringan permanen, sel-selnya tidak membelah diri lagi tetapi akan mengalami perubahan bentuk, ukuran, fungsi, komposisi atau penebalan dinding sel. Jaringan permanen menurut banyaknya sel atau macam sel yang menyusunnya dapat merupakan jaringan sederhana/jaringan kompleks. Jaringan sederhana tersusun oleh sel-sel homogen yang terdiri dari satu macam sel saja misalnya sel parenkim, kolenkim, sklerenkim atau gabus. Jaringan kompleks tersusun oleh sel-sel heterogen, terdiri dari bermacam-macam sel/jaringan sederhana misalnya jaringan pengangkut yaitu xylem dan floem, yang termasuk jaringan permanen ialah epidermis, parenkim, jaringan penunjang, jaringan pengangkut, dan jaringan sekresi/kelenjar.

Sel parenkim memiliki bentuk yang disesuaikan dengan fungsinya, seperti klorenkim adalah sel parenkim yang mengandung klorofil untuk fotosintesis, misalnya terdapat pada batang atau tangkai daun talas (*Colocasia* sp.). Aerenkim adalah parenkim yang di antara sel-selnya mengandung banyak rongga udara yang besar, berguna untuk mengangkut udara dan gas, terutama terdapat pada tumbuhan yang hidup di air seperti teratai (*Nymphaea capensis*) dan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Aktinemkin adalah parenkim yang sel-selnya terletak sejajar dengan aksis tumbuhan, berbentuk seperti

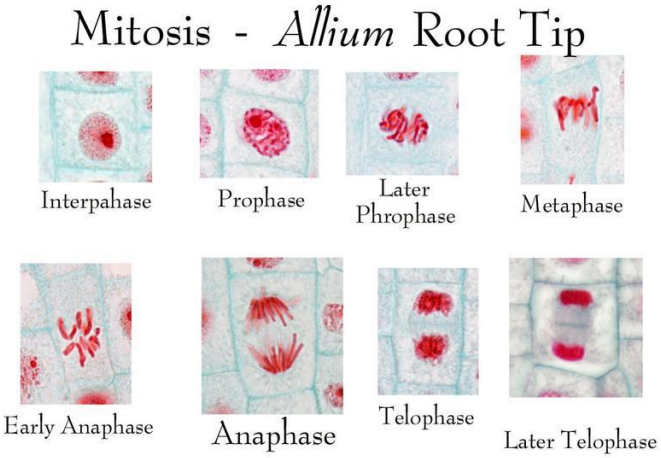
bintang dan mengandung rongga antar sel, contohnya pada *costae* (ibu tulang daun) *Canna indica*.

Jaringan penunjang untuk pengokohan tumbuhan yang masih muda adalah kolenkim, terutama terdapat pada lapisan luar batang, *petiole*/*costae* di dalam parenkim korteks, terdiri dari sel-sel yang bentuknya memanjang dengan dinding sel yang telah mengalami penebalan dari bahan-bahan selulosa dan pectin pada sudut-sudutnya (kolenkim sudut) atau pada dinding tangensialnya (kolenkim papan), misalnya pada *Apium graveolens.*

Pada tumbuhan yang telah dewasa, jaringan penunjangnya adalah sklerenkimnya, di mana sel-selnya merupakan sel mati dan dindingnya telah mengalami penyisipan dan penebalan bahan-bahan lignin. Sklerenkim terdiri dari sel-sel serat sklerenkim dan sklereid. Serat sklerenkim merupakan sekelompok sel-sel yang bentuknya memanjang dan runcing ujungnya, sedangkan sklereid mempunyai bermacam-macam bentuk sel batu, misalnya asterosklereid, osteosklereid, makrosklereid, dan trikosklereid.

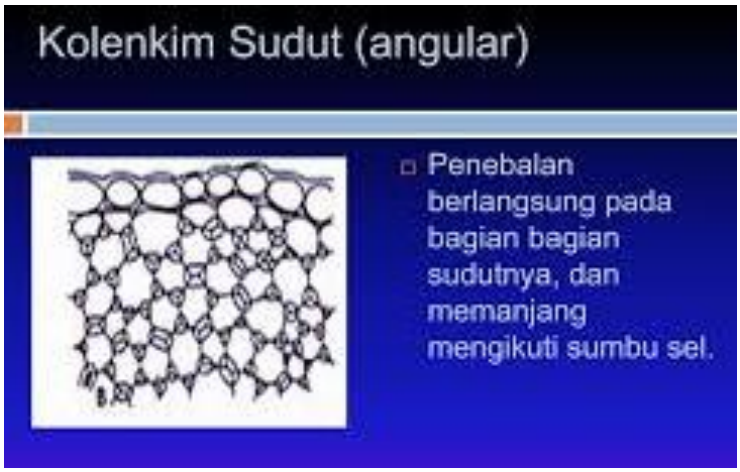
Tugas: Gambarkan preparat yang sudah saudara buat dan tuliskan bagian-bagiannya

1. *Allium cepa* (bawang merah)
   a. Bagian yang diambil : l-s akar
   b. Yang diamati : fase-fase mitosis, struktur sel meristem, bentuk dan susunan kromosom
   c. Perbesaran : 100x, 400x
   d. Bandingkan dengan preparat awetan



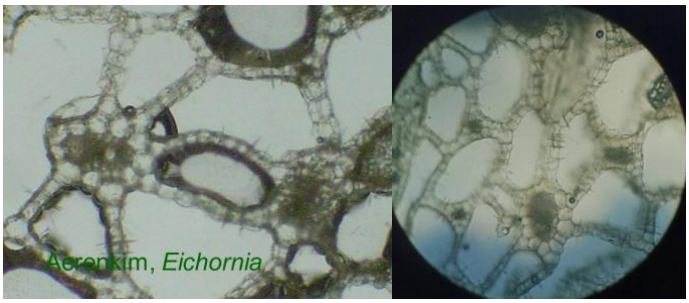
Gambar 68. Tahap-tahap Pembelahan sel pada akar *Allium cepa*

2. *Apium graveolens* (seledri)
   a. Bagian yang diambil : c-s petiole
   b. Yang diamati : parenkim sudut, kolenkim, dan ikatan pembuluh
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x



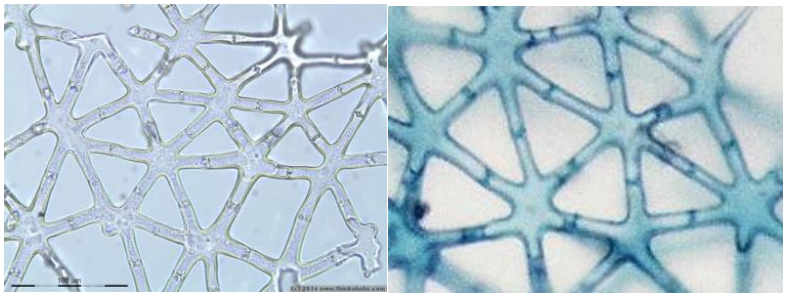
Gambar 69. Kolenkim sudut (angular)

3. *Nymphaea capensis* (teratai) atau *Eichhornia crassipes* (eceng gondok)
   a. Bagian yang diambil : c-s petiole
   b. Yang diamati : kolenkim sudut, aerenkim, dan asterosklereid
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x



Gambar 70. Aerenkim pada *Eichhornia crassipes*

4. *Canna indica* (bunga tasbih/ganyong)
   a. Bagian yang diambil : c-s *costae*
   b. Yang diamati : klorenkim,sklerenkim, dan aktinenkim
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x

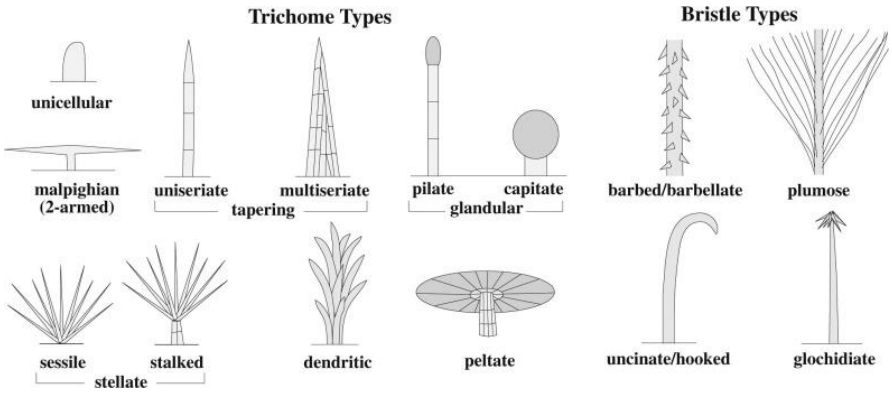


Gambar 71. Aktinemkin pada *Canna indica*

8.7. Trikom, Papilla, dan Emergentia

Pembahasan ini diarahkan untuk memahami keragaman bentuk dan struktur trikom pada tumbuhan, baik yang bersifat uniseluler maupun multiseluler, termasuk variasinya berupa trikom berbentuk sisik dan bintang. Selain itu, materi ini mencakup struktur anatomi papilla serta emergentia sebagai bagian dari modifikasi permukaan organ tumbuhan. Uraian konsep tersebut didukung oleh contoh-contoh tumbuhan yang merepresentasikan variasi struktur permukaan, antara lain nangka (*Artocarpus communis*), nusa indah (*Mussaenda erythrophylla*), durian (*Durio zibethinus*), waru (*Hibiscus tiliaceus*), kembang telang (*Clitoria ternatea*), dan mawar (*Rosa* sp.).

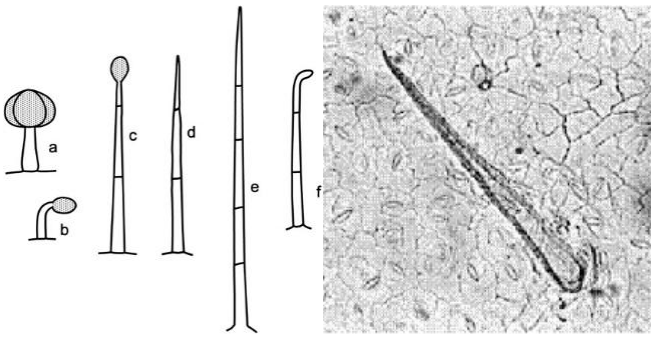
Di batang, daun, atau bunga sering terdapat tonjolan-tonjolan yang merupakan appendiks (bagian tambahan) dari organ-organ tersebut, terbentuk oleh modifikasi sel-sel epidermis atau sel spidermis dengan sel-sel di bawahnya (sub-epidermal). Tonjolan-tonjolan tersebut adalah trikom, papilla, dan emergentia. Trikom adalah tonjolan dari sel epidermis memanjang seperti rambut, kadang-kadang sangat panjang sehingga membentuk serabut. Bentuk trikom dapat terdiri dari satu sel (uniseluler) yang panjang seperti pembuluh dan ujungnya meruncing, berbentuk seperti jarum, timbangan, atau merupakan rambut yang berduri. Trikom ini terbentuk dengan cara penjuluran dinding luar sel induk seperti pada akar rambut/pembelahan melintang dari sel induknya membentuk trikom dan basal epidermis. Selain itu ada juga trikom yang terdiri dari banyak sel (multiseluler) yang merupakan bentuk rambut sederhana, lurus memanjang atau merupakan rambut kompleks berbentuk sisik, berkelenjar dan mengandung zat penyengat (*stinging hair*) (Gambar 72).



Gambar 72. Tipe-tipe trikoma

Papilla adalah tonjolan-tonjolan pada sel epidermis yang merupakan bukit-bukit pendek dan halus seperti beludru. Papilla kadang-kadang merupakan alat sekresi yang mengandung bahan perekat untuk menangkap tepung sari, madu, atau air. Emergentia adalah tonjolan yang merupakan duri yang terbentuk oleh sel epidermis dengan sel di bawahnya (sub epidermal). Pada praktikum ini, lita akan mempelajari dan mengidentifikasi hal-hal tersebut di atas:

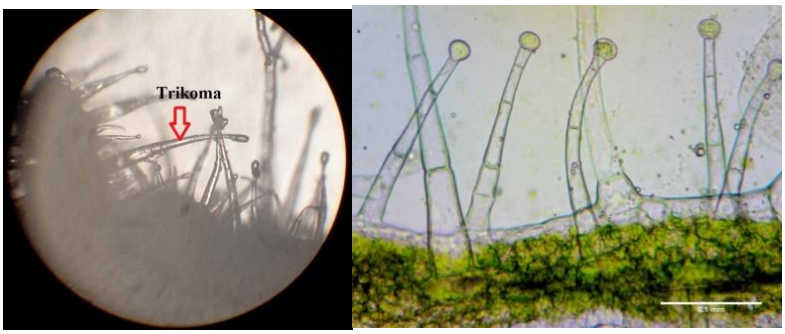
1. Pada daun nangka (*Artocarpus communis*) atau bambu apus (*Gigantochloa* sp.) mempunyai trikom uniseluler (Gambar 73).



Gambar 73. Trikoma uniseluler

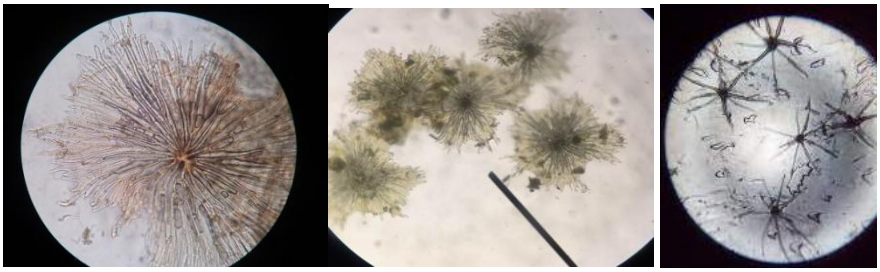
2. pada petiole dan daun nusa indah (*Mussaenda erythrophylla*) mengandung rambut multiseluler yang terdiri dari sel basal

dengan sel-sel epidermis yang membelah secara melintang (Gambar 74).



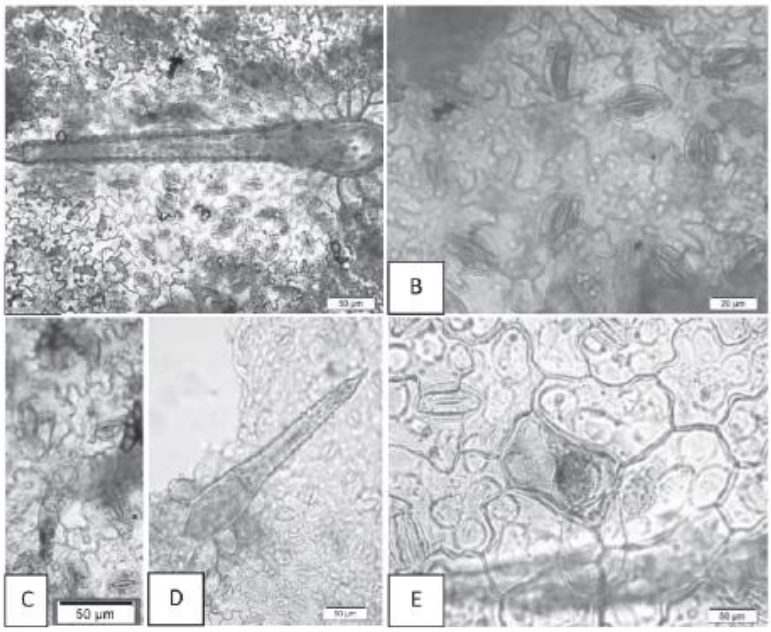
Gambar 74. Trikoma multiseluler

3. Trikom pada daun durian (*Durio zibethinus*) dan daun waru (*Hibiscus tiliaceus*) berbentuk seperti sisik dan bintang dengan suatu batang/tangkai pendek yang melekat di atas sel epidermisnya. Adanya trikom menyebabkan bagian bawah daun berwarna kuning emas (Gambar 75).



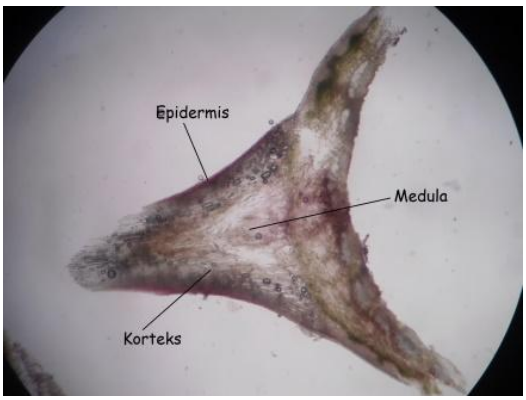
Gambar 75. Trikoma bentuk sisik dan bintang

4. Pada bunga telang (*Clitoria ternatea*), terutama pada petalnya/mahkotanya. Pada sel epidermisnya mengandung papilla yang merupakan bukit-bukit sangat halus tanpa suatu dinding penyekat dengan epidermisnya karena terbentuk oleh penjuluran dinding selnya yang membentuk bukit (Gambar 76).



Gambar 76. Papilla pada *Clitoria ternatea*

5. Pada duri batang bunga mawar (*Rosa* sp.) terdapat suatu tonjolan yang merupakan duri yang terbentuk oleh sel epidermis dengan sel di bawahnya dan inilah yang disebut emergentia (Gambar 77).



Gambar 77. Emergentia (duri palsu/*aculeus*) pada *Rosa* sp.

Tugas: Gambarkan preparat yang sudah saudara buat dan tuliskan bagian-bagian yang diamati.

1. *Artocarpus communis* (nangka)
   a. Bagian yang diambil : kerokan daun bawah
   b. Yang diamati : trikom uniseluler
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x, 400x
2. *Mussaenda erythrophylla* (nusa indah)
   a. Bagian yang diambil : c-s tangkai daun/*petiolus*
   b. Yang diamati : trikom multiseluler
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x, 400x
3. *Durio zibethinus* (durian)
   a. Bagian yang diambil : kerokan daun bawah
   b. Yang diamati : trikom bentuk sisik
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x, 400x
4. *Hibiscus tiliaceus* (waru)
   a. Bagian yang diambil : kerokan daun bawah
   b. Yang diamati : trikom bentuk bintang
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x, 400x
5. *Clitoria ternatea* (kembang telang)
   a. Bagian yang diambil : sobekan corolla/mahkota bunga
   b. Yang diamati : papilla
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x, 400x
6. *Rosa* sp. (mawar)
   a. Bagian yang diambil : t-s duri batang (*caulis*)
   b. Yang diamati : emergentia/duri palsu (*aculeus*)
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x, 400x

Jawablah pertanyaan di bawah ini:

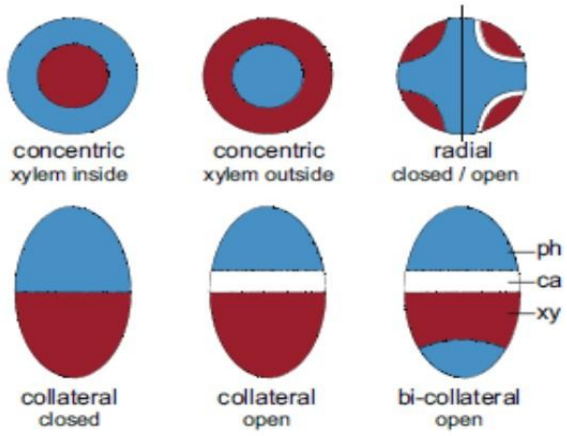
1. Apakah buah rambutan merupakan rambut juga/bukan?
2. Mengapa rambut tumbuhan tertentu seperti kacang penggatal/bamboo dapat menyebabkan gatal-gatal?
3. Apakah duri bugenvil/bunga kertas (*Bougainvillea spectabilis*) termasuk emergentia?

8.8. Jaringan Pembuluh Tumbuhan

Pembahasan ini difokuskan pada pemahaman struktur anatomi jaringan pembuluh tumbuhan, termasuk berbagai jenis sel dan jaringan penyusunnya, yaitu xilem dan floem, serta variasi bentuk ikatan pembuluh seperti kolateral, bikolateral, radial, dan konsentris. Uraian konsep tersebut didukung oleh contoh-contoh tumbuhan yang merepresentasikan keragaman sistem jaringan pembuluh, antara lain jagung (*Zea mays*), kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*), paku sarang burung (*Asplenium nidus*), jali (*Coix lacryma-jobi*), bunga matahari (*Helianthus annuus*), dan hanjuang (*Cordyline fruticosa*).

Jaringan pembuluh adalah jaringan yang tersusun dari sejumlah ikatan pembuluh yang tersebar di *stele*, berfungsi untuk konduksi air dan bahan makanan. Suatu ikatan pembuluh mengandung bermacam-macam sel/jaringan yang menyusunnya, yang berbeda bentuk, struktur sel dan fungsinya, tersusun atas suatu kelompok sel-sel floem, xylem, dan kambium (Gambar 78). Kambium biasanya terletak di antara floem dan xylem. Ikatan pembuluh yang mempunyai kambium di antara floem dan xilemnya disebut ikatan pembuluh terbuka, contohnya pada *Helianthus annuus*. Ikatan pembuluh yang tidak mempunyai cambium di antara floem dan xilemnya disebut ikatan pembuluh tertutup, umumnya terdapat pada tumbuhan monokotil seperti *Zea mays*.

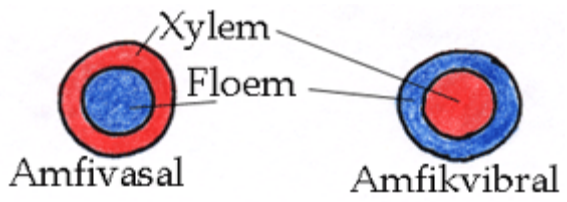
Floem adalah jaringan pembuluh yang mempunyai fungsi utama untuk konduksi bahan makanan, sedangkan xylem adalah jaringan pembuluh yang berfungsi untuk konduksi air dan garam-garam yang terlarut di dalamnya.



Gambar 78. Tipe-tipe ikatan pembuluh

Berdasarkan letak floem dan xylem yang menyusun suatu ikatan pembuluh, terdapat 4 macam ikatan pembuluh, yakni:

1. Ikatan pembuluh kolateral, yakni floem dan xilemnya terletak bersebelahan, dengan floem di sebelah luar xylem, contohnya *Zea mays* dan *Helianthus annuus*.
2. Ikatan pembuluh bikolateral, yakni ikatan pembuluh kolateral dengan xylem di tengah diapit oleh floem di sebelah luar dan dalam, contohnya *Cucurbita pepo* dan *Sechium edule*.
3. Ikatan pembuluh radial, yakni ikatan pembuluh dengan floem dan xylem yang bersebelahan, terletak pada aksis yang berbeda yang dipisahkan oleh bukan jaringan pengangkut, contohnya terdapat pada akar *Coix lacryma-jobi*.
4. Ikatan pembuluh konsentris, yakni ikatan pembuluh yang xylem dan floemnya berbentuk cincin-cincin silindris, di mana floem mengelilingi xylem di tengahnya dan ini disebut ikatan pembuluh konsentris amfikribal, contohnya pada *Asplenium nidus*. Sedangkan jika xylem mengelilingi floem di tengahnya, maka disebut ikatan pembuluh konsentris amfivasal contohnya pada *Cordyline fruticose* (Gambar 79).



Gambar 79. Ikatan pembuluh konsentris amfivasal dan amfikribal

Tugas: Gambarkan preparat yang sudah saudara buat dan tuliskan bagian-bagian yang diamati.

1. *Zea mays* (jagung)
   a. Bagian yang diambil : c-s batang
   b. Yang diamati : ikatan pembuluh kolateral tertutup
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x
2. *Hibiscus rosa-sinensis* (kembang sepatu)
   a. Bagian yang diambil : c-s batang
   b. Yang diamati : ikatan pembuluh kolateral tertutup
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x
3. *Asplenium nidus* (paku sarang burung)
   a. Bagian yang diambil : c-s batang
   b. Yang diamati : ikatan pembuluh konsentris amfikribal
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x
4. *Coix lacryma-jobi* (jail)
   a. Bagian yang diambil : c-s akar
   b. Yang diamati : ikatan pembuluh radial
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x
5. *Helianthus annuus* (bunga matahari)
   a. Bagian yang diambil : c-s batang
   b. Yang diamati : ikatan pembuluh kolateral terbuka
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x

6. *Cordyline fruticose* (hanjuang)
   a. Bagian yang diambil : c-s batang
   b. Yang diamati : ikatan pembuluh konsentris amfivasal
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x

Jawablah pertanyaan di bawah ini:

1. Apakah perbedaan antara ikatan pembuluh konsentris amfikribal dengan amfivasal? dan berikan contoh tumbuhan lainnya
2. Apakah perbedaan ikatan pembuluh terbuka dan tertutup? dan berikan contoh tumbuhan lainnya
3. Berikan contoh tumbuhan lain yang mempunyai ikatan pembuluh bikolateral.

8.9. Jaringan Sekresi dan Kelenjar

Pembahasan ini menguraikan struktur anatomi jaringan sekresi dan kelenjar pada tumbuhan, termasuk variasi bentuk dan tipe jaringan sekresi seperti saluran lateks beruas dan tidak beruas, kelenjar minyak, saluran resin atau damar, serta pori air. Uraian konsep tersebut didukung oleh contoh tumbuhan yang mewakili keberagaman struktur jaringan sekresi, antara lain patah tulang (*Euphorbia tirucalli*), karet para (*Hevea brasiliensis*), jeruk (*Citrus* sp.), pinus (*Pinus merkusii*), dan genjer (*Limnocharis flava*).

Pada tumbuhan seringkali sel-selnya menghasilkan bahan-bahan yang mungkin tidak diperlukan dan digunakan oleh tumbuhannya sendiri yang terdapat di dalam sitoplasmanya atau kadang-kadang dikeluarkan langsung dari selnya atau tumbuhannya sendiri. Bahan-bahan tersebut adalah cairan atau bahan-bahan padat yang dapat merupakan getah, lateks, damar, gom, tannin, minyak atsiri, lendir, atau air.

Sel atau jaringan yang menghasilkan bahan-bahan semacam itu disebut sel atau jaringan kelenjar dan sekresi. Lateks misalnya adalah suatu cairan berwarna keputih-putihan merupakan emulsi dari protein, gula, gom, alkaloid, enzim, dan lain-lain. Dihasilkan oleh satu

atau sederetan sel sekresi yang berdinding tipis dan mengandung sitoplasma yang penuh dengan lateks. Jaringan lateks mempunyai dua macam bentuk yakni saluran lateks beruas (saluran laticifer beruas/*articulate latex duct*) dan saluran lateks tidak beruas (saluran laticifer tidak beruas/*non articulate latex duct*). Saluran lateks tidak beruas merupakan sel lateks yang bentuknya memanjang, bercabang-cabang, tumbuh ke seluruh bagian tumbuhan tanpa beranastomose dengan sel-sel lateks lainnya, contohnya pada *Nerium oleander, Euphorbia tirucalli*, dan *Euphorbia splendeus*.

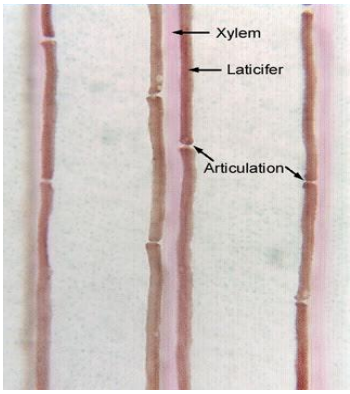
Saluran lateks beruas terdiri dari sebaris sel/lebih yang dinding melintangnya sebagian atau seluruhnya melarut, membentuk suatu saluran memanjang ke seluruh bagian tumbuhan, bercabang-cabang dan beranastomose dengan saluran lateks lainnya membentuk suatu jaringan sekresi yang kompleks, misalnya pada *Hevea brasiliensis* (karet para). Sekresi yang dihasilkan oleh sel sekresi atau kelenjar yang berupa minyak, damar, lendir, dan lain-lain, kadang-kadang tersimpan di dalam suatu rongga atau saluran yang terbentuk oleh sebab terpisahnya sel sekresi dengan sel-sel sekitarnya karena adanya bahan-bahan tersebut. Pembentukan rongga atau saluran seperti itu disebut pembentukan secara *sizogen*, sel atau jaringan yang menghasilkan sekresinya disebut *kelenjar sizogen*, misalnya saluran atau kelenjar damar pada *Pinus merkusii*.

Tetapi jika pada waktu pembentukan rongga minyak atau damar juga diikuti oleh hancur dan melarutnya sel-sel yang menghasilkan sekresinya, dan biasanya,terletak di sekeliling rongga tersebut, maka pembentukan rongga atau saluran semacam itu disebut pembentukan secara *lisigen* atau *sizolisigen*. Saluran atau kelenjarnya disebut juga kelenjar atau saluran lisigen atau sizolisigen, misalnya pada *Citrus* sp. Banyak tumbuhan mempunyai struktur organ tertentu yang pada keadaan tingkat transpirasi rendah dan kelembapan yang tinggi dapat mengeluarkan air dari organ tersebut, biasanya terdapat pada ujung daun, merupakan suatu celah semacam stomata yang tetap terbuka. Di bawah celah terdapat sekelompok sel yang bentuknya kecil, mengandung ruang antar sel sehingga jaringannya agak renggang. Sel-sel tersebut dinamakan epitema, di dalam epitema bermuara dan berakhir ujung-ujung sel trakeid di mana air dan garam-garam yang

terlarut dikeluarkan melalui celah tersebut lewat sel-sel epitema. Organ atau struktur seperti itu disebut pori air atau *hidatoda/gutatoda*, misalnya pada *Limnocharis flava* (genjer).

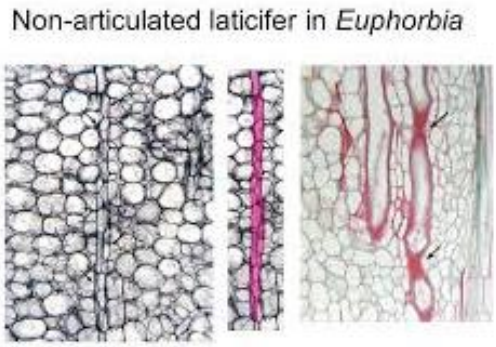
Tugas: Gambarkan preparat yang sudah saudara buat dan tuliskan bagian-bagiannya.

1. *Hevea brasiliensis* (karet para)
   a. Bagian yang diambil : l-s batang
   b. Yang diamati : kelenjar lateks beruas
   c. Medium : Sudan III
   d. Perbesaran : 100x, 400x



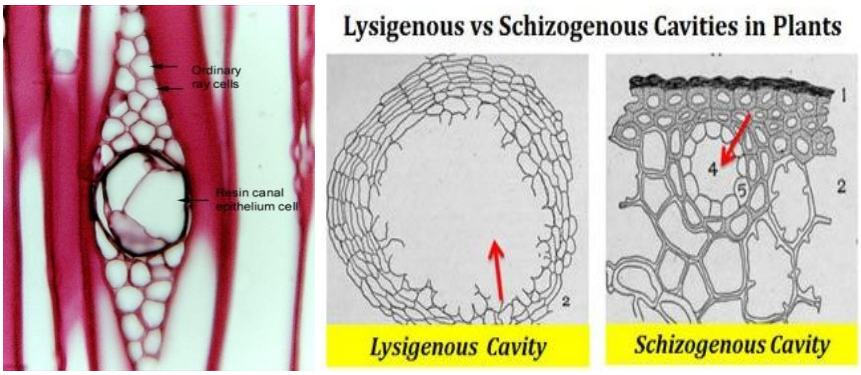
Gambar 80. Kelenjar lateks beruas (*articulate latex duct*)

2. *Euphorbia tirucalli* (patah tulang) atau *Nerium oleander* (oleander)
   a. Bagian yang diambil : l-s batang
   b. Yang diamati : kelenjar lateks tidak beruas
   c. Medium : sudan III
   d. Perbesaran : 100x, 400x



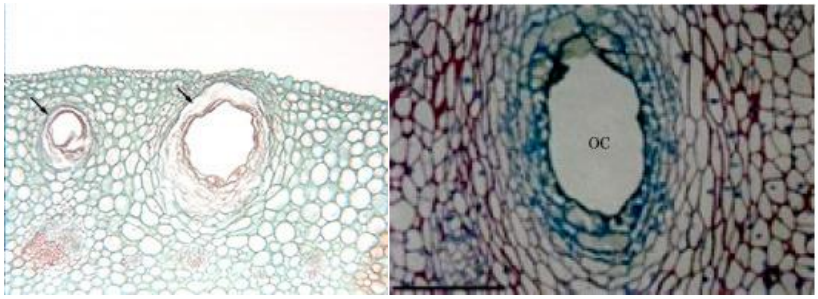
Gambar 81. Kelenjar lateks tidak beruas (*non articulate latex duct)*

3. *Pinus merkusii* (pinus)
   a. Bagian yang diambil : c-s daun
   b. Yang diamati : saluran damar/resin dari proses sizogen
   c. Medium : sudan III
   d. Perbesaran : 100x, 400x



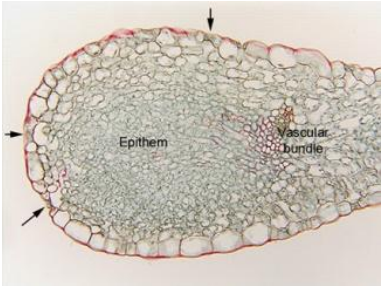
Gambar 82. Saluran/rongga resin dari proses lisigen dan sizogen

4. *Citrus* sp. (jeruk)
   a. Bagian yang diambil : c-s kulit buah
   b. Yang diamati : kelenjar minyak dari proses sizolisigen
   c. Medium : sudan III
   d. Perbesaran : 100x, 400x

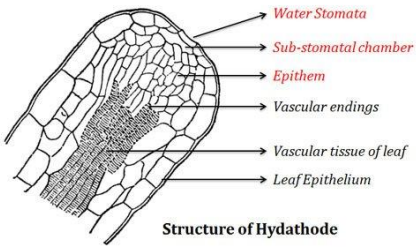


Gambar 83. Sel minyak (*oil cell*/OC) pada kulit jeruk

5. *Limnocharis flava* (genjer)
   a. Bagian yang diambil : l-s ujung daun
   b. Yang diamati : hidatoda atau gutatoda
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x, 400x



(a)



(b)

(c)

Gambar 84. Sel epitema (a), struktur hidatoda (b), dan proses gutasi/embun (c)

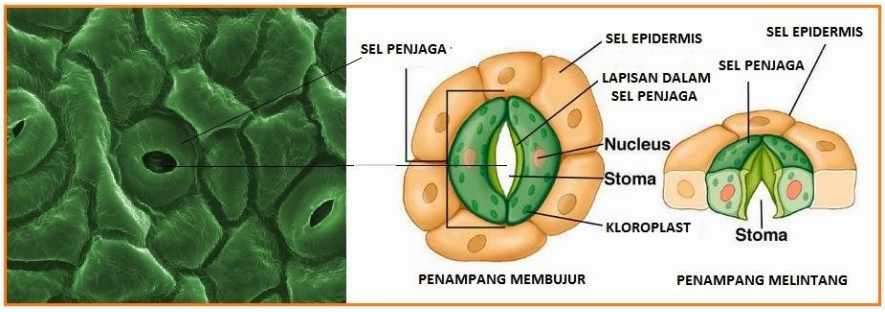
Jawablah pertanyaan di bawah ini:

1. Termasuk tipe apakah saluran pada tumbuhan sawo (*Achras zapota*) itu? Apakah kegunaan getahnya?
2. Termasuk tipe apakah saluran karet hias (*Ficus elastica*) itu?
3. Sebutkan contoh lain dan tipenya, tumbuhan yang menghasilkan minyak atsiri dan banyak digunakan dalam bidang farmasi.

8.10. Anatomi Stomata

Pembahasan ini mengulas struktur anatomi stomata beserta variasi bentuk dan karakteristiknya pada berbagai jenis tumbuhan. Uraian disusun dengan merujuk pada contoh tumbuhan seperti paku sarang burung (*Asplenium nidus*), bunga tasbih (*Canna indica*), jagung (*Zea mays*), cocor bebek (*Kalanchoe pinnata*), karet hias (*Ficus elastica*), dan oleander (*Nerium oleander*) sebagai representasi keragaman tipe stomata pada tumbuhan.

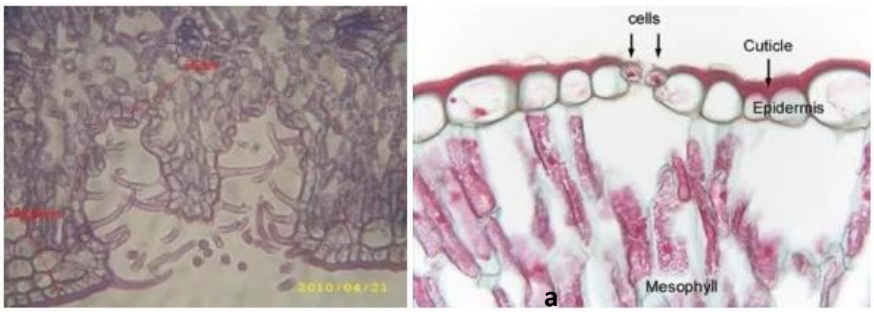
Pada batang atau cabang yang masih muda atau pada daun, terutama pada epidermis permukaan daun sebelah bawah, terdapat celah tempat berlangsungnya pertukaran gas-gas antara udara di dalam ruang antar sel dari sel-sel sub epidermal dengan udara atmosfer. Celah tersebut dinamakan *stomata*, berfungsi untuk proses difusi, respirasi, transpirasi, dan asimilasi/fotosintesis. Celah tersebut dibatasi oleh dua buah sel epidermis khusus yang disebut sel penjaga/sel penutup (*guard cell*), berbentuk seperti ginjal/halter, mengandung banyak butir-butir klorofil, di sekeliling sel penjaga terdapat dua/lebih sel tetangga (*accessory cell*) (Gambar 85).



Gambar 85. Bagian-bagian stomata

Adanya perubahan nilai osmosis dari sel-sel penjaga menyebabkan celah stomata dapat terbuka atau tertutup. Kenaikan tekanan turgor sel penjaga mengakibatkan celah terbuka, sebaliknya jika tekanan turgor sel penjaga menurun maka celah akan tertutup. Berdasarkan ada tidaknya atau banyaknya sel-sel penjaga di sekeliling celah, terdapat bermacam-macam stomata, misalnya stomata tanpa sel tetangga (*Asplenium nidus*), stomata dengan dua sel tetangga (*Canna indica*), stomata dengan empat sel tetangga (*Rhoeo discolor*), dan stomata dengan enam sel tetangga (*Kalanchoe pinnata*).

Pada tumbuhan dikotil, berdasarkan letak sel tetangga terhadap sel penjaga dikenal tipe-tipe stomata yakni anomositik, anisositik, diasitik, atau parasitik. Pada contoh tumbuhan tersebut di atas, letaknya sel penjaga atau sel penutup sama tinggi dengan sel epidermisnya, stomata demikian disebut tipe *faneropor*, misalnya pada *Ficus elastica*. Sedangkan jika sel penjaganya letaknya lebih rendah dari sel epidermisnya dan stomata terletak di dalam suatu lekukan disebut tipe *kriptofor*, misalnya pada *Nerium oleander* (Gambar 86).



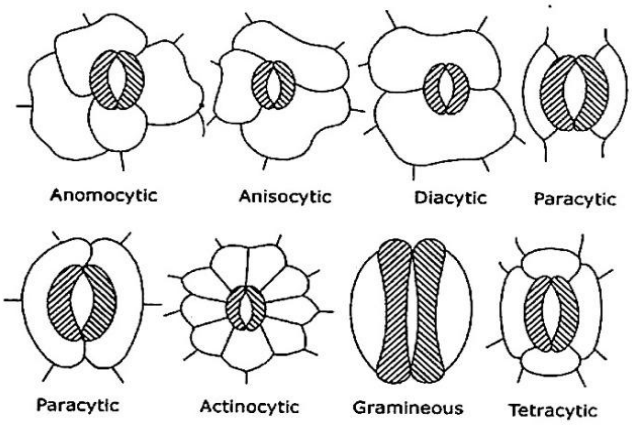
Kriptofor (kiri) dan Phanerofor (kanan)

(a) (b)

Gambar 86. Stomata tipe kriptofor (a) dan panerofor (b)

Berdasarkan jumlah, perbandingan ukuran dan letak sel tetangganya, maka stomata dapat digolongkan ke dalam beberapa tipe (Gambar 87), yakni:

1. Anomositik, yaitu jika jumlah sel tetangganya tiga/lebih, di mana satu dengan lainnya sukar dibedakan, contohnya pada famili *Ranunculaceae.*
2. Anisositik, yaitu jika jumlah sel tetangganya tiga/lebih, di mana salah satu selnya jelas lebih kecil dibandingkan sel lainnya, contohnya pada famili *Cruciferaeae.*
3. Diasitik, yaitu jika jumlah sel tetangganya dua dan bidang persekutuannya menyilang celah stomata, contohnya pada famili *Caryophyllaceae.*
4. Parasitik, yaitu jika jumlah sel tetangganya dua dan bidang persekutuannya segaris dengan celah stomata, contohnya pada family *Rubiaceae.*
5. Aktinositik, merupakan variasi stomata tipe anomositik yang ditandai dengan sel tetangga yang pipih dan mengelilingi stomata dalam bentuk lingkaran.
6. Bidiasitik, yaitu jika sel tetangganya dikelilingi oleh dua sel epidermis.



Gambar 87. Tipe-tipe stomata

Tugas: Gambarkan preparat yang sudah saudara buat dan tuliskan bagian-bagiannya.

1. *Asplenium nidus* (paku sarang burung)
   a. Bagian yang diambil : sobekan epidermis daun bawah
   b. Yang diamati : stomata tipe anomositik
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x, 400x
   e. Bandingkan dengan preparat awetan
2. *Canna indica* (bunga tasbih/ganyong)
   a. Bagian yang diambil : sobekan epidermis daun bawah
   b. Yang diamati : stomata tipe parasitik
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x, 400x
   e. Bandingkan dengan preparat awetan
3. *Kalanchoe pinnata* (cocor bebek)
   a. Bagian yang diambil : sobekan epidermis daun bawah
   b. Yang diamati : stomata tipe aktinositik
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x, 400x
4. *Zea mays* (jagung)
   a. Bagian yang diambil : sobekan epidermis daun bawah
   b. Yang diamati : stomata *Graminae* bentuk halter (monokotil)
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x, 400x
   e. Bandingkan dengan preparat awetan
5. *Ficus elastica* (karet hias)
   a. Bagian yang diambil : c-s daun
   b. Yang diamati : stomata tipe faneropor
   c. Medium : air
   d. Perbesaran : 100x, 400x
   e. Bandingkan dengan preparat awetan
6. *Nerium oleander* (oleander)
   a. Bagian yang diambil : c-s daun
   b. Yang diamati : stomata tipe kriptofor
   c. Medium : air

d. Perbesaran : 100x, 400x
e. Bandingkan dengan preparat awetan

Jawablah pertanyaan di bawah ini:

1. Bagaimana stomata mengatur proses transpirasi pada tumbuhan? Jelaskan mekanisme pembukaan dan penutupan stomata!
2. Apa peran stomata dalam proses fotosintesis? Jelaskan bagaimana stomata membantu meningkatkan efisiensi fotosintesis.
3. Jelaskan perbedaan antara jenis-jenis stomata berdasarkan letak dan struktur anatominya! Berikan contoh tumbuhan yang memiliki jenis stomata tertentu.

8.11. Anatomi Daun

Pembahasan ini memaparkan struktur anatomi daun beserta bagian-bagiannya, meliputi epidermis, mesofil, dan ikatan pembuluh, serta variasi susunan jaringan daun pada berbagai kelompok tumbuhan. Uraian mencakup perbedaan struktur daun dorsiventral, isobilateral, daun rumput-rumputan (*Graminae*/*Poaceae*), serta daun berbentuk jarum (*Coniferae*), dengan contoh tumbuhan seperti mangga (*Mangifera indica*), beluntas (*Pluchea indica*), jagung (*Zea mays*), dan pinus (*Pinus merkusii*) sebagai representasi keragaman anatomi daun.

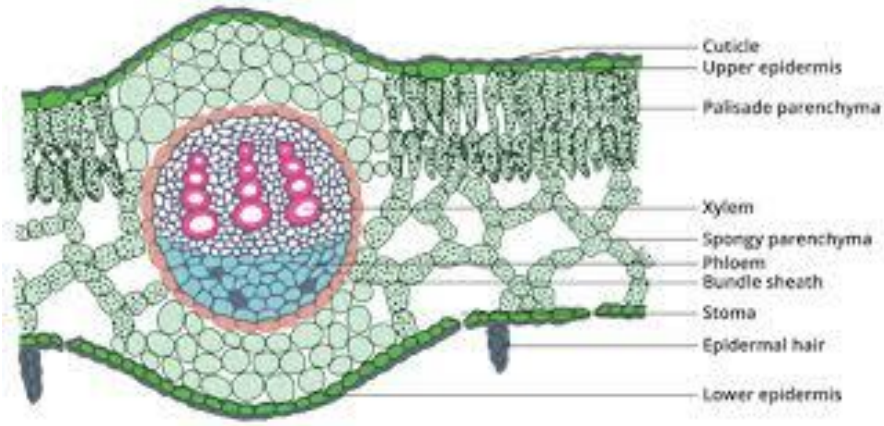
Menurut ontogeninya, daun adalah lanjutan dari batang atau cabang, sehingga jaringan pembuluh daun sangat mirip dengan jaringan pembuluh batang atau cabangnya. Secara anatomi, daun terdiri dari tiga bagian penting yaitu lapisan pelindung (epidermis), mesofil dan sistem pertulangan daun (ikatan pembuluh). *Epidermis*, merupakan lapisan terluar terdapat di sebelah atas atau bawah. Terdiri dari satu atau beberapa lapis sel yang bervariasi menurut adanya trikom, stomata, sel kipas, dan lain-lain. Pada daun rumput-rumputan (*Graminae/Poaceae*), epidermis memiliki sekelompok sel yang terdiri dari tiga atau lima buah sel yang mempunyai bentuk seperti lensa/kipas. Sel tersebut berguna untuk membantu daun menggulung pada hari panas, disebut sel kipas/sel motor (*bulliform*

cell). Pada daun tumbuhan *Coniferae* (daun bentuk jarum), misalnya *Pinus merkusii* maka di bawah epidermis terdapat lapisan hipodermis yang terdiri dari sel-sel sklerenkim yang berdinding tebal. Mesofil, merupakan bagian daun yang terdiri dari sel-sel parenkim yang banyak mengandung kloroplas, bermacam-macam idioblas berupa sel/saluran kelenjar, litosis, sklereid, dan lain-lain. Bagian ini terdiri dari dua macam parenkim yaitu parenkim pagar/tiang (*palisade*) dan parenkim bunga karang (*spons*). Sel-sel parenkim pagar terdiri dari sel-sel yang bentuknya silindris, tegak, dan rapat. Sedangkan sel-sel parenkim bunga karang terdiri dari sel-sel yang bentuknya tidak beraturan dan banyak mengandung ruang antar sel.

Pada daun dorsiventral, jaringan pagar terdiri dari satu lapis sel/lebih yang letaknya di atas atau di bawah epidermis daun. Sedangkan pada daun isobilateral, jaringan pagarnya terletak di bagian atas dan bawah sel epidermis daun. Pada daun rumput-rumputan, misalnya *Zea mays*, mesofilnya terdiri dari sel-sel yang bentuknya poligonal dan mempunyai ruang antar sel yang kecil. Sedangkan pada daun bentuk jarum (*Conifer*), misalnya *Pinus merkusii*, mesofilnya merupakan sel-sel yang bentuknya besar, berhubungan satu sama lain dengan ruang antar sel yang sempit dan dindingnya berlekuk-lekuk sehingga disebut *evolved mesofil*.

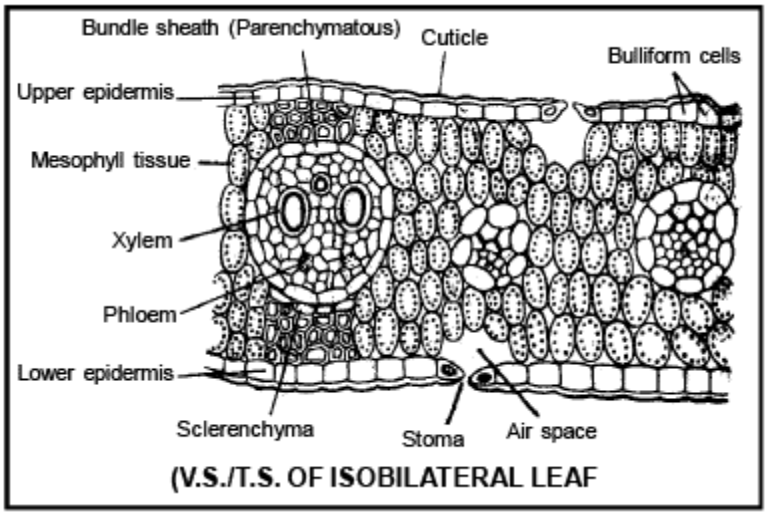
Tugas: Gambarkan preparat yang sudah saudara buat dan tuliskan bagian-bagiannya.

1. *Mangifera indica* (mangga)
   a. Bagian yang diambil : c-s daun
   b. Yang diamati : struktur daun dorsiventral
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x



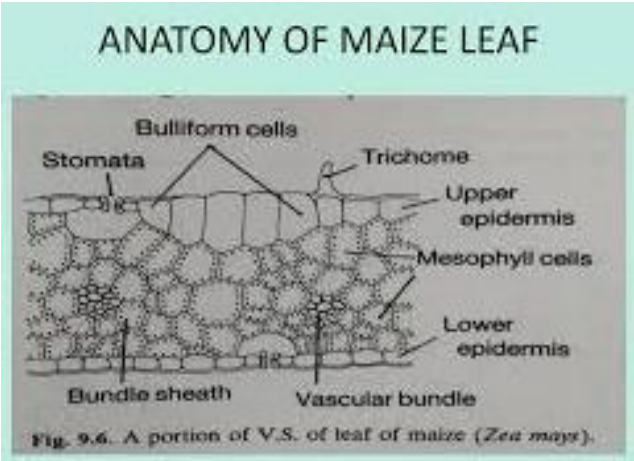
Gambar 88. Tipe daun dorsiventral

2. *Pluchea indica* (beluntas)
   a. Bagian yang diambil : c-s daun
   b. Yang diamati : struktur daun isobilateral
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x



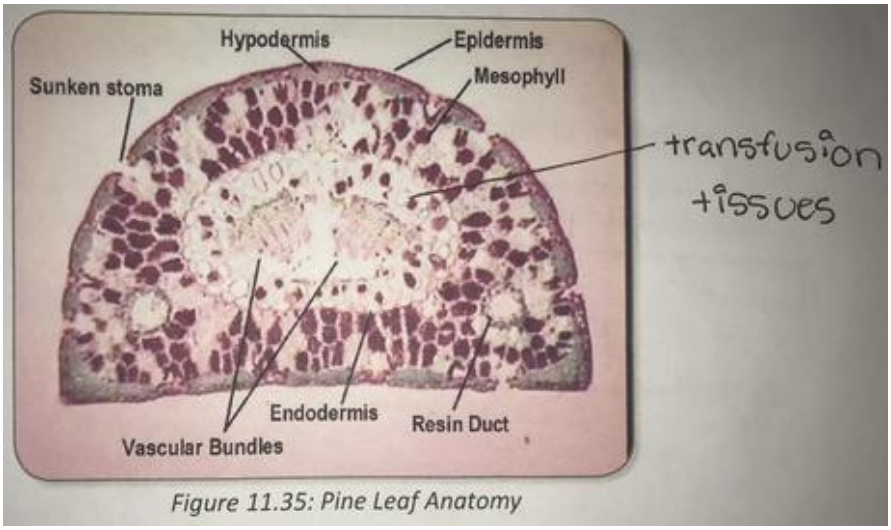
Gambar 89. Tipe daun isobilateral

3. *Zea mays* (jagung)
   a. Bagian yang diambil : c-s daun
   b. Yang diamati : struktur daun rumput-rumputan
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x
   e. Bandingkan dengan preparat awetan



Gambar 90. Struktur daun rumput-rumputan (*Gramineae/Poaceae*)

4. *Pinus merkusii* (pinus/cemara)
   a. Bagian yang diambil : c-s daun
   b. Yang diamati : struktur daun bentuk jarum
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x
   e. Bandingkan dengan preparat awetan



Gambar 91. Struktur daun bentuk jarum (*Coniferae*)

Jawablah pertanyaan di bawah ini:

1. Apa perbedaan antara daun monokotil dan dikotil jika dilihat dari struktur anatominya? Berikan contoh spesifik untuk masing-masing jenis daun.
2. Deskripsikan peran stomata dalam proses fotosintesis dan transpirasi! Bagaimana struktur stomata membantu mengatur proses tersebut?
3. Jelaskan fungsi jaringan palisade dan spons pada mesofil daun! Mengapa kedua jaringan ini penting bagi proses fotosintesis?

8.12. Anatomi Akar

Pembahasan ini mengkaji struktur anatomi akar pada tumbuhan dikotil dan monokotil, termasuk ragam sel dan jaringan penyusunnya, serta karakter khusus velamen pada akar udara. Uraian disusun dengan merujuk pada contoh tumbuhan seperti jagung (*Zea mays*), kacang tanah (*Arachis hypogaea*), anggrek (*Vanda* sp. atau *Dendrobium* sp.), dan ubi jalar (*Ipomoea batatas*) sebagai representasi variasi struktur anatomi akar pada tumbuhan.

Fungsi akar yang paling utama ialah untuk penunjang, penyerapan, pengangkutan, dan penyimpanan bahan cadangan

makanan. Bagian-bagian akar yang penting antara lain tudung akar (*calyptra*), epidermis, korteks, endodermis, dan silinder pusat (*stele*). Tudung akar (*calyptra*) merupakan bagian akar yang berfungsi untuk melindungi promeristem akar dan membantu akar menembus tanah, terdiri dari sel parenkim yang masih hidup dan banyak mengandung zat pati/amilum.

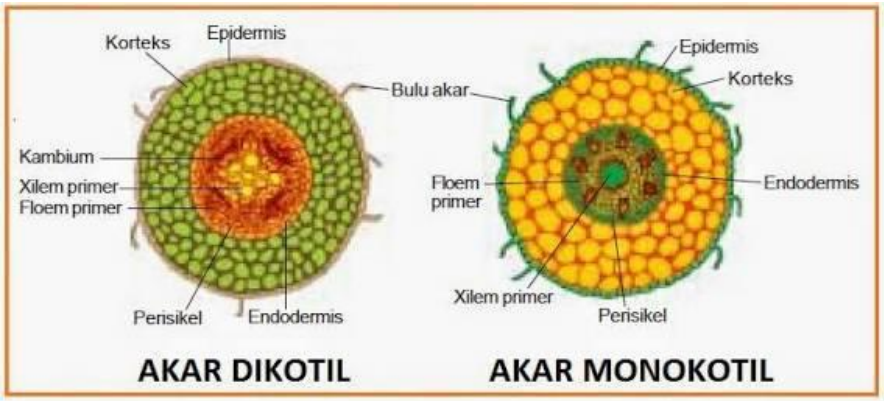
Epidermis merupakan selapis sel yang terletak paling luar, selnya berdinding tipis, tidak berkutikula dan tidak memiliki stomata. Akar rambut pada epidermisnya terbentuk dari sel epidermis berupa tonjolan yang arahnya tegak lurus terhadap sumbu akar dan terletak pada ujung distal dari daerah perpanjangan. Pada tumbuhan anggrek (*Orchidaceae*) dan famili *Arecaceae* yang hidupnya epifit, sel epidermisnya terdiri dari beberapa lapis sel yang disebut velamen, di mana sel-selnya telah mati, berdinding tebal dan berfungsi untuk tempat menyimpan air.

Korteks terdiri dari parenkim yang sel-selnya mempunyai bermacam-macam bentuk. Pada tumbuhan monokotil, kadang-kadang mengandung sel-sel sklerenkim, sedangkan pada lapisan sub-epidermisnya terdapat eksodermis atau rizodermis, terdiri dari sel berdinding tebal, mengandung suberin dan berfungsi sebagai lapisan pelindung setelah epidermis rusak.

Endodermis merupakan lapisan paling dalam dari korteks. Pada selnya terdapat *pita kaspari*, yaitu penebalan dinding sel pada dinding radial dan tangensialnya dari bahan suberin yang tampak sebagai pita yang melingkar, akibatnya dinding sel tidak permeabel sehingga air dan garam-garam terpaksa melalui sitoplasma yang bersifat permeabel selektif. Tetapi pada lapisan tersebut masih terdapat sel-sel yang tidak mengalami penebalan dindingnya sehingga masih dapat dilalui oleh air. Sel-sel tersebut dinamakan sel penerus (*passage cell*).

Silinder pusat (*stele*), merupakan bagian yang paling dalam dari akar. Lapisan terluarnya disebut perisikel, terdiri dari satu/lebih lapisan sel dan terdapat di bawah endodermisnya. Ikatan pembuluh akar terdiri dari ikatan pembuluh radial. Di antara ikatan-ikatan pembuluh terdapat sel-sel parenkim yang membentuk jaringan pengisi (*conjunctive tissue*). Di tengah *stele* terdapat empulur (*pith*), terutama pada tumbuhan dikotil herba dan monokotil. Empulur

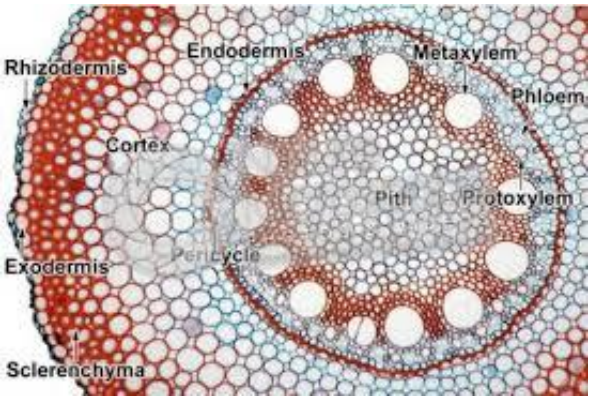
tersusun dari sel-sel parenkim. Pada tumbuhan dikotil berkayu tidak terdapat empulur, tapi terdapat kelompok sel-sel xylem yang bersatu (Gambar 92).



Gambar 92. Penampang akar dikotil dan monokotil

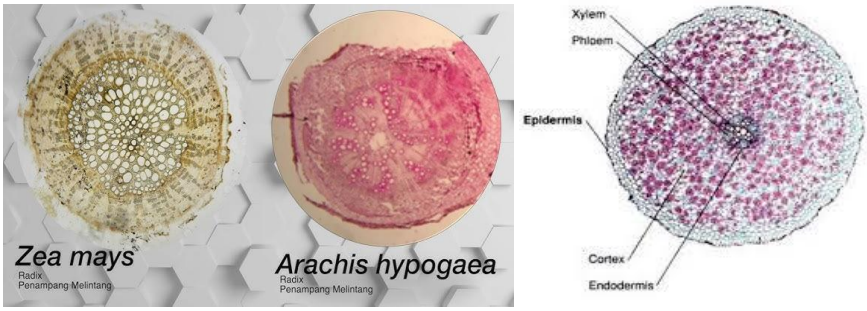
Tugas: Gambarkan preparat yang sudah saudara buat dan tuliskan bagian-bagiannya.

1. *Zea mays* (jagung)
   a. Bagian yang diambil : c-s akar
   b. Yang diamati : struktur akar monokotil
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x



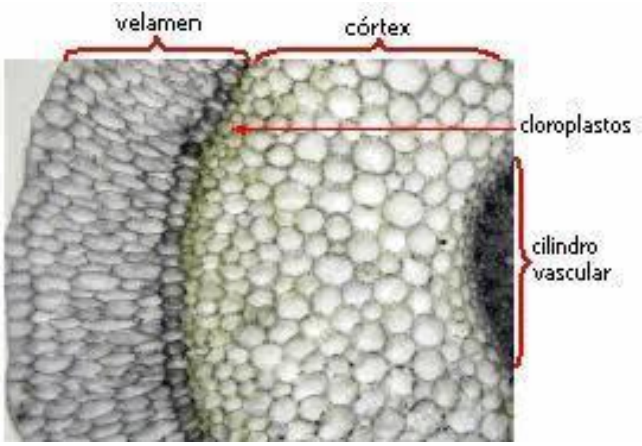
Gambar 93. Struktur anatomi akar jagung (monokotil)

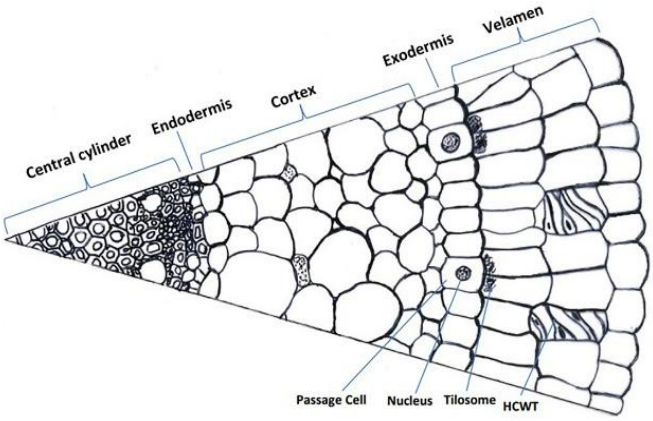
2. *Arachis hypogaea* (kacang tanah)
   a. Bagian yang diambil : c-s akar
   b. Yang diamati : struktur akar dikotil
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x
   e. Bandingkan dengan preparat awetan



Gambar 94. Struktur anatomi akar kacang tanah (dikotil)

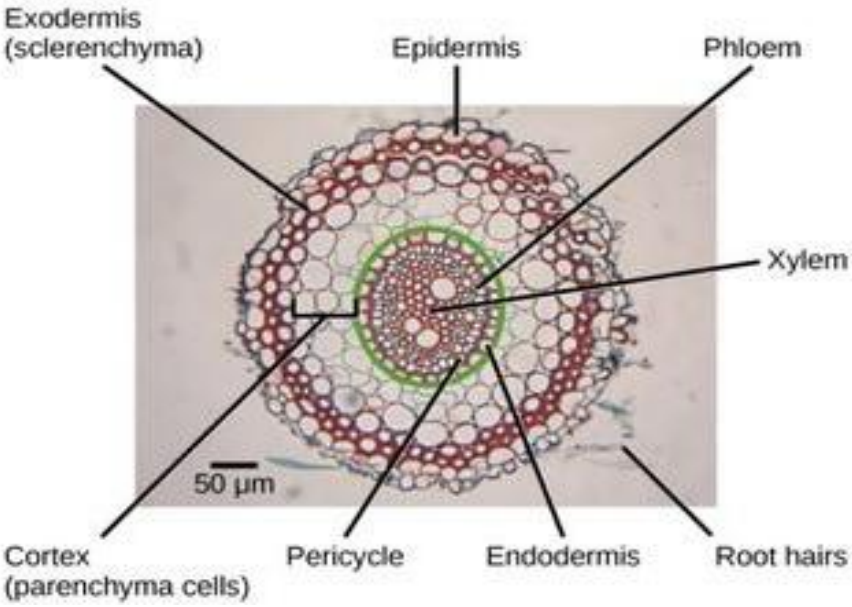
3. *Vanda* sp. atau *Dendrobium* sp. (anggrek)
   a. Bagian yang diambil : c-s akar udara
   b. Yang diamati : struktur velamen
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x

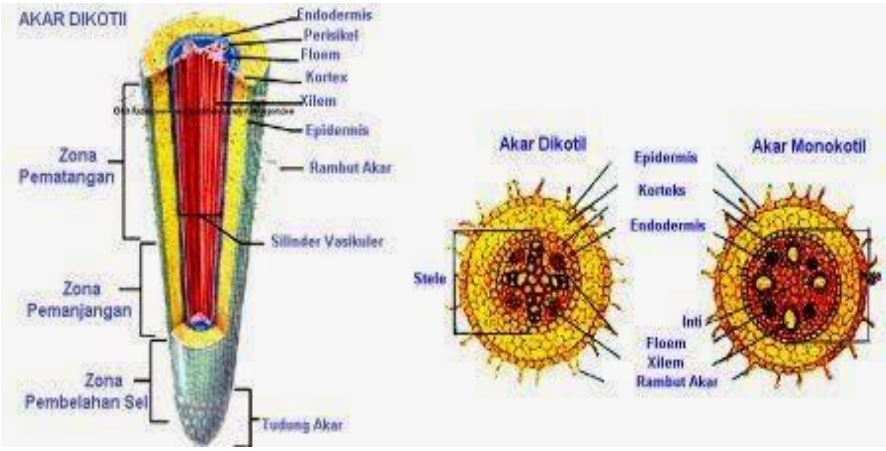




Gambar 95. Struktur anatomi velamen pada anggrek (*Orchidaceae*)

4. *Ipomoea batatas* (ubi jalar)
   a. Bagian yang diambil : c-s akar
   b. Yang diamati : struktur sekunder akar akibat aktivitas kambium
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x





Gambar 96. Struktur anatomi akar monolotil dan dikotil (*Ipomoea batatas*)

Jawablah pertanyaan di bawah ini:

1. Jelaskan struktur anatomi akar monokotil dan dikotil! Sebutkan perbedaan utama antara keduanya.
2. Apa yang dimaksud dengan rambut akar? Jelaskan peranannya dalam proses penyerapan air dan nutrisi oleh akar!
3. Deskripsikan struktur dan fungsi dari tudung akar (kaliptra)! Mengapa tudung akar penting bagi pertumbuhan akar?

8.13. Anatomi Batang

Pembahasan ini menguraikan struktur anatomi batang serta variasi tipe batang pada tumbuhan, meliputi batang berkayu, batang dikotil berbatang basah (herba), dan batang monokotil. Uraian mencakup bagian-bagian batang dan jaringan penyusunnya, seperti epidermis, korteks, dan *stele*, dengan contoh tumbuhan antara lain bayam duri (*Amaranthus spinosus*), bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*), bunga tasbih (*Canna indica*), dan bugenvil (*Bougainvillea spectabilis*) sebagai representasi keragaman struktur anatomi batang.

Sebagai bahan aksis tumbuhan, batang merupakan organ yang mempunyai peranan utama untuk penunjang, konduksi, alat reproduksi vegetatif, dan lain-lain. Tersusun oleh jaringan yang mempunyai bermacam bentuk dan fungsinya. Secara anatomi dan

morfologi, batang dapat dibedakan atas tiga macam, yakni tumbuhan berkayu, termasuk di dalamnya tumbuhan dikotil berupa pohon atau semak, tumbuhan *Gymnospermae*, tumbuhan dikotil berbatang basah (herba), dan monokotil.

Pada tumbuhan monokotil dan dikotil berbatang basah, maka jaringan pada batangnya adalah jaringan primer yaitu jaringan yang berasal dari protoderm, jaringan dasar dan pro-kambium. Sedangkan pada tumbuhan dikotil dan *Gymnospermae* berkayu, maka jaringan primernya pada pertumbuhan sekunder akan mengalami penambahan jaringan sekunder yang berasal dari kambium dan kambium gabus. Bagian-bagian batang yang terpenting ialah epidermis, korteks, dan *stele*, dengan jaringan-jaringan yang menyusunnya seperti hipodermis, endodermis, perisikel, jaringan vaskuler, empulur, dan jari-jari empulur. Bagian-bagian batang antara lain:

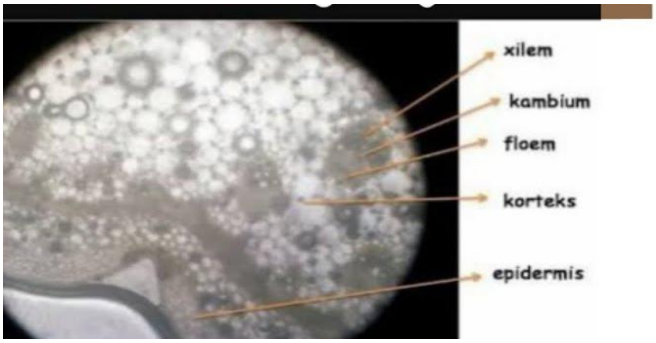
1. Epidermis, merupakan bagian terluar batang, terdiri dari selapis sel, tersusun rapat, dinding sebelah luarnya berkutikula. Kadang-kadang pada lapisan ini terdapat stomata (*lentisel*), idioblas, atau trikom. Pada tumbuhan batang berkayu, lapisan ini biasanya segera diganti oleh lapisan periderm.
2. Korteks, merupakan bagian batang yang terdiri dari sel-sel parenkim. Kadang-kadang mengandung sel-sel kolenkim atau klorenkim, yang terletak pada bagian sub-epidermal dan biasanya disebut lapisan hipodermis. Pada beberapa jenis tumbuhan tertentu, pada bagian korteks yang paling dalam terdapat selapis sel yang mengalami penebalan pada dinding melintangnya, lapisan ini disebut endodermis, karena lapisan ini sering mengandung pati, maka disebut juga lapisan seludang pati (*starch sheath*).
3. Perisikel, terdiri dari beberapa lapis sel yang terletak di antara endodermis dan ikatan pembuluhnya (floem). Biasanya terdiri dari sel parenkim atau sklerenkim.
4. Ikatan pembuluh, terdiri dari suatu jaringan vaskuler yang berbentuk silindris, tersusun dari deretan ikatan pembuluh kolateral terbuka.

5. Empulur, merupakan bagian paling luas dari batang, terletak di antara lapisan ikatan pembuluh dengan atau sampai pusat batang. Terdiri dari sel-sel parenkim berbentuk poligonal, berdinding tipis, dan mengandung banyak ruang antar sel.
6. Struktur sekunder, pada tumbuhan *Gymnospermae* dan dikotil berkayu misalnya *Pinus* sp., *Tilia* sp., atau *Erythrina* sp. yang telah tua, pada pertumbuhan sekundernya telah dibentuk tambahan jaringan vaskuler kemudian membentuk kambium gabus (*felogen*).

Kambium biasanya terdiri dari *kambium vasikuler* dan *intervasikuler*, yang membentuk jaringan vasikuler sekunder bersambungan sehingga membentuk silinder jaringan pembuluh. Pada tumbuhan berbatang basah, kambium vasikulernya hanya membentuk sel-sel parenkim. Felogen membentuk lapisan periderm (gabus) keluar dan feloderm (korteks sekunder) ke dalam. Jika terbentuk lebih dari satu lapisan periderm, maka keseluruhan periderm tersebut dinamakan *ritidoma*. Adanya pertumbuhan dan penambahan jaringan baru akan menimbulkan tekanan dan perusakan terhadap jaringan di sekitarnya sehingga terjadi eleminasi jaringan di sekelilingnya. Pada batang monokotil (*Zea mays* atau *Coix lacryma -jobi*), maka antara bagian korteks dan *stele* nya tidak dapat dibedakan dengan jelas. Ikatan pembuluhnya terletak tersebar tidak teratur dan letaknya makin rapat pada bagian tepi batang.

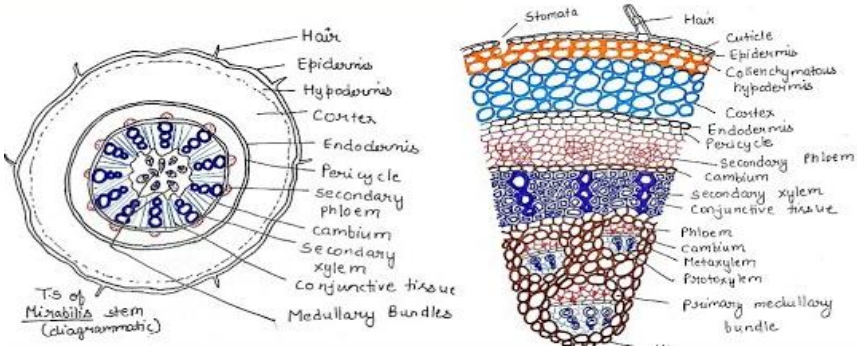
Tugas: Gambarkan preparat yang sudah saudara buat dan tuliskan bagian-bagiannya.

1. *Amaranthus spinosus* (bayam duri)
   a. Bagian yang diambil : c-s batang
   b. Yang diamati : struktur batang dikotil
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x



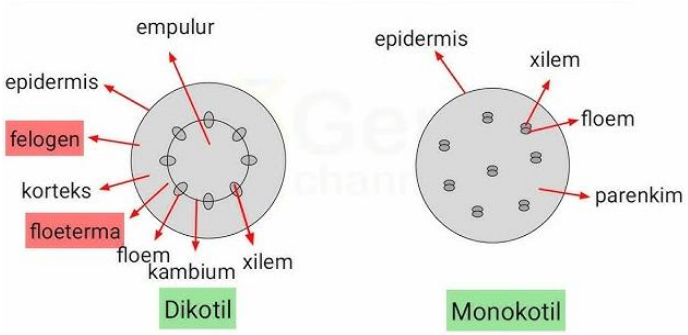
Gambar 97. Struktur anatomi batang bayam (dikotil)

2. *Mirabilis jalapa* (bunga pukul empat/pagi sore)
   a. Bagian yang diambil : c-s batang
   b. Yang diamati : struktur batang dikotil
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x



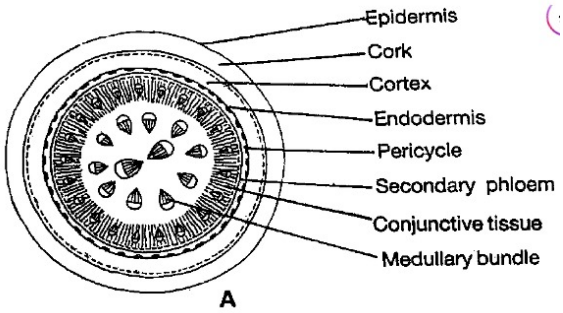
Gambar 98. Struktur anatomi batang bunga pukul empat (dikotil)

3. *Canna indica* (bunga tasbih/ganyong)
   a. Bagian yang diambil : c-s batang
   b. Yang diamati : struktur batang monokotil
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x



Gambar 99. Struktur anatomi batang dikotil dan monokotil

4. *Bougainvillea spectabilis* (bugenvil/kembang kertas)
   a. Bagian yang diambil : c-s batang
   b. Yang diamati : struktur batang dikotil
   c. Medium : anilin sulfat
   d. Perbesaran : 100x, 400x



Gambar 100. Struktur anatomi batang *Bougainvillea spectabilis*

Jawablah pertanyaan di bawah ini:

1. Apa perbedaan antara batang monokotil dan dikotil jika dilihat dari struktur anatominya? Berikan contoh spesifik untuk masing-masing jenis batang.
2. Deskripsikan peran xilem dan floem dalam transportasi air dan nutrisi pada tumbuhan! Bagaimana kedua jaringan ini bekerja sama untuk menjaga keseimbangan tumbuhan.
3. Jelaskan fungsi kambium pada batang dikotil! Bagaimana kambium berperan dalam pertumbuhan sekunder batang.

LAMPIRAN TANAMAN

Mangifera indica

Psidium guajava

Caladium bicolor

Musa paradisiaca

Acacia auriculiformis

Nerium oleander

Durio zibethinus

Nothopanax scutellarium

Amaranthus spinosus

Bauhinia purpurea

Pluchea indica

Coleus sp.

Hibiscus tiliaceus

Annona muricata

Manilkara zapota

Centella asiatica

Nelumbium nelumbo

Oxalis corniculata

Anacardium occidentale

Citrus aurantifolia

Ananas comosus

Piper betle

Cinnamomum zeylanicum

Artocarpus heterophyllus

Hibiscus rosa-sinensis

Zea mays

Kalanchoe pinnata

Manihot utilissima

Pinus merkusii

Citrus maxima

Rosa sp.

Caesalpinia pulcherrima

Moringa oleifera

Hevea brasiliensis

Ceiba pentandra

Ixora javanica

Crinum asiaticum

Cassia alata

Tamarindus indica

Arachis hypogaea

Pyrus malus

Syzygium aqueum

Jatropha curcas

Cucumis sativus

Citrus sinensis

Cocos nucifera

Musa paradisiaca

Ananas comosus

Carica papaya

Gossypium hirsutum

Allium cepa

Rhoeo discolor

Hydrilla verticillata

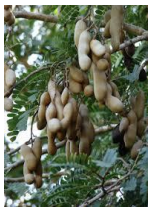
Spirogyra sp.

Daucus carota

Allamanda cathartica

Salacca edulis

Camellia sinensis



Tamarindus indica

Eichhornia crassipes

Ficus elastica

Canna edulis

Phaseolus radiatus

Ipomoea batatas

Oryza sativa

Colocasia esculenta

Apium graveolens

Mussaenda erythrophylla

Clitoria ternatea

Asplenium nidus

Coix lacryma-jobi

Helianthus annuus

Cordyline fruticosa

Euphorbia tirucalli

Citrus maxima

Limnocharis flava

Pluchea indica

Dendrobium sp.

Mirabilis jalapa

Bougainvillea spectabilis

DAFTAR PUSTAKA

Beck, C.B. (2010). *An Introduction to Plant Structure and Development: Plant Anatomy for the Twenty-First Century*. 2nd Edition. Cambridge Univ Press. ISBN:9780521518055.

Crang, R., Sobaski, S.L., Wise, R. (2018). *Plant Anatomy A Concept-Based Approach to the Structure of Seed Plants*. Springer Cham. eBook: ISBN 978-3-319-77315-5. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-319-77315-5.

Dalimartha, S. (2008). *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia: Menguak Kekayaan Tumbuhan Obat Indonesia*. Jilid 5. Jakarta: Pustaka Bunda. ISBN: 978-979-1480-18-5.

Fahn, A. (2000). *Anatomi Tumbuhan*. Penerjemah: Soediarto, A., Koesoemaningrat, M.T., Natasaputra, M., Akmal. H. Editor: Tjitrosomo, S.S. Edisi ke tiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press

Fitzgerald, L. (2020). *Plant Anatomy and Morphology: Structure, Function and Development*. Callisto Reference. ISBN-10 : 1641162589.

Fitzgerald, L. (2020). *Plant Anatomy and Morphology: Structure, Function and Development.* Callisto Reference. ISBN-10 : 1641162589.

Grigore, M.N. (2025). *Plant Ecological Anatomy*. Springer Cham. eBook: ISBN 978-3-032-01332-3. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-032-01332-3.

Hanani, E. (2021). *Buku Ajar Farmakognosi*. Jakarta: Uhamka Press. ISBN: 978-623-7724-17-9.

Hidayat, S. & Napitupulu, R.M. (2015). *Kitab Tumbuhan Obat*. Jakarta: AgriFlo (Penebar Swadaya Grup). ISBN: 979-002-660-9

Kaplan, D. & Specht, C.D. (2022). *Kaplan's Principles of Plant Morphology*. 1st Edition. CRC Press. eBook: ISBN 9781315118642.

Mulyani, S.E.S. (2006). *Anatomi Tumbuhan*. Yogyakarta: P.T. Kanisius. ISBN: 979-21-1049-6.

Novita, A., Hapsani, A., Basri, H. (2024). *BOTANI: Pengenalan Morfologi dan Anatomi Tumbuhan*. UMSU Press. ISBN 978-623-408-664-5.

Nugroho, L.H. (2018). *Struktur dan Produk: Jaringan Sekresi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. ISBN: 978-602-386-165-1.

Tjitrosoepomo, G. (2009). *Morfologi Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. ISBN: 978-602-386-819-3.

TENTANG PENULIS

Dr. apt. Subaryanti, M.Si., C.Herbs. lahir di Jakarta pada 21 Januari 1968 dari pasangan Bachrun Tjasman dan Sarinah Aisah. Penulis merupakan anak kedua dari lima bersaudara. Penulis lulus dari SMA Negeri 44 Klender Jakarta Timur pada tahun 1985. Pendidikan Sarjana ditempuh pada tahun 1985 di Jurusan Farmasi FMIPA Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN) Jakarta, lulus tahun 1990.

Pada tahun 2001, penulis melanjutkan program pendidikan S2 ke Sekolah Pascasarjana IPB, dengan Beasiswa BPPS dari Kemenristek Dikti pada Program Studi Biologi Tumbuhan dengan Sub Program Studi Ekologi, Keragaman Hayati dan Produk Alami dan meraih gelar Magister Sains (M.Si) pada tahun 2005. Pada tahun 2010-2011 penulis menempuh pendidikan di Program Studi Profesi Apoteker ISTN Jakarta dan sebagai tenaga profesi Apoteker penulis mengabdikan diri sebagai apoteker penanggung jawab di Klinik Pratama Rawat Jalan dr. Dewi, Cileungsi, Bogor, Jawa Barat. Selanjutnya pada tahun 2015 penulis melanjutkan pendidikan Program Doktor di Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (IPB) pada program studi yang sama dengan peminatan Biologi Sel dan Fisiologi Tumbuhan, juga memperoleh beasiswa BPPDN dari Kemenristek Dikti dan memperoleh gelar Doktor pada tahun 2020. Gelar *Certified Herbalis* (C.Herbs.) diperoleh dari Badan Nasional Sertifikat Profesi (BNSP) LSP COHESPA (*Cosmetology, Health, esthethic, and Spa*) tahun 2025.

Penulis bekerja sebagai staf pengajar pada Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, ISTN Jakarta sejak tahun 1992 hingga sekarang. Mengajar mata kuliah Botani Farmasi, Farmakognosi-Fitokimia, Produk Alami, Keragaman Hayati, Analisis Hayati, Etnobotani, dan Fitofarmaka. Selain mengajar, juga bertugas sebagai Kepala Program Studi Farmasi pada Fakultas Farmasi ISTN Jakarta.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Institut Sains dan Teknologi Nasional atas dukungan pendanaan Hibah Buku Ajar sehingga buku ini dapat terbit.

Memahami tumbuhan sebagai sumber bahan obat bukan hanya soal mengenal nama, tetapi juga tentang memahami bentuk, struktur, dan keteraturan yang menyusunnya. Buku ***Botani Farmasi: Eksplorasi Morfologi dan Anatomi Tumbuhan untuk Ilmu dan Aplikasi*** ini menghadirkan pembahasan menyeluruh tentang dunia tumbuhan dari yang tampak oleh mata hingga struktur yang hanya bisa diamati melalui pembesaran. Setiap bab disusun untuk membantu pembaca mengenali tumbuhan secara utuh, mulai dari daun, bunga, dan buah hingga jaringan, sel, dan organ dalamnya.

Berangkat dari pengenalan morfologi, pembaca diajak memahami variasi bentuk daun, bunga, dan buah sebagai ciri penting dalam mengenali jenis tumbuhan. Pembahasan kemudian berlanjut ke pengamatan mikroskopis yang membuka wawasan mengenai struktur sel, jaringan, serta susunan anatomi akar, batang, dan daun. Seluk-beluk preparasi, penggunaan mikroskop, serta cara menggambar hasil pengamatan disajikan secara runtut dan mudah diikuti.

Penerbit Deepublish (CV BUDI UTAMA)
Jl. Kaliurang Km 9,3 Yogyakarta 55581
Telp/Fax : (0274) 4533427
Anggota IKAPI (076/DIY/2012)
cs@deepublish.co.id
Penerbit Deepublish
@penerbitbuku_deepublish
www.penerbitdeepublish.com

Kategori : Farmasi dan Botani
ISBN 978-634-01-3030-0
9 786340 130300