

Aisar Novita S.P., M.P.
Arie Hapsani Hasan Basri, S.P., M.P.

BOTANI

Pengenalan Morfologi dan Anatomi Tumbuhan

Editor: Bunga Raya Ketaren, S.P., M.Sc., Ph.D.



BOTANI

**Pengenalan Morfologi
dan Anatomi Tumbuhan**

HAK CIPTA DILINDUNGI UNDANG-UNDANG

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam dan dengan sistem penyimpanan lainnya tanpa izin tertulis dari penulis.

BOTANI

Pengenalan Morfologi dan Anatomi Tumbuhan

Aisar Novita S.P., M.P.
Arie Hapsani Hasan Basri, S.P., M.P.

Editor

Bunga Raya Ketaren, S.P., M.Sc., Ph.D.



Judul

BOTANI: Pengenalan Morfologi dan Anatomi Tumbuhan

Penulis

**Assoc. Prof. Dr. Aisar Novita, S.P., M.P.,
Arie Hapsani Hasan Basri, S.P., M.P.**

Editor

Bunga Raya Ketaren, S.P., M.Sc., Ph.D.

Layouter

Fimanda Arlita, M.Pd.

Cetakan Pertama; Mei 2024

(xviii + 124 hlm); 15.5 x 23 cm

ISBN : 978-623-408-664-5

E-ISBN : 978-623-408-659-1 (PDF)

Penerbit



Redaksi

Jalan Kapten Muktar Basri No 3 Medan, 20238

Telepon, 061-6626296, Fax. 061-6638296

Email; umsupress@umsu.ac.id

Website; <http://umsupress.umsu.ac.id/>

Anggota IKAPI Sumut, No: 38/Anggota Luar Biasa/SUT/2020

Anggota APPTI, Nomor: 005.053.1.09.2018

Anggota APPTIMA (Afiliasi Penerbit Perguruan Tinggi Muhammadiyah Aisiyyah)

Daftar Isi

Daftar Isi _____	v
Daftar Gambar _____	ix
Daftar Tabel _____	xiii
Prakata _____	xv
Kata Pengantar Editor _____	xvii
BAB I Pendahuluan _____	1
A. Konsep Dasar Botani _____	1
B. Sejarah Botani _____	4
C. Ruang Lingkup Botani _____	9
BAB II Morfologi _____	15
A. Aspek Morfologi _____	15
B. Aspek Fisiologis _____	18
C. Aspek Ekologi _____	19
D. Aspek Taksonomi _____	22
BAB III Daun _____	27
A. Daun _____	27
B. Fungsi Daun _____	27
C. Morfologi Daun _____	28
D. Modifikasi Daun _____	47
E. Senescence/Penuaan _____	48
F. Struktur Anatomi Daun _____	49
G. Klasifikasi Tanaman Kelapa Sawit _____	55
H. Morfologi Tanaman Kelapa Sawit _____	56
I. Klasifikasi Tanaman Kopi _____	58
J. Morfologi Daun Kopi _____	60

BAB IV Batang _____	63
A. Batang _____	63
B. Struktur Batang _____	63
C. Pertumbuhan Batang _____	64
D. Fungsi Batang _____	65
E. Anatomi Batang _____	65
F. Jenis Batang _____	66
G. Transformasi Batang _____	68
H. Batang Kelapa Sawit _____	68
I. Batang Tanaman Kopi _____	69
 BAB V Akar _____	 73
A. Akar _____	73
B. Fungsi Akar _____	73
C. Jenis Akar dan Sistem Akar _____	75
D. Modifikasi Akar _____	78
E. Morfologi dan Anatomi Akar _____	80
F. Sifat-Sifat Akar _____	83
G. Akar Tanaman Kelapa Sawit _____	83
H. Akar Tanaman Kopi _____	85
 BAB VI Bunga _____	 87
A. Bunga _____	87
B. Bentuk dan Jenis Bunga _____	87
C. Polinasi (penyerbukan) _____	90
D. Fungsi Bunga _____	93
E. Bagian-Bagian Bunga _____	94
F. Bunga Tanaman Kelapa Sawit _____	97
G. Bunga Tanaman Kopi _____	98
 BAB VII Buah _____	 101
A. Buah _____	101
B. Jenis Buah _____	102

C. Tipe-Tipe Buah _____	105
D. Fungsi Buah Pada Tumbuhan _____	106
E. Buah Kelapa Sawit _____	106
F. Buah dan Biji Kopi _____	107
Glosarium _____	111
Daftar Pustaka _____	117
Indeks _____	119
Tentang Penulis _____	121
Tentang Editor _____	123



Daftar Gambar

No. Gambar	Keterangan	Hal
Gambar 3.1	Bagian – Bagian dan Model Pertulangan Daun	30
Gambar 3.2	Bentuk Tulang Pada Daun	31
Gambar 3.3	Daun bertulang menyirip atau penninervis pada Mangga, <i>Mangifera indica</i>	32
Gambar 3.4	Daun Jarak <i>Ricinus communis</i> yang memiliki daun yang bertulang menjari atau palminervis	32
Gambar 3.5	<i>Limnocharis flava</i> yang memiliki daun yang bertulang melengkung cervinervis	33
Gambar 3.6	Bentuk Bentuk daun	35
Gambar 3.7	Tanaman lombok rawit atau Cabe rawit (<i>Capsicum frutescens</i>) dengan daun Bentuk bulat telur (ovatus)	37
Gambar 3.8	Bentuk daun segi tiga (triangularis), yaitu bentuk seperti segi tiga sama kaki, misalnya daun bunga pukul empat <i>Mirabilis jalapa</i>	37
Gambar 3.9	Daun Bentuk delta (deltoideus), yaitu bangun segi tiga yang sama ketiga sisinya, misalnya daun air mata pengantin (<i>Antigonon leptopus</i> Hook, et Arn.)	38
Gambar 3.10	Daun Bentuk belah ketupat (rhomboides), yaitu bentuk segi empat yang sisinya tidak sama panjang, misalnya anak daun yang di ujung pada	38

	daun bangkuwang (<i>Pachyrrhizus erosus</i> Urb.)	
Gambar 3.11	Daun Bentuk jantung (<i>cordatus</i>), yaitu bangun seperti bulat telur, tetapi pangkal daun memperlihatkan suatu lekukan misalnya daun waru (<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.)	39
Gambar 3.12	Bentuk bulat telur sungsang (<i>Obovatus</i>), yaitu seperti bulat telur tetapi bagian yang lebar dekat ujung daun, misalnya daun sawo kecil (<i>Manilkara kauki</i> Dub.)	40
Gambar 3.13	Bentuk jantung sungsang (<i>Obcordatus</i>), daun calincing atau semanggi gunung (<i>Oxalis corniculata</i> L.)	41
Gambar 3.14	Bentuk segi tiga terbalik atau bentuk pasak (<i>cuneatus</i>), misalnya anak daun semanggi (<i>Marsilea crenata</i> Presl.)	41
Gambar 3.15	Bentuk sudip atau bentuk spatel atau solet (<i>spathulatus</i>), seperti bentuk bulat telur terbalik, tetapi bagian bawahnya memanjang, misalnya daun tapak liman (<i>Elephantopus scaber</i> L.),	42
Gambar 3.16	Bentuk Ujung daun	44
Gambar 3.17	Bentuk Pangkal Daun	45
Gambar 3.18	Bentuk Pinggir daun dan Bentuk daun Majemuk	46
Gambar 3.19	Duduk daun pada batang	46
Gambar 3.20	Struktur Daun Secara Umum	50
Gambar 3.21	Anatomi Daun Dikotil	52
Gambar 3.22	Struktur Daun Monokotil dan Dikotil	54
Gambar 3.23	Tanaman Kelapa Sawit	55

Gambar 3.24	Daun kelapa sawit.	56
Gambar 3.25	Pelepah kelapa sawit.	58
Gambar 3.26	Bagian-Bagian Daun Kopi	61
Gambar 3.27	Daun Kopi	61
Gambar 4.1	Anatomi Batang Monokotil dan Batang Dikotil	67
Gambar 4.2	Perbedaan Anatomi Batang Monokotil dan Dikotil	67
Gambar 4.3	Batang kelapa sawit.	69
Gambar 4.4	Tanaman Kopi	72
Gambar 4.5	Batang Tanaman Kopi	72
Gambar 5.1	Sistem Akar	77
Gambar 5.2	Akar Monokotil dan Akar Dikotil	77
Gambar 5.3	Anatomi Akar Monokotil dan Akar Dikotil	78
Gambar 5.4	Akar udara beringin	79
Gambar 5.5	Mangrove pneumatophores	80
Gambar 5.6	Meristem apikal akar dan tutup akar	81
Gambar 5.7	Akar pada penampang	82
Gambar 5.8	Bagian-Bagian Akar kelapa sawit	84
Gambar 5.9	Akar Tanaman Kelapa Sawit	84
Gambar 5.10	Akar tanaman kopi	86
Gambar 6.1	Bagian Bunga	88
Gambar 6.2	Putik dan benang sari	88
Gambar 6.3	Bunga Sempurna	89
Gambar 6.4	Bagaimana tumbuhan berbunga berkembang biak	91
Gambar 6.5	Polinasi Sendiri	92
Gambar 6.6	Bagian- Bagian Bunga	95
Gambar 6.7	Bunga Jantan	97
Gambar 6.8	Bunga Betina	97

Gambar 6.9	Bunga kopi	99
Gambar 7.1	Buah kacang-kacangan	103
Gambar 7.2	Buah Dikotil dan Monokotil	104
Gambar 7.3	Buah Kelapa Sawit.	106
Gambar 7.4	Bagian-Bagian Buah Kelapa Sawit	107
Gambar 7.5	Biji Tanaman Kopi	108
Gambar 7.6	Kopi Peaberry	109

Daftar Tabel

No. Tabel	Keterangan	Hal
Tabel 3.1	Lima Subseksi Tanaman Kopi	59
Tabel 7.1	Perbedaan Buah Sejati dan Buah Semu	105



Prakata

Botani: Pengantar Morfologi dan Anatomi Tumbuhan, memberikan gambaran menyeluruh terkini tentang dasar-dasar botani dalam kajian morfologi dan anatomi tumbuhan terkhusus tanaman kelapa sawit. Topik dan bab disusun dalam urutan yang mudah diikuti. Botani adalah studi ilmiah tentang tumbuhan, bagaimana tumbuhan berfungsi, seperti apa bentuknya, bagaimana keterkaitannya satu sama lain, di mana tumbuh, bagaimana manusia memanfaatkan tumbuhan, dan bagaimana tumbuhan berevolusi. Tumbuhan sangat penting bagi kehidupan manusia, menyediakan semua makanan, baik secara langsung maupun tidak langsung serta oksigen yang kita hirup. Selain itu, dunia tumbuhan adalah gudang pengobatan alam karena tanaman merupakan sumber dari banyak pengobatan paling penting yang digunakan saat ini. Beberapa tanaman menghasilkan bunga yang indah dan orang harus membayar ratusan dolar, tanaman dan bahan tanaman dipakai oleh manusia, dan beberapa tanaman menghasilkan racun yang membunuh hewan, termasuk manusia. Tumbuhan merupakan landasan bagi semua komunitas terestrial, dan tanaman sangat mempengaruhi iklim dunia, siklus global nutrisi dan air, serta kehidupan hewan setiap hari. Penulis berharap buku ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Medan, Mei 2024

Penulis

Aisar Novita S.P., M.P.

Arie Hapsani Hasan Basri, S.P., M.P.



Kata Pengantar Editor

Segala puja dan puji serta syukur buku Botani: Pengantar Morfologi dan Anatomi Tumbuhan telah diedit sesuai yang disepakati. Buku ini berdasarkan studi ilmiah dan mengikuti literatur mengupas tuntas mengenai fungsi, bentuk, struktur, jaringan tumbuhan (akar, batang, daun, bunga, buah dan biji serta modifikasi yang terjadi pada tumbuhan). Buku ini membahas mengenai pentingnya mengetahui morfologi dan anatomi pada tumbuhan terkait dengan kehidupan makhluk hidup. Demikianlah, mudah-mudahan penyajian buku ini dapat bermanfaat dan menjadi literatur dan sumber ilmu bagi para pembaca sekalian.

Medan, Mei 2024
Editor

Bunga Raya Ketaren, S.P., M.Sc., Ph.D.



BAB I

Pendahuluan

A. Konsep Dasar Botani

Botani adalah cabang biologi yang mempelajari tentang tanaman, termasuk struktur, sifat, dan proses biokimianya. Ini juga mencakup klasifikasi tanaman dan studi tentang penyakit tanaman dan bagaimana mereka berinteraksi dengan lingkungannya. Botani dan hasilnya telah membentuk dasar ilmu terapan seperti pertanian, hortikultura, dan kehutanan.

Orang bergantung pada tumbuhan sebagai sumber makanan, tempat tinggal, pakaian, obat, hiasan, perkakas, dan sihir. Sekarang kita tahu bahwa, selain nilai praktis dan ekonomisnya, tumbuhan hijau sangat penting bagi semua kehidupan di Bumi karena proses fotosintesis, di mana tumbuhan mengubah energi matahari menjadi energi kimia dan makanan. Pembentukan dan pelepasan oksigen sebagai hasil sampingan fotosintesis adalah kapasitas kedua yang unik dan penting dari tumbuhan hijau. Oksidan yang ada di atmosfer sangat penting bagi berbagai bentuk kehidupan karena fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan hijau dan alga selama lebih dari 3.500.000.000 tahun.

Bahkan pada zaman prasejarah, manusia secara intuitif menyadari hubungan penting antara matahari dan tumbuhan, seperti yang ditunjukkan oleh pemujaan suku dan peradaban awal terhadap matahari dan tumbuhan, meskipun banyak langkah dalam proses fotosintesis baru dipahami sepenuhnya baru-baru ini.

Sampai metode berburu dikembangkan, manusia, seperti mamalia antropoid lainnya (seperti kera dan monyet), bergantung sepenuhnya pada sumber daya alam yang tersedia di

sekitar mereka, yang sebagian besar terdiri dari tumbuhan. Dengan mempelajari flora yang digunakan oleh orang aborigin di seluruh dunia, kita dapat mengetahui bagaimana perilaku manusia sebelum era batu. Misalnya, kelompok suku terpencil di Amerika Selatan, Afrika, dan Nugini mengetahui banyak tentang tumbuhan dan membedakan ratusan jenis berdasarkan fungsinya dalam budaya mereka, apakah dapat dimakan, beracun, atau penting. Mereka telah menciptakan sistem klasifikasi dan tata nama yang canggih yang mengikuti sistem binomial, yang ditemukan dalam biologi kontemporer. Akibatnya, keinginan untuk mengenali berbagai jenis tumbuhan dan memberinya nama tampaknya ada sejak zaman umat manusia.

Tanaman akhirnya ditanam dan dikumpulkan oleh manusia. Domestikasi ini menumbuhkan pertanian dan mempertahankan populasi manusia yang sebelumnya nomaden. Desa-desa dan peradaban awal muncul dari masyarakat pertanian menetap di tempat-tempat di mana mereka dapat bergantung pada pasokan makanan yang cukup. Orang telah mengumpulkan banyak cerita rakyat, informasi umum, dan data ilmiah tentang tumbuhan selama waktu yang lama, yang membentuk dasar ilmu botani.

Konsep dasar botani merupakan prinsip-prinsip fundamental yang membentuk dasar pemahaman dalam ilmu botani. Prinsip-prinsip ini mencakup beberapa elemen penting yang membantu memahami struktur, fungsi, dan kehidupan tumbuhan. Berikut adalah beberapa konsep dasar botani:

1. Sel: Semua organisme hidup memiliki sel sebagai komponen struktural dan fungsional utamanya, termasuk tumbuhan. Konsep sel memahami struktur sel, komponen sel, dan fungsi-fungsinya, seperti fotosintesis, respirasi, dan reproduksi.

2. Jaringan: Tumbuhan terdiri dari berbagai jenis jaringan, terdiri dari jaringan penyokong, jaringan pengangkut, jaringan epidermis, dan jaringan meristem. Konsep ini melibatkan pemahaman tentang struktur dan fungsi setiap jenis jaringan.
3. Fotosintesis: Proses di mana tumbuhan menggunakan energi cahaya untuk mengubah air dan karbon dioksida menjadi glukosa dan oksigen. Konsep fotosintesis menjadi penting dalam memahami bagaimana tumbuhan memperoleh energi mereka dan menghasilkan oksigen yang penting bagi kehidupan di Bumi.
4. Respirasi: Proses biokimia di mana tumbuhan mengubah glukosa menjadi energi yang dapat digunakan, dengan menggunakan oksigen dan menghasilkan karbon dioksida. Pemahaman tentang respirasi membantu menjelaskan bagaimana tumbuhan memperoleh energi yang mereka butuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan.
5. Reproduksi: Botani mempelajari berbagai mekanisme reproduksi tumbuhan, termasuk reproduksi seksual dan aseksual. Konsep reproduksi membantu dalam memahami siklus hidup tumbuhan dan pentingnya pewarisan sifat-sifat genetik.
6. Pertumbuhan dan perkembangan: Konsep pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan melibatkan pemahaman tentang proses-proses yang terlibat dalam peningkatan ukuran, pembentukan struktur, dan perubahan fisik yang terjadi sepanjang siklus hidup tumbuhan.
7. Ekologi tumbuhan: Botani juga mencakup konsep-konsep ekologi tumbuhan, termasuk interaksi tumbuhan dengan lingkungannya, ketergantungan pada faktor-faktor lingkungan, serta peran tumbuhan dalam siklus materi dan energi di ekosistem.

Pemahaman yang kuat tentang konsep dasar botani penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan tentang tumbuhan dan aplikasinya dalam berbagai bidang, termasuk pertanian, konservasi lingkungan, dan bioteknologi.

B. Sejarah Botani

Theophrastus, seorang filsuf Yunani yang pertama kali belajar dengan Plato dan kemudian menjadi murid Aristoteles, dianggap sebagai pendiri botani. Hanya dua dari sekitar 200 risalah botani yang ditulisnya yang diketahui ilmu pengetahuan: aslinya ditulis dalam bahasa Yunani sekitar tahun 300 SM, namun masih bertahan dalam bentuk manuskrip Latin, *De causis plantarum* dan *De historia plantarum*. Konsep dasarnya tentang morfologi, klasifikasi, dan sejarah alam tumbuhan, yang diterima tanpa keraguan selama berabad-abad, kini menjadi perhatian terutama karena sudut pandang filosofis dan independen Theophrastus.

Pedanius Dioscorides, seorang ahli botani Yunani abad ke-1 M, adalah penulis botani terpenting setelah Theophrastus. Dalam karya utamanya, herbal dalam bahasa Yunani, ia mendeskripsikan sekitar 600 jenis tumbuhan, dengan komentar tentang kebiasaan pertumbuhan dan bentuknya serta khasiat obatnya. Berbeda dengan Theophrastus yang mengklasifikasikan tumbuhan menjadi pohon, semak, dan herba, Dioscorides mengelompokkan tumbuhannya dalam tiga kategori: aromatik, kuliner, dan obat. Herbalnya, unik karena merupakan pengobatan tanaman obat pertama yang diilustrasikan, selama sekitar 15 abad tetap menjadi kata terakhir dalam botani medis di Eropa.

Dari abad ke-2 SM hingga abad ke-1 M, serangkaian penulis Romawi—Cato the Elder, Varro, Virgil, dan Columella menyiapkan manuskrip Latin tentang pertanian, berkebun, dan penanaman buah-buahan tetapi hanya menunjukkan sedikit

bukti semangat penyelidikan ilmiah untuk demi kepentingannya sendiri itulah yang menjadi ciri khas Theophrastus. Pada abad ke-1 M, Pliny the Elder, meskipun tidak lebih orisinal dibandingkan para pendahulunya di Romawi, tampak lebih rajin sebagai penyusun. *Historia naturalis* miliknya sebuah ensiklopedia sebanyak 37 jilid, yang disusun dari sekitar 2.000 karya yang mewakili 146 penulis Romawi dan 327 penulis Yunani memiliki 16 jilid yang dikhususkan untuk tumbuhan. Meskipun tidak kritis dan mengandung banyak informasi yang salah, karya ini mengandung banyak informasi yang tidak tersedia, karena sebagian besar volume yang dirujuknya telah dimusnahkan.

Mesin cetak merevolusi ketersediaan semua jenis literatur, termasuk tentang tumbuhan. Pada abad ke-15 dan ke-16, banyak herbal diterbitkan dengan tujuan untuk mendeskripsikan tumbuhan yang berguna dalam pengobatan. Ditulis oleh para dokter dan ahli botani yang berorientasi medis, ramuan herbal paling awal sebagian besar didasarkan pada karya Dioscorides dan pada tingkat lebih rendah pada Theophrastus, namun secara bertahap mereka menjadi produk pengamatan asli.

Pada tahun 1552 sebuah manuskrip bergambar tentang tumbuhan Meksiko, yang ditulis dalam bahasa Aztec, diterjemahkan ke dalam bahasa Latin oleh Badianus; manuskrip serupa lainnya yang diketahui pernah ada tampaknya telah hilang. Meskipun jamu di Tiongkok sudah ada sejak jauh lebih dahulu dibandingkan jaman di Eropa, jamu baru dikenal baru-baru ini sehingga hanya memberikan sedikit kontribusi terhadap kemajuan botani Barat.

Penemuan lensa optik pada abad ke-16 dan perkembangan mikroskop majemuk sekitar tahun 1590 membuka era penemuan yang kaya tentang tumbuhan; sebelum waktu itu, semua pengamatan yang diperlukan dilakukan dengan mata telanjang. Para ahli botani abad ke-17 berpaling dari penekanan sebelumnya

pada botani medis dan mulai mendeskripsikan semua tumbuhan, termasuk banyak tumbuhan baru yang diperkenalkan dalam jumlah besar dari Asia, Afrika, dan Amerika. Di antara ahli botani paling terkemuka pada era ini adalah Gaspard Bauhin, yang untuk pertama kalinya mengembangkan, secara tentatif, banyak konsep botani yang masih dianggap valid.

Pada tahun 1665 Robert Hooke menerbitkan dengan judul *Micrographia* hasil pengamatan mikroskopisnya pada beberapa jaringan tumbuhan. Dia dikenang sebagai pencipta kata “sel”, mengacu pada rongga yang dia amati pada irisan tipis gabus; pengamatannya bahwa sel-sel hidup terlalu sering mengandung getah dan bahan-bahan lain telah dilupakan. Pada dekade berikutnya, Nehemiah Grew dan Marcello Malpighi mendirikan anatomi tumbuhan; pada tahun 1671 mereka mengkomunikasikan hasil studi mikroskopis secara bersamaan kepada Royal Society of London, dan keduanya kemudian menerbitkan risalah besar.

Eksperimen fisiologi tumbuhan dimulai dengan karya brilian Stephen Hales yang menerbitkan pengamatannya tentang pergerakan air pada tumbuhan dengan judul *Sayuran Staticks* (1727). Kesimpulannya mengenai mekanisme transpirasi air pada tumbuhan masih valid, begitu pula penemuannya—yang pada saat itu merupakan penemuan yang mengejutkan bahwa udara menyumbang sesuatu pada bahan yang dihasilkan tanaman. Pada tahun 1774, Joseph Priestley menunjukkan bahwa tanaman yang terkena sinar matahari mengeluarkan oksigen, dan Jan Ingenhousz menunjukkan, pada tahun 1779, bahwa tanaman dalam kegelapan mengeluarkan karbon dioksida. Pada tahun 1804 Nicolas de Saussure mendemonstrasikan dengan meyakinkan bahwa tanaman yang terkena sinar matahari menyerap air dan karbon dioksida serta bertambah beratnya,

seperti yang telah dilaporkan oleh Hales hampir satu abad sebelumnya.

Meluasnya penggunaan mikroskop oleh ahli morfologi tumbuhan memberikan titik balik pada abad ke-18, botani sebagian besar menjadi ilmu laboratorium. Sampai penemuan lensa sederhana dan mikroskop majemuk, pengenalan dan klasifikasi tumbuhan, sebagian besar, didasarkan pada aspek morfologi tumbuhan seperti ukuran, bentuk, dan struktur luar daun, akar, dan batang. Informasi tersebut juga dilengkapi dengan pengamatan terhadap kualitas tanaman yang lebih subjektif, seperti tanaman yang dapat dimakan dan kegunaannya sebagai obat.

Pada tahun 1753 Linnaeus menerbitkan karya masternya, *Species Plantarum*, yang berisi deskripsi cermat tentang 6.000 spesies tumbuhan dari seluruh belahan dunia yang dikenal pada saat itu. Dalam karya ini, yang masih menjadi referensi dasar taksonomi tumbuhan modern, Linnaeus menerapkan praktik tata nama binomial—yaitu, penyebutan setiap jenis tumbuhan dengan dua kata, nama genus dan nama spesifik, seperti *Rosa canina*, anjing itu bangkit. Tata nama binomial telah diperkenalkan lebih awal oleh beberapa ahli herbal, namun tidak diterima secara umum; kebanyakan ahli botani terus menggunakan deskripsi formal yang rumit, yang terdiri dari banyak kata, untuk memberi nama suatu tanaman. Linnaeus untuk pertama kalinya menempatkan pengetahuan kontemporer tentang tumbuhan ke dalam sistem yang teratur, dengan pengakuan penuh kepada penulis-penulis sebelumnya, dan menghasilkan metodologi tata nama yang sangat berguna sehingga belum banyak diperbaiki. Linnaeus juga memperkenalkan “sistem seksual” pada tumbuhan, yang menggunakan jumlah bagian bunga, terutama benang sari, yang menghasilkan sel kelamin jantan, dan stilus, yang merupakan

perpanjangan ovarium tumbuhan yang menerima butiran serbuk sari – menjadi alat yang berguna untuk memudahkan identifikasi tumbuhan. Sistem sederhana ini, meskipun efektif, mempunyai banyak ketidaksempurnaan. Sistem klasifikasi lain, yang memperhitungkan sebanyak mungkin karakter untuk menentukan derajat kekerabatan, dikembangkan oleh ahli botani lain; memang, beberapa muncul sebelum zaman Linnaeus. Penerapan konsep Charles Darwin (tentang evolusi) dan Gregor Mendel (tentang genetika) pada taksonomi tumbuhan telah memberikan wawasan tentang proses evolusi dan produksi spesies baru.

Botani sistematis sekarang menggunakan informasi dan teknik dari semua subdisiplin botani, menggabungkannya ke dalam satu kumpulan pengetahuan. Fitogeografi (biogeografi tumbuhan), ekologi tumbuhan, genetika populasi, dan berbagai teknik yang dapat diterapkan pada sel sitotaksonomi dan sitogenetika telah berkontribusi besar terhadap status botani sistematis saat ini dan sampai taraf tertentu harus menjadi bagian darinya. Baru-baru ini, fitokimia, statistik terkomputerisasi, dan morfologi struktur halus telah ditambahkan ke dalam aktivitas botani sistematis.

Abad ke-20 menyaksikan peningkatan pesat dalam laju pertumbuhan penelitian di bidang botani dan hasil yang diperoleh darinya. Kombinasi jumlah ahli botani yang lebih banyak, fasilitas yang lebih baik, dan teknologi baru, semuanya dengan memanfaatkan pengalaman masa lalu, menghasilkan serangkaian penemuan baru, konsep baru, dan bidang usaha botani baru. Beberapa contoh penting disebutkan di bawah ini. Informasi baru dan lebih tepat sedang dikumpulkan mengenai proses fotosintesis, terutama yang berkaitan dengan mekanisme transfer energi. Penemuan pigmen fitokrom, yang merupakan sistem pendeteksi cahaya yang sebelumnya tidak diketahui pada

tumbuhan, telah meningkatkan pengetahuan tentang pengaruh lingkungan internal dan eksternal terhadap perkecambahan biji dan waktu pembungaan.

Beberapa jenis hormon tumbuhan (zat pengatur internal) telah ditemukan di antaranya auksin, giberelin, dan kinetin yang interaksinya memberikan konsep baru tentang cara tumbuhan berfungsi sebagai suatu unit. Penemuan bahwa tanaman membutuhkan unsur-unsur tertentu yang biasanya ditemukan di dalam tanah telah memungkinkan untuk mengolah daerah yang kekurangan unsur-unsur penting dengan menambahkannya ke tanah yang kekurangan unsur tersebut.

Perkembangan metode genetika untuk mengendalikan hereditas tanaman telah memungkinkan dihasilkannya tanaman yang lebih baik dan produktif. Perkembangan penanggalan radioaktif-karbon pada bahan tanaman berumur 50.000 tahun berguna bagi ahli paleobotani, ahli ekologi, arkeolog, dan terutama bagi ahli klimatologi, yang kini mempunyai dasar yang lebih baik untuk memprediksi iklim di abad-abad mendatang.

Penemuan fosil mirip alga dan bakteri pada batuan Prakambrium telah mendorong perkiraan asal usul tumbuhan di Bumi hingga 3.500.000.000 tahun yang lalu. Isolasi zat antibiotik dari jamur dan organisme mirip bakteri telah memberikan pengendalian terhadap banyak penyakit akibat bakteri dan juga menyumbangkan informasi biokimia yang penting secara ilmiah. Penggunaan data filogenetik untuk membangun konsensus mengenai taksonomi dan garis keturunan evolusi angiospermae (tanaman berbunga) dikoordinasikan melalui upaya internasional yang dikenal sebagai Kelompok Filogeni Angiospermae.

C. Ruang Lingkup Botani

Ruang lingkup botani sangat luas dan mencakup studi tentang semua aspek tumbuhan, termasuk aspeknya:

- Struktur
- Fungsi
- Evolusi
- Klasifikasi
- Distribusi
- Interaksi dengan lingkungan

Dengan mempelajari tumbuhan, ahli botani berkontribusi pada pemahaman kita tentang alam. Botani mempunyai aplikasi praktis dalam bidang Pertanian, Kehutanan, Manajemen lingkungan, Bioteknologi, dan farmasi.

Ruang lingkup botani secara rinci:

1. Anatomi dan Morfologi Tumbuhan:

Botani mengeksplorasi struktur internal dan eksternal tumbuhan, termasuk struktur :

- Jaringan
- Sel
- Organ
- Akar
- Batang
- Daun-daun
- Bunga-bunga
- Buah-buahan

2. Fisiologi Tumbuhan:

Botani membahas bagaimana tanaman merespons isyarat lingkungan dan mengatur metabolisme mereka. Botani juga membahas tentang proses fisiologis tanaman, termasuk:

- Fotosintesis
- Respirasi
- Penyerapan air
- Transpirasi
- Nutrisi mineral
- Pertumbuhan

- Perkembangan

3. Taksonomi dan Sistematika Tumbuhan:

Hal ini bertujuan untuk memahami hubungan evolusi antara spesies tumbuhan yang berbeda dan organisasinya ke dalam sistem hierarki, seperti:

- Famili
- Genus
- Spesies

4. Ekologi Tumbuhan:

Botani menyelidiki interaksi antara tanaman dan lingkungannya. Mengeksplorasi bagaimana tumbuhan beradaptasi dengan habitat yang berbeda, perannya dalam ekosistem dan interaksinya dengan organisme lain serta dampak aktivitas manusia terhadap komunitas tumbuhan.

5. Genetika Tumbuhan dan Biologi Molekuler:

Botani mempelajari susunan genetik dan sifat-sifat keturunan tanaman yang meliputi mekanisme pewarisan, ekspresi gen, pengurutan DNA dan rekayasa genetika. Selain itu pada tahap ini, adanya penerapan alat molekuler untuk perbaikan dan konservasi tanaman.

6. Bioteknologi Tanaman:

Bioteknologi tanaman melibatkan teknik seperti kultur jaringan, modifikasi genetik, dan pemuliaan tanaman. Botani mengeksplorasi pemanfaatan tumbuhan untuk berbagai aplikasi, termasuk:

- Perbaikan tanaman
- Penelitian tanaman obat
- Bioremediasi
- Produksi biofuel dan biomaterial

7. Evolusi Tumbuhan dan Paleobotani:

Botani menyelidiki asal usul dan evolusi tumbuhan, termasuk hubungan evolusinya dengan organisme lain. Selain

itu, mengkaji catatan fosil tumbuhan untuk memahami sejarah evolusi dan kondisi lingkungan masa lalu.

8. Botani Ekonomi:

Botani mengeksplorasi pentingnya tanaman secara ekonomi, termasuk kegunaannya di bidang Pertanian, Kehutanan, Hortikultura, Farmasi, Produksi makanan, Aplikasi industri yang mengkaji tentang produk nabati dan pemanfaatan secara berkelanjutan.

9. Konservasi Tumbuhan dan Keanekaragaman Hayati:

Botani berfokus pada konservasi dan pengelolaan keanekaragaman tumbuhan yang membahas masalah yang berkaitan dengan :

- Spesies langka
- Kehilangan habitat
- Spesies invasif, dan
- Strategi untuk perlindungan
- Penggunaan sumber daya tanaman secara berkelanjutan

10. Keanekaragaman dan Klasifikasi Tumbuhan:

Botani mengeksplorasi keanekaragaman spesies tumbuhan dan klasifikasinya ke dalam berbagai kelompok taksonomi. Memahami keanekaragaman tumbuhan membantu kita menghargai keindahan dan kompleksitas alam dan memberikan landasan untuk penelitian ilmiah lebih lanjut.

11. Fisiologi dan Biokimia Tumbuhan:

Botani menyelidiki proses fisiologis dan mekanisme biokimia yang memungkinkan tanaman tumbuh, berkembang, dan berinteraksi dengan lingkungannya. Pengetahuan ini penting untuk:

- Meningkatkan produktivitas tanaman
- Memahami respons tanaman terhadap perubahan lingkungan
- Mengembangkan praktik pertanian berkelanjutan

12. Penemuan Tanaman Obat dan Obat:

Botani memainkan peran penting dalam penemuan dan pengembangan tanaman obat. Banyak obat penyelamat jiwa berasal dari tumbuhan, dan penelitian botani membantu mengidentifikasi senyawa terapeutik yang potensial, mempelajari efeknya, dan berkontribusi pada pengembangan obat-obatan baru.

13. Ekologi dan Konservasi Tumbuhan:

Botani mengeksplorasi hubungan antara tumbuhan dan lingkungannya, termasuk interaksinya dengan organisme lain dan perannya dalam ekosistem. Pengetahuan ini sangat penting untuk memahami proses ekologi, melestarikan keanekaragaman hayati, dan mengatasi tantangan lingkungan, seperti perubahan iklim dan degradasi habitat.

14. Genetika Tanaman dan Bioteknologi:

Botani menyelidiki susunan genetik dan pewarisan tanaman, berkontribusi pada program pemuliaan tanaman dan aplikasi bioteknologi. Kemajuan ini membantu untuk pengembangan :

- Varietas tanaman
- Meningkatkan ketahanan pangan
- Resistensi penyakit
- Ketahanan iklim

15. Kepentingan Ekonomi:

Botani memberikan landasan untuk pertanian, kehutanan, hortikultura, dan produksi makanan yang berperan dalam peningkatan ekonomi masyarakat, negara dan dunia.

16. Konservasi dan Restorasi Lingkungan:

Ahli botani berkontribusi pada: Pelestarian dan pemulihan ekosistem, Inisiatif reboisasi, Konservasi spesies tumbuhan yang terancam punah



BAB II

Morfologi

A. Aspek Morfologi

Penemuan mikroskop majemuk menyediakan instrumen yang berharga dan tahan lama untuk menyelidiki struktur bagian dalam tumbuhan. Para ahli morfologi tumbuhan masa awal, terutama mereka yang mempelajari struktur sel, mengalami hambatan yang sama besarnya karena kurangnya pengetahuan yang memadai tentang cara menyiapkan spesimen, dan juga karena ketidaksempurnaan mikroskop pada saat itu. Sebuah revolusi dalam efektivitas mikroskop terjadi pada paruh kedua abad ke-19 dengan diperkenalkannya teknik untuk memperbaiki sel dan mewarnai bagian-bagian komponennya. Sebelum pengembangan teknik ini, sel jika dilihat dengan mikroskop, tampak sebagai wadah kecil dengan bagian padat yang disebut nukleus. Penemuan bahwa bagian-bagian sel merespons noda tertentu membuat observasi menjadi lebih mudah. Perkembangan teknik untuk mempersiapkan jaringan tanaman untuk pemeriksaan mikroskopis dilanjutkan pada tahun 1870-an dan 1880-an dan menghasilkan penyempurnaan bertahap dalam bidang sitologi nuklir, atau kariologi. Kromosom dikenali sebagai struktur konstan dalam siklus hidup sel, dan sifat serta makna meiosis, suatu jenis pembelahan sel di mana sel anak memiliki setengah jumlah kromosom induknya, ditemukan; tanpa penemuan ini, pentingnya hukum hereditas Mendel mungkin tidak akan diketahui. Noda vital, pewarna yang dapat digunakan pada benda hidup, pertama kali digunakan pada tahun 1886 dan telah disempurnakan sejak saat itu.

Perbaikan metodologi morfologi belum begitu pesat, meskipun teknik histologi, anatomi, dan sitologi yang

memuaskan telah dikembangkan. Penanaman bahan dalam lilin parafin, pengembangan mikrotom putar untuk mengiris bagian jaringan yang sangat tipis agar dapat dilihat dengan mikroskop, dan pengembangan teknik pewarnaan merupakan penyempurnaan dari metode yang telah diketahui sebelumnya. Penemuan mikroskop fase memungkinkan studi tentang materi hidup yang tidak terfiksasi dan tidak ternoda, semoga mendekati keadaan alaminya. Perkembangan mikroskop elektron, bagaimanapun, telah memberikan ahli morfologi tumbuhan dimensi baru dalam pembesaran struktur sel dan jaringan tumbuhan. Struktur halus sel dan komponennya, seperti mitokondria dan badan Golgi, telah dipelajari secara intensif. Pengetahuan tentang struktur halus sel tumbuhan telah memungkinkan para peneliti untuk menentukan lokasi aktivitas biokimia yang penting, terutama yang terlibat dalam transfer energi selama fotosintesis dan respirasi. Mikroskop elektron pemindaian, perkembangan yang relatif baru, memberikan gambar tiga dimensi dari struktur permukaan dengan perbesaran yang sangat besar.

Untuk penelitian eksperimental tentang morfogenesis tanaman, organ-organ terisolasi dalam tahap embrioniknya, gumpalan sel, atau bahkan sel individu ditumbuhkan. Salah satu teknik paling menarik yang dikembangkan sejauh ini memungkinkan pertumbuhan jaringan tumbuhan tingkat tinggi sebagai sel tunggal; aerasi dan agitasi terus menerus menjaga sel tetap tersuspensi dalam media kultur cair.

Aspek morfologi tanaman mencakup studi tentang struktur dan bentuk fisik eksternal tanaman, yang meliputi berbagai bagian penting tanaman, termasuk akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji. Pemahaman yang mendalam tentang aspek morfologi tanaman membantu mengidentifikasi dan mengklasifikasikan jenis-jenis tanaman serta memahami

bagaimana tanaman beradaptasi dengan lingkungan mereka. Berikut adalah penjelasan singkat tentang masing-masing aspek morfologi tanaman:

1. Akar: Bagian tanaman ini berfungsi untuk menyerap air dan nutrisi dari tanah, serta menopang tanaman di tanah. Akar dapat bercabang atau berakar tunggal tergantung pada jenis tanaman.
2. Batang: Bagian tanaman yang menghubungkan akar dengan daun dan bunga disebut batang. Batang mendukung struktur tanaman dan mengangkut air, nutrisi, dan zat organik dari akar ke bagian atas tanaman.
3. Daun: Organ utama tanaman yang bertanggung jawab atas fotosintesis adalah daun. yaitu proses di mana tanaman menggunakan energi matahari untuk menghasilkan makanan. Daun juga berperan dalam pertukaran gas, seperti mengambil karbon dioksida dan melepaskan oksigen.
4. Bunga: Bunga merupakan organ reproduksi pada tanaman berbunga (angiosperma) yang menghasilkan biji. Bunga memiliki berbagai bagian, termasuk mahkota, benang sari, putik, dan bakal buah. Fungsi utama bunga adalah untuk menarik serangga penyerbuk dan memfasilitasi proses penyerbukan.
5. Buah: Buah merupakan bagian tanaman yang terbentuk setelah proses pembuahan, serta berfungsi untuk melindungi biji dan membantu menyebarkan biji. Jenis tanaman menentukan ukuran, bentuk, warna, dan rasa buah.
6. Biji: Biji merupakan struktur reproduksi tanaman yang mengandung embrio yang akan tumbuh menjadi tanaman baru. Biji berisi cadangan makanan yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan awal tanaman.

Pemahaman yang baik tentang aspek morfologi tanaman penting untuk berbagai aplikasi dalam pertanian, hortikultura, konservasi alam, dan penelitian ilmiah. Melalui studi morfologi tanaman, kita dapat mengenali, mengklasifikasikan, dan memahami adaptasi tanaman terhadap lingkungan mereka, yang dapat memberikan wawasan penting dalam pelestarian sumber daya alam dan pengembangan tanaman yang lebih efisien.

B. Aspek Fisiologis

Fisiologi tumbuhan dan biokimia tumbuhan adalah bidang botani yang paling teknis; sebagian besar kemajuan besar dalam fisiologi juga mencerminkan pengembangan teknik baru atau penyempurnaan dramatis dari teknik sebelumnya untuk memberikan tingkat presisi baru. Untungnya, Dalam beberapa dekade terakhir, teknik pengukuran telah mengalami kemajuan pesat. Sebagian besar melalui pengembangan berbagai perangkat elektronik. Phytotron di California Institute of Technology merupakan upaya serius pertama untuk mengendalikan lingkungan tumbuhan hidup dalam skala yang relatif besar; banyak informasi penting telah diperoleh mengenai pengaruh panjang siang dan malam terhadap tanaman serta pengaruh terhadap pertumbuhan, pembungaan, dan pembuahan pada suhu malam yang bervariasi. Pengukuran kritis terhadap fungsi tanaman lainnya juga telah diperoleh.

Proses biokimia kompleks tertentu, seperti fotosintesis dan respirasi, telah dipelajari secara bertahap dengan melumpuhkan proses tersebut melalui penggunaan penghambat biokimia atau suhu dingin yang ekstrim dan dengan menganalisis aktivitas enzimatis isi sel tertentu setelah memutar sel dengan kecepatan sangat tinggi dalam mesin sentrifugasi. Jalur perpindahan energi dari molekul ke molekul selama fotosintesis dan respirasi telah

ditentukan dengan metode biofisik, terutama yang memanfaatkan isotop radioaktif.

Investigasi terhadap produk metabolisme alami tanaman memerlukan, secara umum, teknik biokimia standar tertentu, misalnya gas dan kertas kromatografi, elektroforesis, dan berbagai jenis spektroskopi, termasuk inframerah, ultraviolet, dan resonansi magnetik nuklir. Informasi berguna mengenai struktur molekul selulosa yang sangat besar telah disediakan oleh kristalografi sinar-X.

C. Aspek Ekologi

Ketika ekologi tumbuhan pertama kali muncul sebagai subsains botani, sebagian besar bersifat deskriptif. Namun saat ini, ilmu ini telah menjadi tempat pertemuan umum bagi semua ilmu tanaman, serta ilmu-ilmu lainnya. Selain itu, jumlahnya menjadi lebih kuantitatif. Oleh karena itu, alat dan metode ahli ekologi tumbuhan tersedia untuk mengukur intensitas faktor lingkungan yang mempengaruhi tumbuhan dan reaksi tumbuhan terhadap faktor-faktor tersebut. Tingkat variabilitas banyak faktor fisik harus diukur. Integrasi dan pelaporan pengukuran tersebut, yang tidak dapat dianggap konstan, dapat menyembunyikan beberapa aspek lingkungan yang paling dinamis dan signifikan serta respons pabrik terhadap aspek tersebut. Karena lingkungan fisik merupakan komponen biologis dan fisik yang kompleks, maka diukur dengan alat biofisik. Perkembangan alat ukur dan perekam elektronik sangat penting untuk memahami dinamika lingkungan dengan lebih baik. Namun, perangkat tersebut menghasilkan begitu banyak informasi sehingga teknik komputer harus digunakan untuk mereduksi data tersebut hingga mencapai hasil yang bermakna.

Ahli ekologi mungkin menaruh perhatian terutama pada pengukuran pengaruh lingkungan eksternal pada tumbuhan dan

dapat menyesuaikan metodologi ahli fisiologi tumbuhan dengan kondisi lapangan. Ahli ekologi komunitas tumbuhan menaruh perhatian pada hubungan berbagai jenis tumbuhan satu sama lain dan sifat serta konstitusi asosiasi mereka dalam komunitas alami. Salah satu teknik yang banyak digunakan dalam hal ini adalah dengan menghitung berbagai jenis tumbuhan dalam suatu kawasan standar untuk menentukan faktor-faktor seperti persentase tutupan tanah, dominasi spesies, agresivitas, dan karakteristik komunitas lainnya. Secara umum, ahli ekologi komunitas mempunyai relatif sedikit faktor kuantitatif untuk diukur, namun hal ini memberikan hasil yang sangat berguna dan tingkat prediktabilitas tertentu.

Beberapa ahli ekologi sangat memperhatikan lingkungan bagian dalam tumbuhan dan cara tanaman bereaksi terhadap lingkungan luar. Pendekatan ini, yang pada dasarnya bersifat fisiologis dan biokimia, berguna untuk menentukan aliran energi dalam ekosistem. Ahli ekologi fisiologis juga prihatin dengan evaluasi adaptasi tanaman tertentu terhadap kelangsungan hidup di lingkungan yang tidak bersahabat.

Singkatnya, teknik dan metodologi ekologi tumbuhan sangat beragam dan beragam seiring dengan banyaknya ilmu pengetahuan yang diambil oleh para ahli ekologi. Teknik-teknik yang benar-benar baru, meskipun sedikit, sangatlah penting; di antaranya adalah teknik mengukur jumlah radioaktif karbon-14 pada endapan tumbuhan hingga berumur 50.000 tahun. Metode baru yang paling penting dalam ekologi tumbuhan adalah pesatnya penggunaan teknik komputer untuk menangani data dalam jumlah besar. Selain itu, komputer digital modern dapat digunakan untuk mensimulasikan ekosistem sederhana dan menganalisis ekosistem nyata.

Aspek fisiologis tanaman meliputi berbagai proses biologis dan fungsi-fungsi vital yang terjadi dalam tanaman. Pemahaman

yang mendalam tentang aspek fisiologis ini memungkinkan para ilmuwan dan petani untuk memahami bagaimana tanaman tumbuh, berkembang, dan bereaksi terhadap lingkungannya. Beberapa aspek fisiologis tanaman yang penting termasuk:

1. **Fotosintesis:** Proses di mana tanaman menghasilkan glukosa dan oksigen dengan menggunakan cahaya matahari, air, dan karbon dioksida. Fotosintesis merupakan proses utama yang memungkinkan tanaman menghasilkan makanan sendiri.
2. **Transpirasi:** Proses di mana tanaman kehilangan air melalui permukaan daunnya. Transpirasi membantu dalam mengatur suhu tanaman, mengangkut nutrisi, dan mempertahankan tekanan turgor dalam sel tanaman.
3. **Respirasi:** Proses biokimia di mana tanaman mengubah glukosa menjadi energi yang dapat digunakan, dengan menggunakan oksigen dan menghasilkan karbon dioksida. Respirasi merupakan proses penting yang memungkinkan tanaman untuk bertahan hidup dan tumbuh.
4. **Transportasi:** Proses transportasi zat-zat makanan dan nutrisi di dalam tanaman, yang terjadi melalui floem (mengangkut hasil fotosintesis dan nutrisi lainnya) dan xilem (mengangkut air dan mineral).
5. **Pertumbuhan dan perkembangan:** Aspek fisiologis ini mencakup pemahaman tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman, termasuk hormon tumbuhan, respon terhadap cahaya, air, dan nutrisi, serta peran lingkungan dalam memengaruhi pola pertumbuhan dan perkembangan tanaman.
6. **Respon terhadap lingkungan:** Tanaman memiliki kemampuan untuk merespons berbagai faktor lingkungan, termasuk cahaya, suhu, kelembaban, dan stres lingkungan.

lainnya. Aspek fisiologis ini mempelajari mekanisme respon tanaman terhadap perubahan lingkungan.

7. **Metabolisme:** Aspek fisiologis ini mencakup proses-proses kimia yang terjadi dalam tanaman, termasuk metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak, serta pembentukan zat-zat kimia penting lainnya yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Pemahaman yang mendalam tentang aspek fisiologis tanaman memungkinkan pengembangan metode pertanian yang lebih efisien, peningkatan produksi tanaman, dan pelestarian lingkungan. Studi fisiologi tanaman juga penting dalam pemahaman tentang adaptasi tanaman terhadap perubahan iklim dan lingkungan, yang semakin penting dalam era perubahan iklim saat ini.

D. Aspek Taksonomi

Penelitian eksperimental dalam kondisi terkendali, yang dimungkinkan oleh kebun raya dan rangkaian rumah kaca serta ruang lingkungan terkendali, telah menjadi bagian integral dari metodologi taksonomi tumbuhan modern.

Alat utama kedua dari ahli taksonomi adalah herbarium, suatu koleksi referensi yang terdiri dari tanaman yang dipilih dengan cermat dan dikeringkan yang ditempelkan pada lembaran kertas berukuran standar dan disimpan secara sistematis sehingga mudah diambil untuk diperiksa. Setiap spesimen merupakan titik acuan yang mewakili ciri-ciri suatu tumbuhan dari spesies tertentu; tanaman ini akan bertahan tanpa batas waktu jika dirawat dengan baik, dan, jika spesies tersebut punah di alam seperti ribuan spesies lainnya, tanaman ini tetap menjadi satu-satunya catatan keberadaan tanaman tersebut di masa lalu. Perpustakaan juga merupakan sumber referensi

penting untuk deskripsi dan ilustrasi tumbuhan yang mungkin tidak terwakili dalam herbarium tertentu.

Salah satu metode taksonomi paling awal, studi tentang tumbuhan hidup di lapangan, telah memberikan manfaat besar dengan metode transportasi yang cepat dan mudah. Ahli botani dapat melakukan penelitian lapangan di belahan dunia mana pun dan melakukan studi terperinci tentang kondisi lingkungan tempat setiap spesies tumbuh.

Banyak pendekatan baru telah diterapkan untuk menjelaskan masalah botani sistematis. Mikroskop elektron transmisi dan mikroskop elektron pemindaian telah menambah pengetahuan tentang morfologi tumbuhan, yang sangat bergantung pada taksonomi klasik. Metode yang disempurnakan untuk studi sitologi dan genetik tanaman telah memberikan wawasan baru bagi ahli taksonomi mengenai asal mula keanekaragaman yang besar di antara tanaman, terutama mekanisme munculnya spesies baru dan bagaimana mereka kemudian mempertahankan individualitasnya di alam. Dari penelitian tersebut telah muncul metode lebih lanjut dan juga subdisiplin sitotaksonomi, sitogenetika, dan genetika populasi.

Fitokimia, atau kimia tumbuhan, salah satu subdivisi awal kimia organik, sangat penting dalam identifikasi zat tumbuhan yang memiliki kepentingan pengobatan. Dengan berkembangnya metode fitokimia baru, informasi baru telah tersedia untuk digunakan bersama dengan taksonomi tumbuhan. Maka muncullah bidang kemotaksonomi modern, atau sistematika biokimia. Setiap spesies cenderung berbeda pada tingkat tertentu dari spesies lainnya, bahkan dalam genus yang sama, dalam biokimia produk metabolisme alaminya. Terkadang perbedaannya tidak kentara dan sulit ditentukan; terkadang hal itu terlihat jelas dan mudah terlihat. Dengan teknik analisis baru, sejumlah besar senyawa individu dari satu tumbuhan dapat

diidentifikasi dengan cepat dan pasti. Informasi tersebut sangat berguna dalam menambah bukti konfirmasi atau tambahan yang bersifat obyektif dan kuantitatif. Produk sampingan yang menarik dari taksonomi tumbuhan kimia telah menghasilkan pemahaman yang lebih baik tentang pembatasan serangga tertentu pada tumbuhan tertentu.

Teknik komputer telah diterapkan pada taksonomi tumbuhan untuk mengembangkan bidang baru, taksonomi numerik, atau taksimetri, yang dengannya hubungan antara spesies tumbuhan atau kelompok spesies ditentukan secara kuantitatif dan digambarkan secara grafis. Metode lain mengukur tingkat kesamaan molekul molekul asam deoksiribonukleat (DNA) pada tanaman yang berbeda. Dengan prosedur ini, hubungan taksonomi alami (filogeni) di antara tumbuhan dan kelompok tumbuhan yang berbeda dapat ditentukan dengan menentukan sejauh mana hubungan DNA mereka: tumbuhan yang berkerabat dekat akan memiliki lebih banyak kemiripan DNA dibandingkan tumbuhan yang tidak berkerabat.

Aspek taksonomi tanaman melibatkan klasifikasi, identifikasi, dan nomenklatur tanaman berdasarkan kesamaan dan perbedaan morfologi, anatomi, genetika, dan evolusi. Taksonomi tanaman penting dalam memahami keragaman hayati tumbuhan serta dalam menyusun sistem klasifikasi yang dapat membantu pengelompokan tanaman ke dalam kelompok yang saling terkait. Beberapa aspek penting dalam taksonomi tanaman meliputi:

1. **Klasifikasi:** Proses pengelompokan tanaman ke dalam kategori-kategori berdasarkan karakteristik dan ciri-ciri yang sama. Klasifikasi tanaman melibatkan pembagian tanaman ke dalam berbagai tingkatan taksonomi, mulai dari kingdom hingga spesies.

2. Identifikasi: Proses pengenalan dan penentuan identitas suatu tanaman berdasarkan karakteristik morfologi, anatomi, dan genetiknya. Identifikasi tanaman penting dalam membedakan spesies tanaman yang serupa dan dalam memastikan keakuratan pengelompokan taksonomi.
3. Nomenklatur: Prinsip pemberian nama ilmiah yang konsisten untuk tanaman. Nomenklatur tanaman mengikuti aturan yang telah ditetapkan oleh Kode Internasional Nomenklatur untuk Alga, Jamur, dan Tumbuhan (ICN), yang memastikan bahwa setiap tanaman memiliki nama ilmiah yang unik dan universal.
4. Sistematika: Pendekatan ilmiah yang melibatkan pembuatan sistem klasifikasi yang akurat dan konsisten berdasarkan hubungan evolusi dan filogeni antara berbagai kelompok tanaman. Sistematika tanaman membantu dalam memahami evolusi dan hubungan antarspesies tanaman.
5. Filogeni: Studi tentang sejarah evolusi dan hubungan kekerabatan antara berbagai kelompok tanaman. Filogeni membantu dalam membangun pohon filogenetik yang menggambarkan hubungan evolusi antara spesies dan kelompok taksonomi lainnya.

Dengan memahami aspek taksonomi tanaman, para ilmuwan dan mahasiswa dapat mengidentifikasi, mengklasifikasikan, dan memahami keragaman hayati tumbuhan dengan lebih baik. Pemahaman yang mendalam tentang taksonomi tanaman juga penting dalam konservasi hayati, pemuliaan tanaman, dan penelitian ilmiah untuk memahami keragaman genetik dan evolusi tumbuhan.



BAB III

Daun

A. Daun

Daun dalam botani adalah hasil pertumbuhan hijau pipih dari batang tumbuhan berpembuluh. Sebagai tempat utama fotosintesis, daun menghasilkan makanan bagi tanaman, yang pada akhirnya memberi makan dan menopang seluruh hewan darat. Secara botani, daun merupakan bagian integral dari sistem batang. Mereka terikat oleh sistem vaskular yang berkesinambungan ke seluruh tanaman sehingga pertukaran bebas nutrisi, air, dan produk akhir fotosintesis (khususnya oksigen dan karbohidrat) dapat dibawa ke berbagai bagiannya. Daun dimulai pada tunas apikal (ujung batang yang tumbuh) bersama dengan jaringan batang itu sendiri. Organ-organ tertentu yang secara dangkal sangat berbeda dari daun hijau biasanya dibentuk dengan cara yang sama dan sebenarnya merupakan daun yang dimodifikasi; di antaranya adalah duri tajam kaktus, jarum pinus dan tumbuhan runjung lainnya, serta sisik batang asparagus atau umbi lily.

B. Fungsi Daun

Fungsi utama daun adalah untuk memberi tumbuhan makanan melalui fotosintesis. Klorofil, yang memberikan warna hijau tumbuhan, menyerap energi cahaya. Struktur bagian dalam daun dilindungi oleh epidermis daun yang bersambung dengan epidermis batang. Daun tengah, atau mesofil, terdiri dari sel-sel berdinding lunak dan tidak terspesialisasi yang disebut parenkim. Sebanyak seperlima mesofil terdiri dari kloroplas yang mengandung klorofil, yang menyerap sinar matahari dan, bersama dengan enzim tertentu, menggunakan energi radiasi

untuk menguraikan air menjadi unsur-unsurnya, hidrogen dan oksigen. Oksigen yang dibebaskan dari dedaunan hijau menggantikan oksigen yang dikeluarkan dari atmosfer melalui respirasi tumbuhan dan hewan serta pembakaran. Hidrogen yang diperoleh dari air digabungkan dengan karbon dioksida dalam proses enzimatik fotosintesis untuk membentuk gula yang menjadi dasar kehidupan tumbuhan dan hewan. Oksigen dialirkan ke atmosfer melalui stomata pori-pori di permukaan daun.

- Pengambilan zat-zat makanan (resorpsi), terutama yang berupa zat gas (CO₂)
- Pengolahan zat-zat makanan (asimilasi)
- Penguapan air (transpirasi)
- Pernapasan (respirasi)
- Alat reproduksi vegetative
- Tempat terjadinya proses fotosintesis
- Tempat terjadinya gutasi

C. Morfologi Daun

Daun tanaman Angiospermae biasanya memiliki sepasang helaian lebar yang melebar (lamina) yang melekat pada batang tanaman melalui tangkai daun yang mirip tangkai. Stipula, yang terletak di setiap sisi pangkal daun, biasanya menyerupai sisik, duri, kelenjar, atau struktur yang mirip dengan daun. Namun demikian, daun cukup beragam dalam ukuran, bentuk, dan berbagai ciri lainnya, termasuk sifat tepi bilah dan jenis venasi (susunan urat). Bila hanya satu helaian daun yang disisipkan langsung pada tangkai daun, maka daun tersebut disebut sederhana. Pinggiran daun sederhana mungkin utuh dan halus atau mungkin melengkung dengan berbagai cara. Gigi kasar pada tepi dentate menonjol tegak lurus, sedangkan gigi kasar pada tepi bergerigi mengarah ke puncak daun. Tepi *crenulate* memiliki gigi

membulat atau tepi bergerigi. Tepi daun pada daun sederhana dapat berbentuk lobed dalam salah satu dari dua pola, menyirip atau palmate. Pada bagian tepi yang berlobus menyirip, helaian daun (*lamina*) menjorok ke dalam dengan kedalaman yang sama di sepanjang setiap sisi pelepah (seperti pada pohon oak putih, *Quercus alba*), dan pada bagian tepi yang berlobus palmate, lamina menjorok ke dalam sepanjang beberapa urat utama (seperti pada pohon maple merah), *Acer rubrum*). Berbagai macam bentuk dasar dan puncak juga ditemukan. Daunnya juga bisa mengecil menjadi tulang belakang atau sisik.

Pembuluh darah, yang menopang lamina dan mengangkut bahan ke dan dari jaringan daun, menyebar melalui lamina dari tangkai daun. Jenis venasi merupakan ciri khas berbagai jenis tumbuhan: misalnya dikotil seperti pohon poplar dan selada memiliki venasi seperti jaring dan biasanya ujung vena bebas; monokotil seperti lili dan bambu memiliki venasi paralel dan jarang memiliki ujung vena bebas.

Pertulangan pada Daun

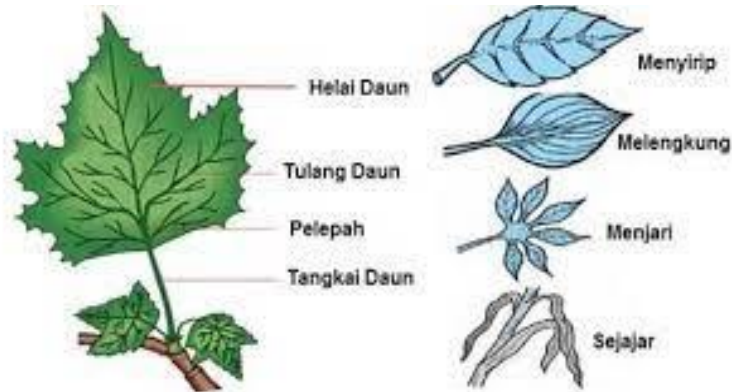
Manfaat Tulang pada daun :

1. Memberikan kekuatan pada daun, seperti halnya tulang hewan dan manusia, sehingga seluruh batang pada daun disebut rangka daun (skeleton).
2. Selain berfungsi sebagai penguat, tulang-tulang daun juga berfungsi sebagai berkas pembuluh yang mengangkut zat, yaitu:
3. Air dan garam-garam yang terlarut di dalamnya adalah cara tumbuhan mengangkut zat-zat yang diambil dari tanah.
4. Rute yang membawa hasil asimilasi dari tempat pembuatannya, yaitu dari daun, ke area yang membutuhkannya

Pertulangan daun dibagi menjadi tiga kategori, yaitu:

- **Ibu tulang atau costa**

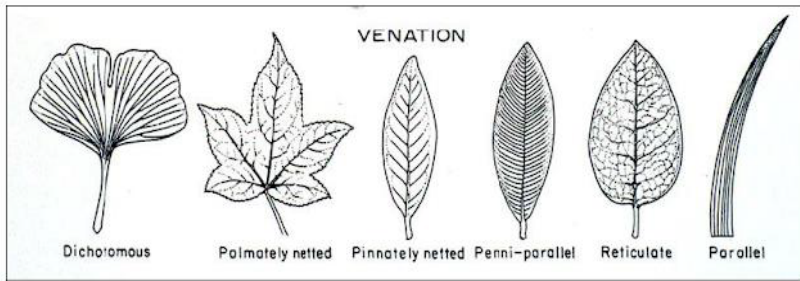
Tulang yang biasanya terbesar adalah terusan tangkai daun yang membelah daun di tengahnya. Oleh karena itu, tulang ini biasanya membagi helaian daun menjadi dua bagian yang setangkup atau simetris. Ada kemungkinan bahwa daun tumbuhan tidak memiliki ibu tulang tepat di tengah helaian. Akibatnya, kedua bagian daun di kanan kiri ibu tulang menjadi titik setangkup atau asimetrik, seperti yang terlihat pada daun Begonia. Daun lain memiliki beberapa tulang besar yang bersandar pada ujung tangkai, seperti bangun perisai atau daun bulat. Ini termasuk daun teratai besar, jarak, ubi kayu, dll.



Gambar 3.1 Bagian – Bagian dan Model Pertulangan Daun

Tulang-tulang cabang atau nervus lateralis

Tulang cabang tingkat 1 berasal dari ibu tulang, tulang cabang tingkat 2 berasal dari tulang cabang tingkat 1, dan seterusnya. Tulang-tulang ini lebih kecil daripada ibu tulang.



Gambar 3.2 Bentuk Tulang Pada Daun

Urat-urat daun atau vena

Merupakan tulang cabang juga, tetapi yang kecil atau lembut, bergabung dengan tulang yang lebih besar untuk membentuk susunan seperti jala atau kisi.

Pertulangan daun berdasarkan susunan tulangnya dibedakan menjadi 4 golongan, yaitu:

1. Daun-daun yang bertulang menyirip atau penninervis

Daun ini memiliki satu ibu tulang yang berjalan dari pangkal ke ujung dan merupakan terusan tangkai daun. Dari ibu tulang ini ke luar tulang cabang, susunannya mirip dengan sirip ikan, karena itu disebut bertulang menyirip. Tumbuhan biji belah (*Dicotyledoneae*), seperti daun mangga (*Mangifera indica* L.), memiliki daun dengan susunan ini.



Gambar 3.3 Daun bertulang menyirip atau penninervis pada Mangga, *Mangifera indica*

2. Daun-daun yang bertulang menjari atau palminervi

Dengan kata lain, jika beberapa tulang memencar dari ujung tangkai daun dan membentuk susunan yang menyerupai jari-jari tangan. Tulang ini biasanya gasal, dengan yang paling besar dan paling panjang di tengah dan yang lebih pendek di samping. Selain itu, daun dengan susunan tulang ini biasanya hanya ditemukan pada tumbuhan berbiji belah (*Dicotyledoneae*), seperti pada tumbuhan seperti *Carica L.*, jarak (*Ricinus communis L.*), kapas (*Gossypium sp.*), dan sebagainya.



Gambar 3.4 Daun Jarak *Ricinus communis* yang memiliki daun yang bertulang menjari atau palminervis

3. Daun-daun yang bertulang melengkung cervinervis

Daun ini juga memiliki banyak tulang besar; satu di tengahnya adalah yang paling besar, dan dua tulang lainnya mengikuti tepi daun, memencar kemudian kembali ke satu arah, ke ujung, membuat semua tulang kelihatan melengkung selain tulang di tengah. Biasanya, daun dengan susunan tulang seperti ini hanya ditemukan pada tumbuhan yang termasuk dalam kelompok tumbuhan berbiji tunggal (*Monocotyledoneae*), seperti genjer (*Limnocharis flava* Buch.), gadung (*Dioscorea hispida* Dennst.), dan sebagainya.



Gambar 3.5 *Limnocharis flava* yang memiliki daun yang bertulang melengkung cervinervis

4. Daun-daun yang bertulang sejajar atau bertulang lurus atau rectinervis

Biasanya terlihat pada daun yang berbentuk bangun garis atau bangun pita, yang memiliki satu tulang besar dan membujur di tengah daun, sedangkan tulang-tulang lainnya jelas lebih kecil dan tampak sejajar dengan ibu tulangnya, oleh karena itu disebut bertulang sejajar. Tulang-tulang yang lebih kecil ini berasal dari pangkal ibu tulang dan bertemu kembali pada ujung ibu tulang.

Tulang-tulang ini sejajar satu sama lain, bukan melengkung, karena daunnya panjang dan sempit. Daun dengan susunan

tulang seperti itu biasanya ditemukan pada tumbuhan berbiji tunggal (*Monocotyledoneae*), seperti semua jenis rumput (*Gramineae*), teki-teki (*Cyperaceae*), dan sebagainya.

Setelah membaca uraian tentang susunan tulang daun, kita dapat mengambil kesimpulan bahwa susunan tulang daun membantu kita mengenal tumbuhan, yaitu bahwa:

1. Tumbuhan biji belah (*Dicotyledoneae*) memiliki daun bertulang menyirip atau menjari,
2. Tumbuhan biji tunggal (*Monocotyledoneae*) memiliki daun bertulang melengkung atau sejajar.

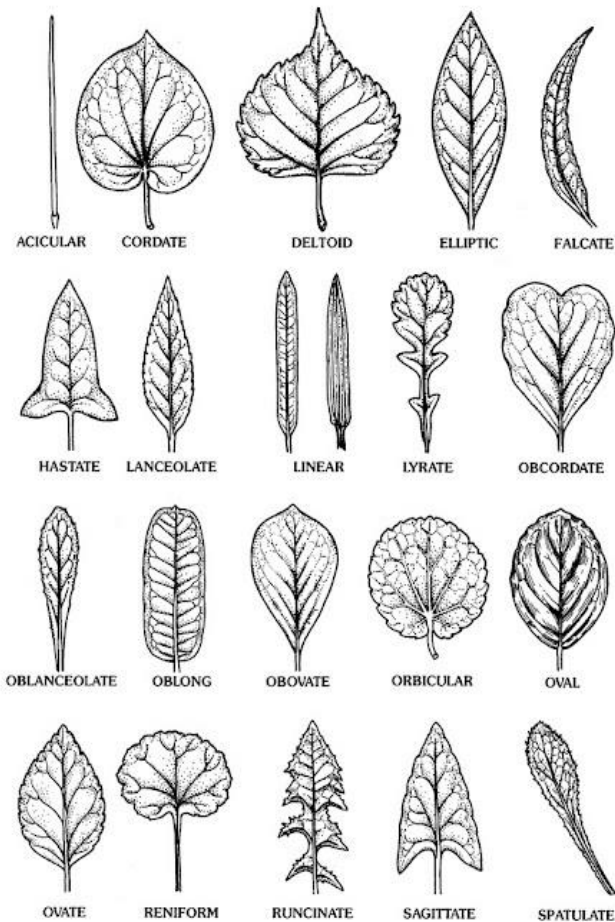
Tidak ada yang sempurna, tetapi ada beberapa tumbuhan dalam kelompok tumbuhan biji belah yang memiliki daun bertulang melengkung. Ini termasuk sirih (*Piper betle* L.), senggani (*Melastoma polyanthum* Bl.), dan sebagainya.

Bentuk-Bentuk Daun

a. Bentuk Helai Daun

Berdasarkan bentuk daun dibagi menjadi 4 sen atau pola, yaitu :

- Seri clip
- Seri bulat telur (ovate)
- Seri bulat telur terbalik (obovate)
- Seri garis (lineans)



Gambar 3.6 Bentuk Bentuk daun

Ada empat kategori daun yang dapat diidentifikasi berdasarkan tempat bagian daun yang melebar, yaitu:

Bagian yang terlebar terdapat kira-kira di tengah-tengah helaian daun

Jika demikian keadaannya, maka akan kita jumpai kemungkinan bangun daun seperti berikut :

1. Bulat atau bundar (*orbicularis*), dengan panjang dan lebar sama dengan 1 : 1. Bangun daun seperti ini antara lain dapat

- kita lihat pada teratai besar (*Nelubium nelumbo* Druce), *Victoria regia*, dan lainnya.
2. Bangun perisai (*peltatus*), yang biasanya berbentuk bulat dan memiliki tangkai daun yang tertanam di bagian tengah helaian daun daripada di pangkalnya. Ini terlihat pada teratai besar di atas, daun jarak, dan banyak daun lainnya. Daun dianggap memiliki bangun perisai dalam hal ini.
 3. Jorong (*ovalis* atau *ellipticus*), yaitu jika panjang:lebar = $1\frac{1}{2} - 2 : 1$, seperti daun nangka (*Artocarpus integra* Merr.) dan nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.)
 4. Memanjang (*oblongus*), yaitu jika panjang:lebar = $2\frac{1}{2} - 3 : 1$, seperti daun srikaya (*Annona squamosa* L.) dan sirsak (*Annona muricata* L.)
 5. Lanset (*lanceolatus*) muncul jika panjang:lebar = $3-5 : 1$, seperti daun kamboja (*Plumiera acuminata* Ait) dan oleander (*Nerium oleander* L.).

Bagian yang terlebar terdapat dibawah tengah-tengah helaian daun

Dua kategori daun terdiri dari bagian yang terlebar di bawah tengah helaian daun:

1. Pangkal daunnya tidak bertoreh. Bentuk-bentuk berikut dapat ditemukan dalam kelompok ini:
 - Bentuk bulat telur (*ovatus*), seperti daun kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis* L.) dan daun lombok rawit (*Capsicum frutescens*)
 - Bentuk segi tiga (*triangularis*), seperti daun bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa* L.)
 - Bentuk delta (*deltoideus*), seperti daun air mata pengantin (*Antigonon leptopus* Hook, et Arn.)

- Bentuk belah ketupat (*rhomboideus*), yaitu segi empat dengan sisi yang berbeda panjang, seperti anak daun pada daun bangkuwang (*Pachyrrhizus erosus* Urb.).



Gambar 3.7 Tanaman lombok rawit atau Cabe rawit (*Capsicum frutescens*) dengan daun Bentuk bulat telur (*ovatus*)



Gambar 3.8 Bentuk daun segi tiga (*triangularis*), yaitu bentuk seperti segi tiga sama kaki, misalnya daun bunga pukul empat *Mirabilis jalapa*



Gambar 3.9 Daun Bentuk delta (*deltoideus*), yaitu bangun segi tiga yang sama ketiga sisinya, misalnya daun air mata pengantin (*Antigonon leptopus* Hook, et Arn.)



Gambar 3.10 Daun Bentuk belah ketupat (*rhomboideus*), yaitu bentuk segi empat yang sisinya tidak sama panjang, misalnya anak daun yang di ujung pada daun bangkuwang (*Pachyrrhizus erosus* Urb.)

Bentuk daun berikut termasuk pangkal bertoreh atau berlekuk:

- Bentuk jantung (*cordatus*), yaitu daun yang berbentuk bulat telur tetapi memiliki lekukan di pangkalnya, seperti daun waru (*Hibiscus tiliaceus* L.)
- Bentuk ginjal atau kerinjal (*reniformis*), yaitu daun yang pendek dan lebar dengan ujung yang tumpul atau membulat dan pangkal yang berlekuk dangkal, seperti daun pagagan atau daun kaki kuda (*Centella asiatica* Urb.).
- Bentuk anak panah (*sagittarius*) memiliki daun yang tidak terlalu lebar dengan ujung yang tajam dan pangkal yang lancip. Bagian pangkal daun di kanan kiri lekukannya juga missal daun enceng (*Sagittaria sagittifolia* L.)
- Bentuk tombak (*hastatus*), seperti bangun anak panah, tetapi bagian pangkal daun berada di kanan kiri tangkai mendatar, seperti daun wewehan (*Monochoria hastata* Solms).
- Bertelinga (*auriculatus*), dengan bentuk seperti tombak, tetapi pangkal daun di kanan kiri tangkai membulat, seperti daun tempuyung (*Sonchus asper* Vill.)



Gambar 3.11 Daun Bentuk jantung (*cordatus*), yaitu bangun seperti bulat telur, tetapi pangkal daun memperlihatkan suatu lekukan misalnya daun waru (*Hibiscus tiliaceus* L.)

Bagian yang terlebar terdapat di atas tengah-tengah helaian daun

Dalam hal yang sedemikian kemungkinan bentuk daun yang dapat kita jumpai ialah :

- Bentuk sungsang bulat telur (*Obovatus*), misalnya daun sawo kecil (*Manilkara kauki* Dub.)
- Bentuk jantung sungsang (*Obcordatus*), misalnya daun sidaguri (*Sida retusa* L.), daun calincing, atau semanggi gunung (*Oxalis corniculata* L.).
- Bentuk segi tiga terbalik atau pasak (*cuneatus*), misalnya anak daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.)
- Bentuk sudip atau spatel atau solet (*spathulatus*), seperti bentuk bulat telur terbalik tetapi bagian bawahnya memanjang, misalnya daun tapak liman (*Elephantopus scaber* L.) dan daun lobak (*Raphanus sativus* L.).



Gambar 3.12 Bentuk bulat telur sungsang (*Obovatus*), yaitu seperti bulat telur tetapi bagian yang lebar dekat ujung daun, misalnya daun sawo kecil (*Manilkara kauki* Dub.)



Gambar 3.13 Bentuk jantung sungsang (*Obcordatus*), daun calincing atau semanggi gunung (*Oxalis corniculata* L.)



Gambar 3.14 Bentuk segi tiga terbalik atau bentuk pasak (*cuneatus*), misalnya anak daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.)



Gambar 3.15 Bentuk sudip atau bentuk spatel atau solet (*spathulatus*), seperti bentuk bulat telur terbalik, tetapi bagian bawahnya memanjang, misalnya daun tapak liman (*Elephantopus scaber* L.),

Golongan ini mencakup daun-daun tumbuhan yang biasanya sempit atau memiliki lebar yang jauh berbeda dari panjangnya jika dibandingkan dengan lebarnya.

- Daun bentuk garis (*linearis*) memiliki penampang melintangnya pipih dan daun yang sangat panjang, seperti daun bermacam-macam rumput (*Gramineae*).
- Daun bentuk pita (*ligulatus*) lebih panjang dan mirip dengan daun bentuk garis. Ada juga di berbagai jenis rumput, seperti daun jagung (*Zea mays* L.).
- Bentuk pedang (*ensiformis*), yang memiliki bentuk garis tetapi dengan daun tebal di bagian tengah dan tepi tipis, seperti daun nanas sebrang (*Agave sisalana* Perr., *Agave cantala* Roxb.)
- Bentuk paku atau dabus (*subulatus*), yang memiliki bentuk daun yang hampir seperti silinder dengan ujung runcing

dan seluruh bagian kaku, seperti daun *Araucaria cunninghamii* Ait.

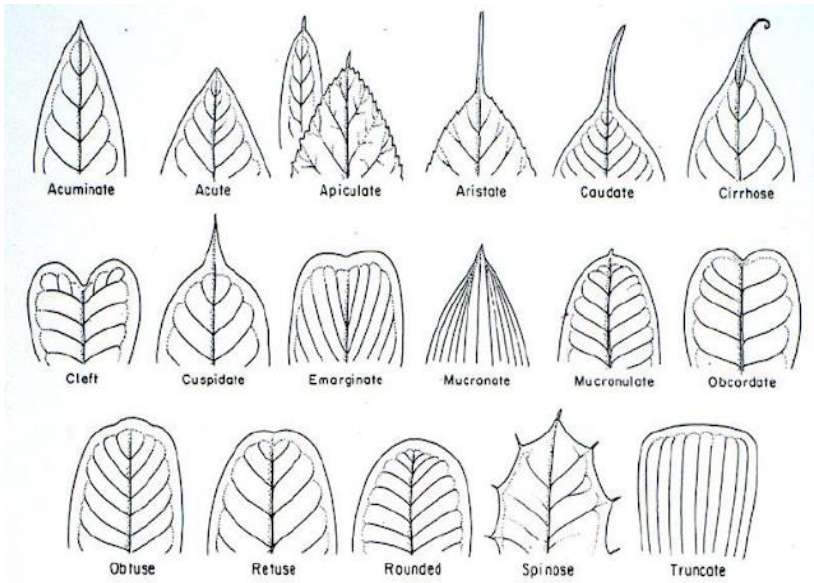
- Bentuk jarum (*acerosus*), serupa dengan bentuk paku, lebih kecil dan meruncing panjang, seperti daun Pinus merkusii Jungh. & De Vr.

Bentuk-Bentuk Ujung Daun

Ujung daun juga dapat memiliki berbagai bentuk. Bentuk ujung daun yang umum adalah:

- Runcing (*acutus*), jika kedua tepi ujung daun di kanan kiri ibu tulang sedikit menuju ke atas dan membentuk sudut lancip (kurang dari 90 derajat) di dekat puncak daun. Daun dengan berbagai bentuk, seperti lanset, segi tiga, delta, belah ketupat, dan bulat memanjang, biasanya memiliki ujung runcing. Ujung daun oleander (*Nerium oleander* L.) yang berbeda
- Meruncing (*acuminatus*), mirip dengan ujung yang meruncing, tetapi titik pertemuan kedua tepi daun jauh lebih tinggi dari yang diharapkan, sehingga ujung daun terlihat sempit, panjang, dan runcing, seperti daun sirsak (*Annona muricata* L.).
- Tumpul (*obtusus*): tepi daun yang awalnya agak jauh dari ibu tulang bergerak cepat ke titik pertemuan hingga terbentuk sudut yang tumpul (lebih besar dari 90 derajat). Ini terlihat pada daun dengan bentuk bulat telur atau bentuk sudip, seperti ujung sawo kecil (*Manilkara kauki* Dub).
- Ujung daun membulat (*rotundatus*), seperti ujung yang tumpul tetapi tidak bersudut hingga bentuknya seperti busur. Ini dapat ditemukan pada daun yang bulat atau jorong atau pada daun yang bangun ginjal, seperti ujung daun kaki kuda (*Centella asiatica* Urb.) atau daun teratai besar (*Nelumbium nelumbo* Druce).

- Ujung rompang (*truncatus*) memiliki garis rata di ujungnya, seperti anak daun semanggi (*Marsilea crenata* Presl.) dan daun jambu monyet (*Anacardium occidentale* L.).
- Ujung terbelah (*retusus*) memiliki lekukan di ujungnya, kadang-kadang sangat jelas, seperti ujung daun sidaguri (*Sida retusa* L.), dan kadang-kadang hanya dapat dilihat dengan teliti, seperti ujung daun bayam (*Amaranthus hybridus* L.).
- Berduri (*mucronatus*), yaitu duri yang memiliki bagian runcing keras di ujung daun (misalnya, daun nanas sebrang (*Agave* sp.))



Gambar 3.16 Bentuk Ujung daun

Bentuk-Bentuk Pangkal Daun

Tepi daunnya tidak pernah bertemu di bagian itu, tetapi terpisah oleh pangkal ibu tulang atau ujung tangkai daun. Dalam hal ini, pangkal daun dapat dibagi menjadi :

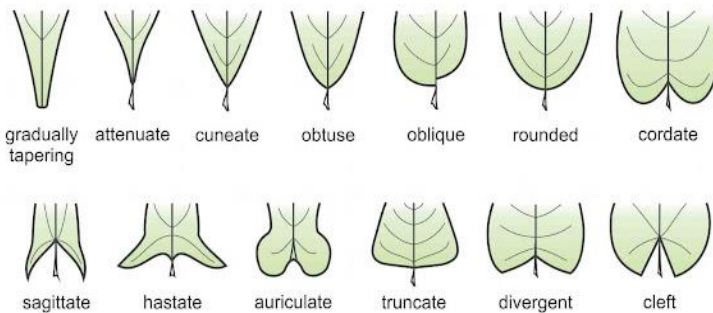
- Runcing (*acutus*), biasanya ditemukan pada daun bentuk memanjang, lanset, belah ketupat, dan sebagainya.

- Meruncing (*acuminatus*), biasanya ditemukan pada daun bentuk bulat telur sungsang atau daun bentuk sudip.
- Daun tumpul (*obtusus*) memiliki bentuk jorong dan bulat telur.
- Daun membulat (*rotundatus*) memiliki bentuk bulat dan bulat telur. Daun rompong atau rata (*truncatus*) memiliki bentuk segi tiga, delta, dan tombak.
- Berlekuk (*emarginatus*), dengan ginjal dan bentuk jantung pada daun.

Yang tepi daunnya dapat bertemu dan berlekatan satu sama lain:

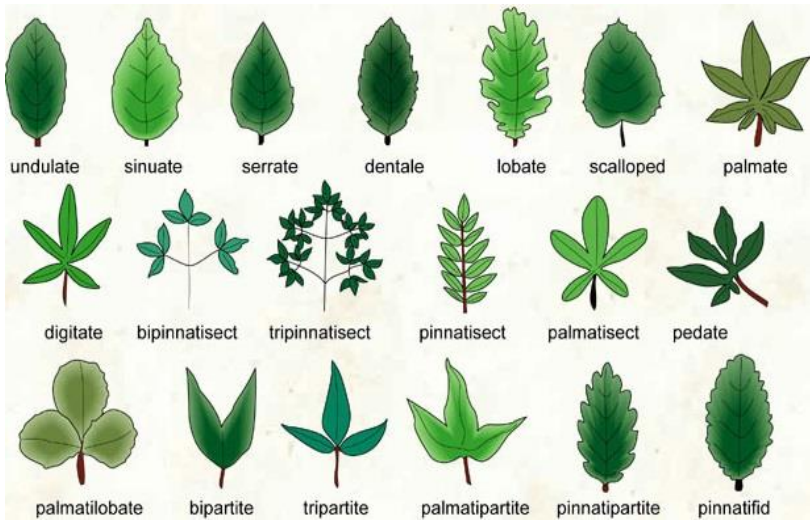
- Pertemuan tepi daun pada pangkal terjadi pada sisi yang sama dengan batang, seperti yang biasa kita lihat pada daun bangun perisai.
- Pertemuan tepi daun terjadi pada sisi yang berlawanan atau berhadapan dengan batang, seperti yang biasa kita lihat pada daun bangun perisai. Dalam hal ini, batang perfoliatus tampaknya menembus pangkal daun.

Jika ditinjau bentuknya pangkal daun seperti tersebut di atas ini biasanya adalah membulat.

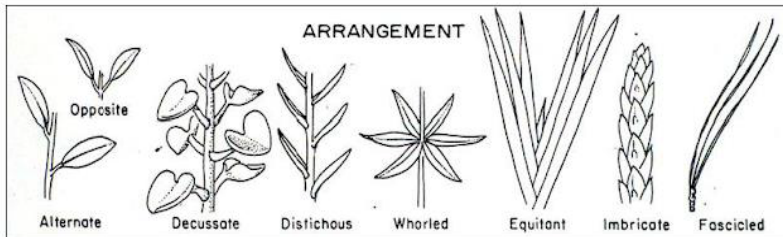


Gambar 3.17 Bentuk Pangkal Daun

Bentuk-bentuk tepi daun atau Margo Foliai



Gambar 3.18 Bentuk Pinggir daun dan Bentuk daun Majemuk



Gambar 3.19 Duduk daun pada batang

D. Modifikasi Daun

Daun utuh atau bagian daun sering kali dimodifikasi untuk fungsi khusus, seperti untuk memanjat dan menempel pada substrat, penyimpanan, perlindungan terhadap predasi atau kondisi iklim, atau menjebak dan mencerna mangsa serangga. Di pohon beriklim sedang, daun hanyalah sisik tunas pelindung; di musim semi ketika pertumbuhan tunas kembali normal, mereka sering kali menunjukkan rangkaian pertumbuhan lengkap mulai dari sisik tunas hingga daun yang sudah berkembang sempurna.

Duri juga merupakan daun yang dimodifikasi. Pada kaktus, Duri adalah daun yang sepenuhnya berubah yang melindungi tanaman dari hewan pemakan tanaman. Pada siang hari, duri memancarkan panas dari batang dan pada malam yang lebih dingin, mengumpulkan dan meneteskan uap air yang terkondensasi. Pada banyak spesies keluarga spurge (*Euphorbiaceae*), stipula dimodifikasi menjadi duri stipula berpasangan dan bilahnya berkembang sepenuhnya. Pada ocotillo (*Fouquieria splendens*), bilahnya rontok dan tangkai daunnya tetap menjadi tulang belakang.

Banyak tumbuhan gurun, seperti Lithops dan lidah buaya, mengembangkan daun sukulen untuk menyimpan air. Bentuk daun penyimpan yang paling umum adalah pangkal daun sukulen dari umbi bawah tanah (misalnya tulip dan *Crocus*) yang berfungsi sebagai organ penyimpan air atau makanan atau keduanya. Banyak tumbuhan nonparasit yang tumbuh di permukaan tumbuhan lain (*epifit*), seperti beberapa bromeliad, menyerap air melalui rambut khusus di permukaan daunnya. Pada eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), tangkai daun yang bengkak menjaga tanaman tetap bertahan.

Daun atau bagian daun dapat dimodifikasi untuk memberikan dukungan. Sulur dan kait adalah modifikasi yang paling umum. Pada bunga lili api (*Gloriosa superba*), ujung daun

bilahnya memanjang menjadi sulur dan melilit tanaman lain sebagai penyangga. Pada tanaman kacang polong (*Pisum sativum*), daun terminal daun majemuk berkembang menjadi sulur. Pada nasturtium (*Tropaeolum majus*) dan Clematis, tangkai daun melingkari tanaman lain sebagai penyangga. Pada catbrier (*Smilax*), ketentuan berfungsi sebagai sulur. Banyak tumbuhan monokotil yang mempunyai selubung pangkal daun yang tersusun konsentris dan membentuk batang semu, seperti pada pisang (*Musa*). Pada banyak bromeliad epifit, batang semu juga berfungsi sebagai reservoir air.

Tumbuhan karnivora menggunakan daunnya yang telah dimodifikasi untuk menarik dan menjebak serangga. Kelenjar di daun mengeluarkan enzim yang mencerna serangga yang ditangkap, dan daun kemudian menyerap senyawa nitrogen (asam amino) dan produk pencernaan lainnya. Tanaman yang memanfaatkan serangga sebagai sumber nitrogen cenderung tumbuh di tanah yang kekurangan nitrogen.

E. Senescence/Penuaan

Daun pada dasarnya adalah struktur berumur pendek. Bahkan ketika tanaman ini bertahan selama dua atau tiga tahun, seperti pada tanaman jenis konifera dan berdaun lebar, kontribusinya terhadap tanaman hanya sedikit setelah tahun pertama. Gugurnya daun, baik pada musim gugur pertama pada sebagian besar pohon yang meranggas daun atau setelah beberapa tahun pada pohon cemara, diakibatkan oleh pembentukan zona lemah, yaitu lapisan absisi, di dasar tangkai daun. Lapisan absisi juga dapat terbentuk ketika daun rusak parah akibat serangga, penyakit, atau kekeringan. Akibatnya, zona sel di seluruh tangkai daun menjadi lunak hingga daun rontok. Lapisan penyembuhan kemudian terbentuk pada batang dan menutup luka, meninggalkan bekas luka daun, ciri yang

menonjol pada banyak ranting musim dingin dan membantu identifikasi.

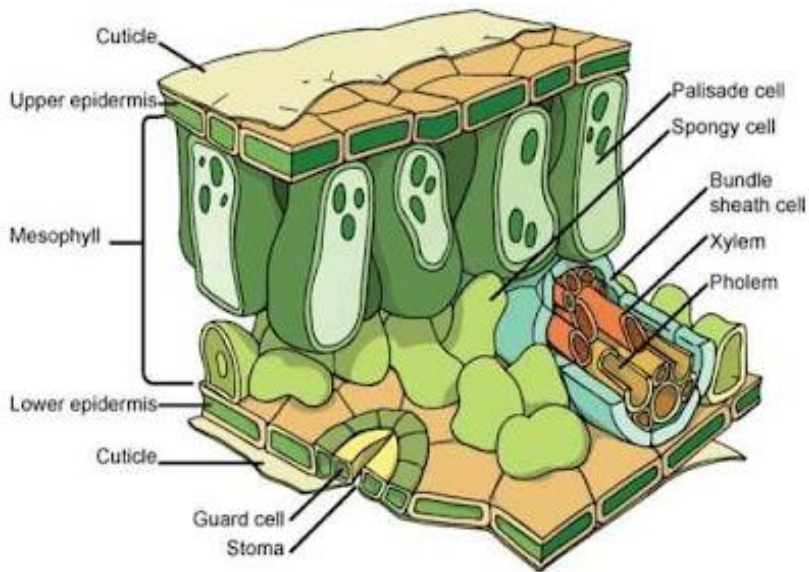
F. Struktur Anatomi Daun

Daun adalah organ tanaman yang melakukan fotosintesis. Daun memiliki ciri khas bahwa pertumbuhan apikalnya berhenti dengan cepat dan tidak mengalami perkembangan meristem sekunder. Daun terdiri dari jaringan epidermis, mesofil, dan pembuluh, menurut histologi.

- **Epidermis**

Biasanya terdiri dari satu lapisan sel dengan sedikit atau tidak ada kloroplas. Lapisan sel transparan sehingga cahaya matahari dapat menembusnya. Terdapat kutikula untuk mencegah terlalu banyak air menguap.

Struktur daun biasanya pipih, dengan jaringan epidermis atas dan bawah berbeda. Permukaan adaksial dan abaksial daun berbeda. Dalam permukaan abaksial terdapat stomata, yang mengandung kloroplas dalam sel penutupnya. Kloroplas bertanggung jawab untuk mengatur bagaimana stomata membuka dan menutup, yang mengontrol pertukaran gas.



Gambar 3.20 Struktur Daun Secara Umum

- Mesofil:

Mesofil terdiri dari dua jenis parenkim: parenkim palisade dan parenkim spons. Kedua jenis parenkim ini terletak di sebelah epidermis dan mengalami diferensiasi untuk membentuk jaringan fotosintetik yang mengandung kloroplas.

- Parenkim Palisade

Sel parenkim palisade memanjang, dan penampang melintangnya menyerupai deretan batang. Bentuk sel palisade bervariasi dari tumbuhan ke tumbuhan. Sel palisade ada di bawah epidermis, baik selapis (unilateral) maupun berlapis banyak (multilateral). Hipodermis terletak di antara jaringan palisade dan epidermis.

Sel parenkim palisade terdiri dari satu atau lebih lapisan; dalam kasus di mana terdiri dari lebih dari satu lapisan, panjang tiap lapisan sama atau lebih pendek dari tengah sel. Sel chlorenchym tidak memiliki ruang antarsel dan tersebar di seluruh lapisan.

- Pada tumbuhan xeromorf, seperti *Atriplex portulacoides*, parenkim palisade hanya terletak pada satu sisi daun, sedangkan jaringan palisade biasanya terletak pada permukaan adaksial daun, contohnya pada *Thymelea hirsuta*. Ini karena banyaknya kloroplas yang ada di dalam sel.

- Parenkim Spons

Parenkim spons terdiri dari chlorenchyma bulat atau oval dengan ruang antarsel menonjol dan beberapa lapisan sel yang diatur secara longgar. Mereka memiliki berbagai bentuk sel. Sel-sel ini memiliki kloroplas yang sangat kecil. Spesifik adalah rongga, atau lobus, yang ada antara sel.

- Jaringan Pengangkut

Jaringan pengangkut terdiri dari untaian jaringan yang terdiri dari pembuluh dan saluran. Berkas pembuluh, yang terdiri dari xilem dan floem, biasanya terletak di tengah-tengah epidermis atas dan bawah. Berkas pembuluh membentuk jaringan pembuluh bersama.

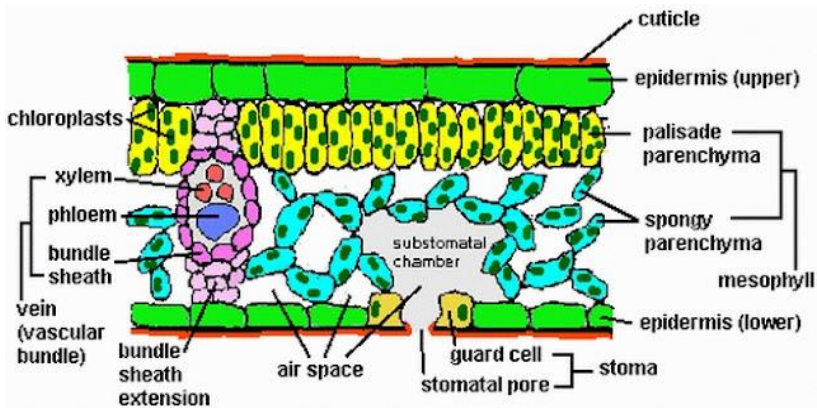
Berkas pembuluh yang lebih besar dapat ditemukan di permukaan tulang daun. Tulang daun yang lebih kecil biasanya memiliki lapisan sel parenkim yang lebih tipis daripada tulang daun yang lebih besar.

- Jaringan secretory

Sel-sel tumbuhan tertentu, seperti kelenjar, saluran getah, dan sel kristal, biasanya ditemukan di mesofil daun.

1. Struktur dan Anatomi Daun Dikotil

Sangat sulit untuk membedakan sel parenkim palisade dari parenkim spons, terutama dalam kasus parenkim palisade yang terdiri dari banyak lapisan. Dalam kebanyakan kasus, lapisan paling dalam parenkim palisade sangat mirip dengan lapisan spons di sekitarnya.



Gambar 3.21 Anatomi Daun Dikotil

- Epidermis

Epidermis, yang terdiri dari epidermis atas dan epidermis bawah, melindungi permukaan daun. Untuk melindungi daun dari luka dan mencegah transpirasi yang berlebihan, kutikula yang tebal membedakan epidermis atas dari epidermis bawah.

- Epidermis bawah terdiri dari satu lapisan, tetapi epidermis atas memiliki banyak lapisan. Stomata kriptofor dilindungi oleh sel penjaga berbentuk ginjal. Sel penjaga membantu kloroplas. Untuk mempermudah pertukaran gas, stomata pori-pori terbuka ke dalam rongga substomata mesofil.
- Mesofil

Sel parenkim palisade mesofil Nerium oleander memanjang dan berukuran sama, tersusun dalam deretan sehingga tidak ada rongga antar sel. Sel parenkim palisade terdiri dari satu lapisan di bawah epidermis multilateral. Meskipun parenkim spons

memiliki bentuk dan ukuran yang berbeda, letaknya tidak beraturan, yang menyebabkan rongga anatar sel antara satu sel dan yang lainnya. Sel-sel jaringan di sekitar vena yang kompak diatur untuk memberikan kekuatan mekanik selain menyimpan makanan dalam bentuk protein dan pati.

- **Berkas Pengangkut**

Pertulangan sejajar ini terikat dengan ikatan yang sangat tipis dan tersebar melewati bagian tengah daun untuk membentuk ibutulang. Di sana, mereka bercabang menjadi tulang daun yang lebih kecil yang tersebar di seluruh helaian daun. Karena jaringan parenkimnya yang miskin kloroplas dan jaringan penyokongnya yang terdiri dari kolenkim, tulang daun yang besar tidak bersentuhan langsung dengan mesofil.

2. Struktur Anatomi Daun Monokotil

- **Epidermis**

Pada daun monokotil, epidermis atas dan bawah memiliki bentuk dan ukuran yang berbeda. Epidermis unilateral, hanya satu lapisan sel, terdiri dari sel bulliform di epidermis atas. Sel bulliform terletak di permukaan daun secara keseluruhan, terkadang hanya melekok di antara tulang daun; ini adalah sel-sel yang menyerupai gelembung, berukuran lebih besar, dengan vakuola besar, cairan sel, dan berdinding tipis yang terdiri dari kutin dan kutikula.

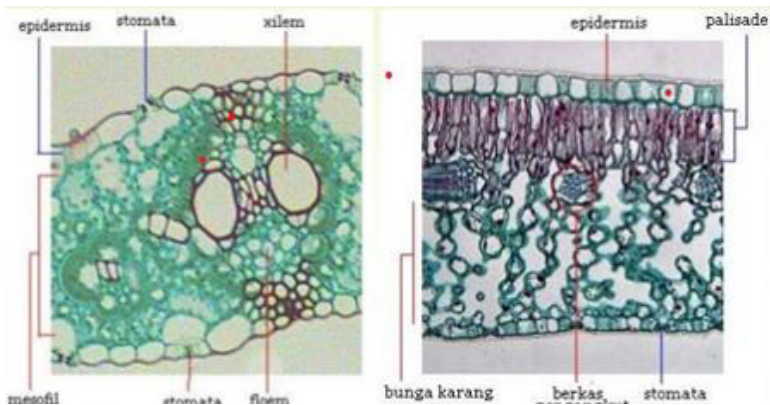
Biasanya terdiri dari beberapa sel yang lebar yang terletak di dekat tulang daun. Sel bulliform ini tumbuh lebih cepat dari sel epidermis, menyebabkan daun yang masih menggulung seperti daun monokotil. Stomata monokotil tersebar di kedua epidermis. Monokotil memiliki stomata yang memanjang dan sejajar yang terdiri dari sel penutup yang dikelilingi oleh dua sel tetangga yang sejajar satu sisi.

- Mesofil

Pada daun monokotil, Jaringan mesofil terdiri dari sel parenkim palisade dan parenkim spons yang bervariasi dalam bentuk dan ukuran. Parenkim palisade *Zea mays* memiliki lobus antar selnya dan tampak bercabang. Pada epidermis unilateral, sel parenkim palisade memiliki berbagai bentuk dan memiliki lobus antara sel satu dengan yang lain. Karena bentuk sel mesofil hampir identik, membedakan sel parenkim palisade dan spons pada *zea mays* sulit.

- Berkas Pembuluh

Berkas pembuluh pada daun monokotil – *Zea mays* terutama – mempunyai satu atau dua lapisan. Bagian luar berkas pengangkut terdiri dari sel parenkim yang memiliki dinding tipis. Sel selubung berkloroplas, menghasilkan selubung tepung. Selubung mesosom adalah sel selubung bagian dalam yang lebih kecil dengan dinding tebal dan lamella yang mengandung gabus. Jaringan transfuse melingkupi berkas pembuluh tunggal atau dua yang berdekatan.



Gambar 3.22 Struktur Daun Monokotil dan Dikotil

G. Klasifikasi Tanaman Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit memiliki klasifikasi:

Divisi: Embryophyta Siphonagama Kelas: Angiospermae

Ordo: Monocotyledonae

Famili: Arecaceae (dahulu disebut Palmae)

Sub famili: Cocoideae

Genus: *Elaeis*

Spesies: *Elaeis guineensis*. Jacq, *E.oleifera* (HBK) Cortes, *E.odora*.



Gambar 3.23 Tanaman Kelapa Sawit

Tumbuhan berbunga dibagi menjadi dua kelompok - monokotil dan dikotil. Kelapa sawit termasuk dalam famili monokotil, yang terdiri dari tumbuhan bertumbuh rendah dan berjaringan lunak. Tumbuhan monokotil antara lain rumput, jagung, dan anggrek. Sangat sedikit spesies monokotil yang mampu mencapai ketinggian pohon kelapa sawit. Sebaliknya,

sebagian besar pohon berbunga seperti oak, maple, dan apel adalah tanaman dikotil.

Kata “cot” pada monokotil dan dikotil mengacu pada kotiledon atau daun biji. Kotiledon ditemukan di dalam biji. Ini memasok energi ke embrio tanaman, memungkinkannya untuk berkecambah menjadi bibit. Sesuai dengan namanya, Tumbuhan monokotil memiliki satu kotiledon, sedangkan tumbuhan dikotil memiliki dua kotiledon.

H. Morfologi Tanaman Kelapa Sawit

1. Morfologi Daun Kelapa Sawit

Daun kelapa sawit memiliki daun majemuk seperti tanaman palma lainnya. Daun agak tua, dan pelepah agak muda. Durinya mirip dengan tanaman salak, tetapi tidak terlalu keras atau tajam. bentuk daun menyirip yang memiliki rozet di ujung batangnya. Pada tanaman kelapa sawit, daun berukuran besar yang banyak membelah disebut pelepah.



Gambar 3.24 Daun kelapa sawit.

Tanaman kelapa sawit biasanya memiliki empat puluh hingga lima puluh lima daun dan dapat mencapai enam puluh jika tidak dipangkas. Tanaman kelapa sawit yang lebih tua

menghasilkan dua hingga tiga daun setiap bulan, sedangkan yang lebih muda menghasilkan tiga hingga empat daun setiap bulan. Produksi daun ini dipengaruhi oleh umur, lingkungan, musim, iklim, dan genetik. Produksi meningkat pada usia 6-7 tahun, kemudian menurun pada usia 12 tahun, dan meningkat antara 22 dan 24 daun per tahun. Ada pengaruh genetik, karena di kebun percobaan RISPA Pagar Merbau Dura menghasilkan 12,5 daun dalam 6 bulan, dan daun bertahan dua tahun setelah dibuka.

2. Pelepah Kelapa Sawit

Helai daun kelapa sawit terdiri dari pelepah, yang terdiri dari kelopak pelepah, petiol, racis tengah, lamina dan midrib setiap helai. Helai daun berukuran 55 hingga 65 sentimeter panjang dan menguncup berukuran 2,5 hingga 4 sentimeter lebar. Lebih dari seratus pasang helai daun terdapat pada setiap pelepah. Setelah tiga hingga empat tahun, jumlah pelepah yang dihasilkan meningkat menjadi tiga puluh hingga empat puluh, dan kemudian turun menjadi delapan belas hingga dua puluh lima pelepah. Selama proses fotosintesis yang terjadi pada permukaan helai daun, stomata atau rongga daun terbuka untuk menerima cahaya. Pelepah yang sudah matang memiliki duri dan berukuran hingga 7,5 cm panjangnya, dengan petiol yang lebih kurang satu perempat panjangnya.



Gambar 3.25 Pelepah kelapa sawit.

Panjang pelepah daun biasanya hanya 5-7 m, tetapi bisa mencapai 9 m. Setiap pelepah memiliki 100-160 pasang anakan daun (Pinnae) yang tumbuh di kedua sisi, dan anakan daun biasanya lebih panjang di bagian tengah daripada di bagian pangkal dan ujung pelepah. Anak daun memiliki lidi (tulang daun) dan jaringan daun di kedua sisi lidi. Daun muda yang belum terbuka akan sangat rapat dan memiliki anak daun yang belum terbuka. Pelepah mempunyai penampakan seperti bulu dan merupakan jenis daun yang unik pada palem dan pakis. Setiap pelepah kelapa sawit memiliki panjang sekitar 7 meter dan memiliki tangkai daun di tengah, atau tangkai daun, yang memuat 250 hingga 350 helai daun lebih kecil yang disebut pinnae. Setiap selebaran mungkin panjangnya sekitar 130 cm.

I. Klasifikasi Tanaman Kopi

Kopi (*Coffea* spp) adalah spesies tanaman berbentuk pohon yang termasuk dalam famili *Rubiaceae* dan genus *Coffea*. Tanaman ini tumbuhnya tegak, bercabang, dan bila dibiarkan tumbuh

dapat mencapai tinggi 12 m. Didunia perdagangan, dikenal beberapa golongan kopi, tetapi yang paling sering dibudidayakan hanya kopi arabika, robusta, dan liberika. Penggolongan kopi tersebut umumnya didasarkan pada spesiesnya, kecuali kopi robusta. Kopi robusta bukan merupakan nama spesies karena kopi ini merupakan keturunan dari beberapa spesies kopi, terutama *Coffea canephora*.

- Kingdom : *Plantae* (Tumbuhan)
- Subkingdom : *Tracheobionta* (Tumbuhan berpembuluh)
- Super Divisi : *Spermatophyta* (Menghasilkan biji)
- Divisi : *Magnoliophyta* (Tumbuhan berbunga)
- Kelas : *Magnoliopsida* (Berkeping dua, dikotil)
- Sub Kelas : *Asteridae*
- Ordo : *Rubiales*
- Famili : *Rubiaceae* (Suku kopi-kopian)
- Genus : *Coffea*
- Spesies : *Coffea Arabica, Coffea canephora*.

Tanaman kopi mempunyai lima subseksi yang meliputi 66 spesies, yaitu *Eucoffea* (24 spesies), *Mascarocoffea* (18 spesies), *Paracoffea* (13 spesies), dan *Argocoffea* (11 spesies). Di antara kelima subseksi tersebut, seksi yang diusahakan secara komersial adalah *Eucoffea*. Lima subseksi yang meliputi 24 spesies, seperti disajikan dalam Tabel berikut:

Tabel 3.1 Lima Subseksi Tanaman Kopi

No	Subseksi	Spesies
1	<i>Erythrocoffea</i>	<i>C.Arabica, C.congensis, C.canephora, C.eugenioides</i>
2	<i>Pachycoffea</i>	<i>C.liberica, C.klainii, C.oyemensis, C.abeokutae, C.deweorei</i>

3	<i>Nanocoffea</i>	<i>C.humilis</i> , <i>C.brevipes</i> , <i>C.montata</i> , <i>C.mayombensis</i> , <i>C.togoensis</i>
4	<i>Melanocoffea</i>	<i>C.stenophyllia</i> , <i>C.affinis</i> , <i>C.carissoi</i>
5	<i>Mozambicoffea</i>	<i>C.zanguebariae</i> , <i>C.racemosa</i> , <i>C.schumanniana</i> , <i>C.ligustroides</i> , <i>C.salvatrix</i> , <i>C.kapakata</i> , <i>C.swynnertonii</i>
5	<i>Mozambicoffea</i>	<i>C.zanguebariae</i> , <i>C.racemosa</i> , <i>C.schumanniana</i> , <i>C.ligustroides</i> , <i>C.salvatrix</i> , <i>C.kapakata</i> , <i>C.swynnertonii</i>

J. Morfologi Daun Kopi

Kopi mempunyai daun bulat telur ujungnya agak meruncing sampai bulat tumbuh pada batang, cabang dan ranting-ranting tersusun berdampingan pada ketiak. Daun lebar, memanjang lebar, 20-30 cm panjangnya, 10-16 cm lebarnya, urat daun tenggelam, sehingga permukaan daun jelas berlekuk-lekuk. Pangkal daun membulat. Tangkai daun 1 cm, tulang samping lk 10-12 pasang; helaian daun mengkilat, ujung meruncing mendadak dari bagian yang mula-mula membulat. Tanaman kopi robusta mempunyai daun yang kecil, permukaan daunnya mempunyai sifat licin dan mengkilat, panjang daun 12 – 15 cm, dan lebar 6 cm.



Gambar 3.26 Bagian-Bagian Daun Kopi



Gambar 3.27 Daun Kopi



BAB IV

Batang

A. Batang

Batang adalah sumbu struktural yang menopang bunga, buah, dan daun suatu tanaman. Mereka seringkali dikhususkan untuk perlindungan, dukungan, fotosintesis dan reproduksi aseksual. Disini mari kita bahas struktur dan fungsi batang tumbuhan.

Sistem tunas pada tumbuhan meliputi batang. Tergantung pada jenis tanamannya, diameter dan panjangnya dapat bervariasi dari beberapa milimeter hingga ratusan meter. Batang tumbuhan sering ditemukan di atas tanah, meskipun beberapa tumbuhan, seperti kentang, memiliki batang di bawah tanah. Batang herba (lunak) atau berkayu (keras) keduanya ada di alam. Tanaman merambat memiliki batang yang panjang dan ramping, dan mereka berpegangan pada penyangga dan memanjat, sedangkan tanaman merambat adalah tanaman bertangkai lemah yang menyebar di tanah daripada mampu berdiri tegak.

Tugas utama batang tanaman adalah menopang tanaman dengan memegang daun, bunga, dan kuncupnya; kadang-kadang, mereka juga berfungsi sebagai struktur penyimpanan makanan tanaman. Selain itu, mereka membantu pengangkutan mineral dan air yang telah diserap oleh tanaman.

B. Struktur Batang

Jaringan kulit, jaringan dasar dan jaringan pembuluh darah adalah tiga jaringan yang membentuk batang.

- Jaringan dermal yang menutupi permukaan luar batang sering berfungsi sebagai penghalang, pelindung dan

pengatur pertukaran gas. Jaringan kulit batang tumbuhan air tidak tahan air seperti batang di udara.

- Di sekitar jaringan pembuluh darah, jaringan dasar mengisi dan seringkali terutama terdiri dari sel-sel parenkim. Kadang-kadang berpartisipasi dalam fotosintesis. Pada batang berkayu, sebagian besar atau seluruh jaringan tanah rusak.
- Transportasi jarak jauh dan dukungan struktural disediakan oleh jaringan pembuluh darah. Diantara spesies tumbuhan yang berbeda, jaringan pembuluh darah tersusun sangat berbeda.

C. Pertumbuhan Batang

Pada tumbuhan, pertumbuhan terjadi seiring bertambahnya panjang batang dan akar. Beberapa tumbuhan, terutama tumbuhan berkayu, menebal sepanjang hidupnya. Pertumbuhan pada batang tumbuhan ada dua jenis:

1. Pertumbuhan primer

Pemanjangan pucuk dan akar akibat pembelahan sel pada meristem apikal pucuk. Tanaman herba sebagian besar mengalami pertumbuhan primer; mereka jarang mengalami pertumbuhan atau penebalan sekunder.

2. Pertumbuhan sekunder

Tanaman mengalami pertumbuhan sekunder, ditandai dengan peningkatan ketebalan atau ketebalan, dan disebabkan oleh pembelahan sel di meristem lateral. Tanaman berkayu biasanya menunjukkan pertumbuhan sekunder, yang sangat terlihat. Meskipun beberapa batang dikotil mengalami pertumbuhan sekunder, monokotil hampir tidak pernah mengalami pertumbuhan sekunder.

D. Fungsi Batang

Fungsi utama batang tumbuhan adalah:

1. Batang tanaman membantu meninggikan dan menopang daun, buah, dan bunga. Batang memberi tanaman tempat untuk menyimpan bunga dan buahnya serta menjaga daun tetap terkena cahaya. Sultur batang mentimun, selentingan dan semangka digunakan sebagai struktur pendukung.
2. Batang merupakan struktur penyimpan nutrisi. Umbi (kentang), rimpang (jahe), umbi (bawang), dan umbi (colocasia) merupakan modifikasi batang untuk penyimpanan makanan.
3. Batang membantu transportasi mineral dan air antara xilem dan floem di akar dan cabang.
4. Batang juga memainkan peran penting dalam melindungi tanaman. Tunas ketiak batang jeruk dan bugenvil tumbuh menjadi duri tajam sebagai pertahanan. Mereka menjaga tanaman dari binatang.
5. Batang berfungsi dalam menciptakan jaringan hidup baru. Sel tumbuhan biasanya bertahan satu hingga tiga tahun. Sel meristem yang terdapat pada batang menghasilkan jaringan hidup baru setiap tahun. Demikian pula cabang lateral melati, mint, dan batang rumput bawah tanah berfungsi sebagai struktur reproduksi vegetatif.
6. Batang sebagai asimilasi makanan. Batang opuntia yang pipih melakukan fotosintesis dan mengandung klorofil.

E. Anatomi Batang

Batang merupakan bagian tumbuhan berpembuluh yang berfungsi menjaga tumbuhan tetap tegak sehingga dapat menerima sinar matahari dan udara yang diperlukan. Batangnya juga dapat menghasilkan kerucut, bunga, daun, dan tangkai sekunder. Titik simpul merupakan tempat tumbuhnya batang sekunder. Tunas jaringan meristem di setiap simpul dapat

membelah dan berspesialisasi dalam mengembangkan struktur tertentu.

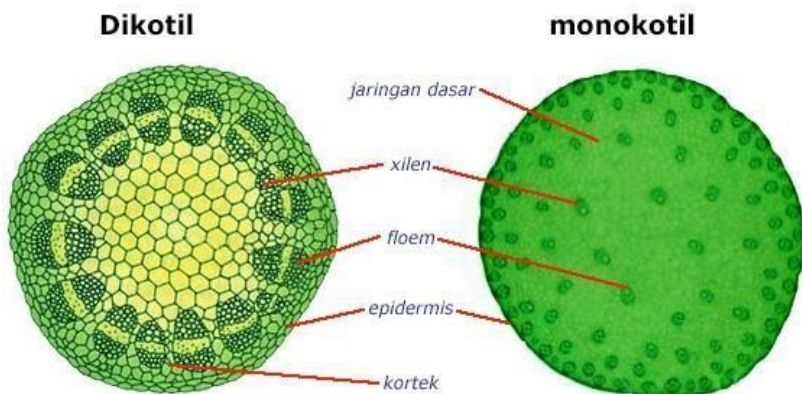
Tumbuhan tidak dapat bertahan hidup di udara yang tinggi di atas permukaan tanah tanpa adanya hubungan antara akar dan daun. Mengangkut makanan dari daun ke seluruh tanaman dan air serta mineral dari akar ke daun adalah dua fungsi penting lainnya yang dilakukan oleh batang. Batang banyak tanaman juga dapat berfungsi sebagai makanan atau cadangan air di musim dingin atau musim panas.

F. Jenis Batang

1. Batang Dikotil

Batang dikotil umumnya padat. Bagian-bagian berikut ini merupakan bagian melintang dari batang dikotil muda yang khas:

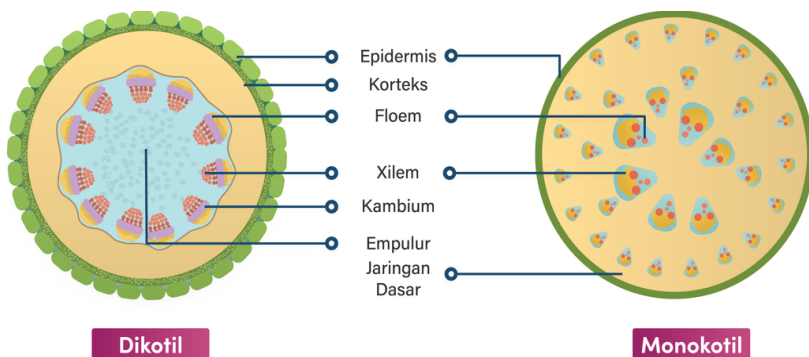
- Epidermis yang dilindungi oleh lapisan kutikula tipis merupakan lapisan terluar.
- Trikoid dan beberapa stomata terdapat di epidermis.
- Epidermis dan pericycle diapit oleh sel-sel berlapis-lapis yang membentuk korteks.
- Sel parenkim, kolenkim, dan sklerenkim batang adalah tiga tipe sel dasar yang bertanggung jawab atas metabolisme, penyembuhan luka, dan penyimpanan pati.
- Pericycle, terdiri dari bercak semilunar sklerenkim, terletak di sebelah endodermis.
- Hanya batang dikotil yang mempunyai ikatan pembuluh darah yang tersusun membentuk “lingkaran” atau “cincin”.
- Empulur tampak jelas dan terbuat dari sel parenkim.



Gambar 4.1 Anatomi Batang Monokotil dan Batang Dikotil

2. Batang Monokotil

Batang monokotil mempunyai hipodermis sklerenkim, berkas pembuluh darah tersebar yang terbungkus dalam selubung berkas sklerenkim, dan jaringan dasar parenkim yang besar dan terlihat. Berkas pembuluh darah bergabung dan menutup. Berkas pembuluh darah di pinggiran biasanya lebih kecil dibandingkan di tengah. Rongga yang mengandung air dapat ditemukan di dalam ikatan pembuluh, tetapi parenkim floem tidak ada.



Gambar 4.2 Perbedaan Anatomi Batang Monokotil dan Dikotil

G. Transformasi Batang

- Rimpang: Rimpang tidak berwarna hijau dan memiliki ruas dan simpul yang dapat diidentifikasi. Warnanya coklat. Misalnya jahe.
- Pendaki: Sulur adalah batang termodifikasi yang menyerupai struktur tak berdaun dan seperti benang. Mereka dirancang untuk memanjat. Misalnya Passiflora.
- Umbi: Umbi adalah komponen tanaman berdaging yang menyimpan makanan. Misalnya kentang.
- Bohlam: Bohlamnya mungkin tertunifikasi. Umbi tunikata dilindungi oleh lapisan daun sisik membran kering. Misalnya bawang merah.
- Stolon: Mereka pertama kali berkembang di udara selama beberapa waktu sebelum membungkuk ke bumi. Pangkal batang merupakan tempat munculnya stolon. Misalnya saja Melati.

H. Batang Kelapa Sawit

Batang kelapa sawit adalah batang tunggal yang tidak bercabang dan berdiameter antara 25 dan 75 sentimeter, tetapi biasanya antara 45 dan 65 sentimeter di perkebunan. Tanaman yang lebih tua memiliki pangkal batang yang lebih besar. Faktor genetik dan faktor lingkungan memengaruhi laju pertumbuhan batang. Pertumbuhan batang di Indonesia dan Malaysia rata-rata 45 cm per tahun, dengan beberapa kondisi dapat mencapai 100 cm per tahun. Tinggi batang dapat mencapai 20 m atau lebih, tetapi biasanya di perkebunan hanya 15-18 m.



Gambar 4.3 Batang kelapa sawit.

Pelepah daun biasanya menutupi batang kelapa sawit sehingga tampak lebih besar. Sisa pelepah ini biasanya akan lepas setelah sepuluh tahun.

I. Batang Tanaman Kopi

Batang tanaman kopi merupakan tumbuhan berkayu, tumbuh tegak keatas dan berwarna putih keabu-abuan. Pada batang terdiri dari 2 macam tunas yaitu tunas seri (tunas reproduksi) yang tumbuh searah dengan tempat asalnya dan tunas legitim yang hanya dapat tumbuh sekali dengan arah tumbuh membentuk sudut nyata dengan tempat asalnya.

Batang yang tumbuh dari biji disebut batang pokok. Batang pokok memiliki ruas-ruas yang tampak jelas pada saat tanaman itu masih muda. Pada tiap ruas tumbuh sepasang daun yang berhadapan, selanjutnya tumbuh dua macam cabang, yakni cabang orthotrop (cabang yang tumbuh tegak lurus atau vertikal dan dapat menggantikan kedudukan batang bila batang dalam keadaan patah atau dipotong) dan cabang plagiotrop (cabang atau ranting yang tumbuh ke samping atau horizontal)

Kopi memiliki pertumbuhan dua bentuk (dioformisa) yaitu pertumbuhan ortotropik (tegak) dan plagiotropik (kesamping).

Cabang orthotrop yang memiliki 5 pertumbuhan ke arah vertikal dan cabang plagiotrop yang tumbuh ke arah horizontal. Bagian tanaman yang tumbuh ortotropik dapat menghasilkan pertumbuhan ortotropik dan plagiotropik, sedangkan yang tumbuh lagiotropik hanya menghasilkan pertumbuhan lagiotropik saja. Oleh karena itu sambungan cabang atau stek cabang tidak dapat tumbuh keatas melainkan biasanya tumbuhnya terus ke samping.

Kopi mempunyai sistem percabangan yang agak berbeda dengan tanaman lain. Tanaman ini mempunyai beberapa jenis cabang yang sifat dan fungsinya agak berbeda, yaitu:

- a) Cabang reproduksi (cabang *orthotrop*). Cabang reproduksi adalah cabang yang tumbuhnya tegak dan lurus. Ketika masih muda cabang ini juga sering disebut wiwilan. Cabang ini berasal dari tunas reproduksi yang terdapat disetiap ketiak daun pada batang utama atau pada batang utama atau cabang primer. Setiap 7 ketiak daun bisa mempunyai 4-5 tunas reproduksi, sehingga apabila cabang reproduksi mati bisa diperbaharui sebanyak 4-5 kali. Cabang ini memiliki sifat seperti batang utama, sehingga bila suatu ketika batang utama mati atau tidak tumbuh sempurna, maka fungsinya dapat digantikan oleh cabang ini.
- b) Cabang primer (cabang *plagiotrop*). Cabang primer adalah cabang yang tumbuh pada batang utama atau cabang reproduksi dan berasal dari tunas primer. Pada setiap ketiak daun hanya mempunyai satu tunas primer, sehingga apabila cabang ini mati, di tempat itu sudah tidak dapat tumbuh cabang primer lagi. Cabang primer mempunyai ciri-ciri, yaitu arah pertumbuhannya mendatar, lemah, berfungsi sebagai penghasil bunga karena disetiap ketiak daunnya terdapat mata atau tunas yang dapat tumbuh menjadi bunga. Setiap ketiak daun pada cabang primer

mempunyai tunas reproduksi dan tunas sekunder. Tunas reproduksi dapat tumbuh menjadi cabang reproduksi, demikian pula tunas sekunder bisa tumbuh menjadi cabang sekunder, tetapi biasanya tidak berkembang menjadi cabang, melainkan tumbuh dan berkembang menjadi bunga.

- c) Cabang sekunder. Cabang sekunder adalah cabang yang tumbuh pada cabang primer dan berasal dari tunas sekunder. Cabang ini mempunyai sifat seperti cabang primer sehingga dapat menghasilkan bunga.
- d) Cabang kipas. Cabang kipas adalah cabang-cabang reproduksi yang tumbuh kuat pada cabang primer karena pohon sudah tua. Pohon yang sudah tua biasanya hanya tinggal mempunyai sedikit cabang primer karena sebagian besar sudah mati dan luruh. Cabang yang tinggal sedikit ini biasanya terletak di ujung batang dan mempunyai pertumbuhan yang cepat sehingga mata 8 reproduksinya tumbuh pesat menjadi cabang-cabang reproduksi. Cabang reproduksi ini sifatnya seperti batang utama dan sering disebut sebagai cabang kipas.
- e) Cabang pecut. Cabang pecut adalah cabang kipas yang tidak mampu membentuk cabang primer meskipun tumbuhnya cukup kuat.
- f) Cabang balik. Cabang balik adalah cabang reproduksi yang tumbuh pada cabang primer, berkembang tidak normal, dan mempunyai arah pertumbuhan menuju ke dalam mahkota tajuk.
- g) Cabang air. Cabang air adalah cabang reproduksi yang tumbuhnya pesat, ruasruas daunnya relatif panjang dan lunak atau banyak mengandung air. Cara percabangan pada tanaman kopi merupakan cara percabangan monopodial yaitu batang pokok selalu tampak jelas, karena

lebih besar dan lebih panjang. Sedangkan berdasarkan sifat cabang, tanaman kopi termasuk wiwilan atau tunas air (*Virga singularis*), yaitu cabang yang biasanya tumbuh cepat dengan ruas-ruas yang panjang, dan seringkali berasal dari kuncup tidur atau kuncup liar. Cabang-cabang tanaman kopi pada pangkalnya mendatar, tetapi ujungnya lalu melengkung ke bawah, sehingga disebut dengan terkulai (*declinatus*)



Gambar 4.4 Tanaman Kopi



Gambar 4.5 Batang Tanaman Kopi

BAB V

Akar

A. Akar

Dalam botani, bagian tumbuhan berpembuluh yang biasanya terletak di bawah tanah. Ini berfungsi sebagai tempat tanaman berlabuh, menyerap air dan mineral terlarut, dan mengirimkannya ke batang, dan penyimpanan makanan cadangan. Akar berbeda dari batang terutama karena tidak adanya bekas daun dan tunas, memiliki tudung akar, dan memiliki cabang yang berasal dari jaringan internal, bukan dari tunas.

B. Fungsi Akar

1. Menyerap Nutrisi dan Air Tanah

Salah satu organ tumbuhan yang dapat menyerap dan menyimpan air yang akan digunakan untuk pertumbuhan tanaman atau pohon adalah akar; fungsi utama akar adalah menyerap nutrisi organik dan anorganik yang dibutuhkan tanaman, yang kemudian diserap oleh bagian tumbuhan lainnya. Dalam kebanyakan kasus, akar sangat membutuhkan air sebanyak 80%.

2. Perantara dan Penopang Tanaman

Fungsi tambahan dari akar adalah sebagai penopang tanaman; Dengan adanya akar, tanaman dapat berdiri tegak di atas tanah. Akar akan tumbuh lebih panjang saat tanaman menjadi lebih besar, meningkatkan kekuatan tanaman, sehingga tanaman tidak mudah rusak atau tumbang bahkan ketika angin kencang melanda.

3. Menyimpan Makanan dan Nutrisi

Akar tidak hanya berfungsi untuk mengangkut hara, tetapi mereka juga dapat menyimpan makanan untuk disimpan sebagai stok sebelum didistribusikan ke bagian lain tanaman. Umbi seperti singkong, kentang, talas, dll, adalah contoh tanaman yang menyimpan makanan pada akarnya.

4. Reproduksi Vegetatif:

Beberapa jenis tumbuhan menggunakan akar untuk bereproduksi; tumbuhan paku, misalnya, akan melakukan duplikasi sebelum mulai berkembang biak.

5. Proses Fotosintesis

Tumbuhan tidak hanya melakukan fotosintesis pada daun; akar juga memiliki klorofil, meskipun tidak sebanyak daun. Karena itu, akar juga bisa melakukan fotosintesis.

6. Alat Pernapasan

Selain itu, akar beberapa tanaman, seperti pohon tembakau dan beringin, berfungsi sebagai alat pernapasan atau pernapasan. Pada umumnya, akar tumbuhan ini berfungsi sebagai alat respirasi, atau pneumatophores, di mana struktur sel dan jaringan pada akar memungkinkan difusi udara. Tumbuhan bakau juga menggunakan akarnya untuk bernapas.

7. Gerak Tanaman

Gerak tanaman membantu tanaman mendapatkan air, unsur hara, dan sinar matahari sehingga tanaman dapat tumbuh dan berkembang biak dengan maksimal. Setiap gerakan yang dilakukan oleh tanaman ini memiliki mekanismenya sendiri. Gerak fototropisme, geotropisme, hidrotropisme, dan tigmotropisme adalah contohnya.

8. Mencegah Banjir dan Longsor

Selain itu, akar membantu keseimbangan lingkungan. Akar pada pohon yang besar dapat mencegah banjir dan membantu penyerapan air banjir lebih cepat dibandingkan dengan

lingkungan di mana tidak banyak pohon. Akar yang kuat juga membantu mencegah longsor.

C. Jenis Akar dan Sistem Akar

Ketika benih berkecambah, organ pertama yang muncul adalah akar primer atau radikula. Tumbuh ke dalam tanah dan menambatkan bibit. Gymnospermae dan angiospermae dikotil (yang memiliki dua daun berbiji) memiliki radikula yang tumbuh menjadi akar tunggang. Sistem akar tunggang terdiri dari akar sekunder yang tumbuh kesamping. Akar tunggang, pada beberapa tumbuhan, seperti wortel dan lobak, juga berfungsi sebagai penyimpan makanan.

Rumput dan angiospermae monokotil lainnya, yang merupakan angiospermae dengan daun berbiji tunggal, memiliki sistem akar serabut dengan massa akar dengan diameter yang sama. Jaringan akar ini tidak membentuk cabang dari akar primer, tetapi banyak akar bercabang muncul dari pangkal batang.

Jenis Akar:

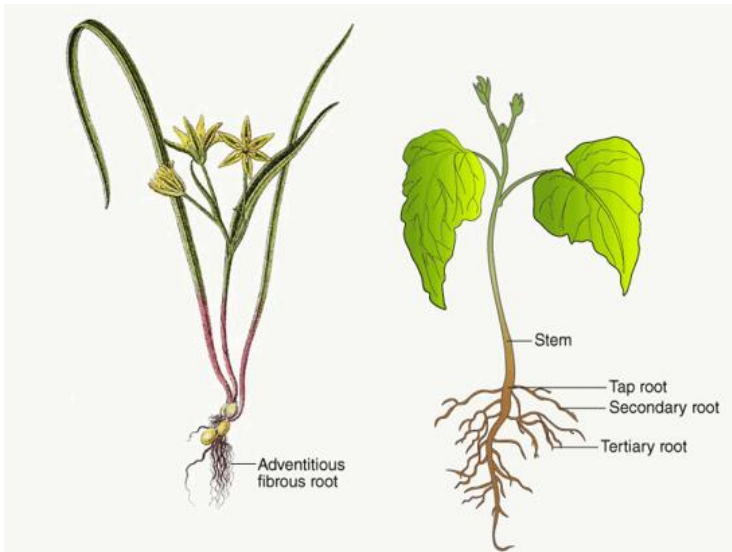
1. Akar Monokotil:

- Sistem akar tunggang terdapat pada tumbuhan dikotil.
- Epidermis adalah lapisan paling atas. Sel-sel epidermis kadang-kadang menonjol, tampak sebagai rambut akar.
- Endodermis, atau lapisan dalam korteks, padat penduduknya dengan sel-sel berbentuk tong.
- Mengikuti epidermis adalah korteks berlapis-lapis, yang terbentuk secara longgar dari sel-sel parenkim dengan celah antar sel.
- Floem dan xilem berkisar antara dua sampai empat.
- Jaringan konjungtif merupakan lapisan sel parenkim yang mengelilingi xilem dan floem.

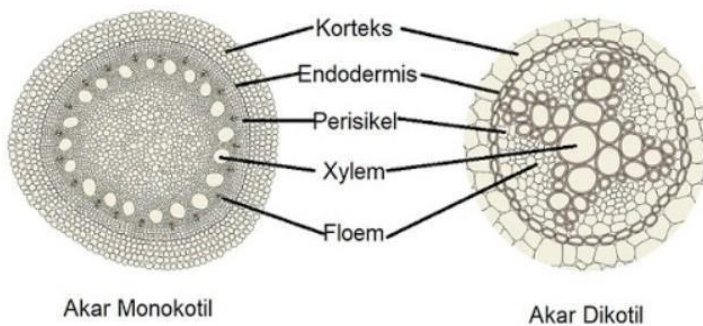
- Pericycle, terdiri dari beberapa lapisan sel parenkim berdinding tebal, muncul setelah endodermis.
 - Dikotil tidak mempunyai inti pusat yang jelas.
2. Akar Monokotil
- Tumbuhan monokotil mempunyai sistem perakaran lateral.
 - Epidermis merupakan lapisan paling atas, seperti pada dikotil, diikuti oleh korteks, pericycle, endodermis, ikatan pembuluh (xilem dan floem), dan empulur (urutan acak).
 - Terdapat empulur yang menonjol dan mencolok.
 - Enam atau lebih ikatan xilem terdapat pada tumbuhan monokotil.
 - Tumbuhan monokotil tidak mengalami pertumbuhan sekunder.
 - Kambium memisahkan xilem dan floem selama pertumbuhan sekunder. Pericycle, ikatan pembuluh darah, dan empulur bergabung dalam dikotil untuk membentuk prasasti.



Gambar 5.1 Sistem Akar



Gambar 5.2 Akar Monokotil dan Akar Dikotil



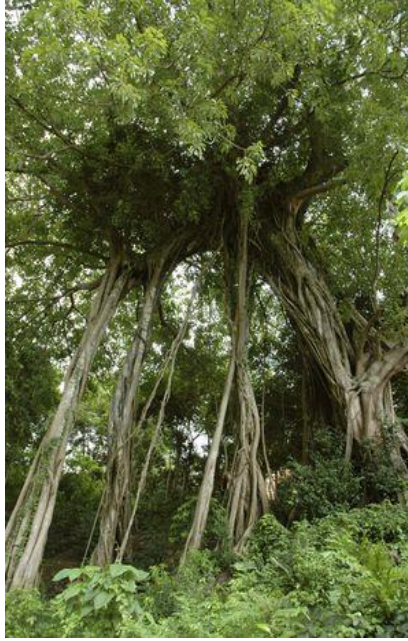
Gambar 5.3 Anatomi Akar Monokotil dan Akar Dikotil

D. Modifikasi Akar

- Akar dimodifikasi untuk penyimpanan, fiksasi nitrogen, aerasi, dan dukungan.
- Akar tunggang wortel, lobak dan ubi jalar mengembang untuk menyimpan makanan.
- Saat *Rhizophora* tumbuh subur di lingkungan rawa, ia memiliki pneumatofor, yang membantu memperoleh oksigen untuk bernapas.

Beberapa akar, yang disebut akar tambahan, muncul dari organ selain akar biasanya batang, terkadang daun. Jumlahnya terutama banyak pada batang bawah tanah, seperti rimpang, umbi, dan umbi-umbian, dan memungkinkan banyak tanaman diperbanyak secara vegetatif dari stek batang atau daun. Akar tambahan tertentu, yang dikenal sebagai akar udara, melewati udara dalam jarak tertentu sebelum mencapai tanah atau tetap menggantung di udara. Beberapa di antaranya, seperti yang terlihat pada jagung (jagung), pinus sekrop, dan beringin, pada akhirnya membantu menopang tanaman di dalam tanah. Pada banyak tumbuhan epifit, seperti berbagai spesies anggrek dan

Tillandsia, akar udara merupakan sarana utama perlekatan pada permukaan non-tanah seperti tumbuhan dan batuan lain.



Gambar 5.4 Akar udara beringin

Sejumlah akar khusus lainnya ada di antara tumbuhan berpembuluh. Pneumatophores, umumnya ditemukan pada spesies bakau yang tumbuh di dataran lumpur asin, merupakan akar lateral yang tumbuh ke atas keluar dari lumpur dan air yang berfungsi sebagai tempat pemasukan oksigen untuk sistem akar primer yang terendam. Akar tanaman parasit tertentu dimodifikasi menjadi haustoria, yang tertanam dalam sistem pembuluh darah tanaman inang untuk memberi makan parasit. Akar nodular dari banyak anggota keluarga kacang polong (Fabaceae) menjadi tuan rumah bagi bakteri pengikat nitrogen yang bersimbiosis, dan banyak akar tanaman juga membentuk asosiasi yang rumit dengan jamur tanah mikoriza; sejumlah

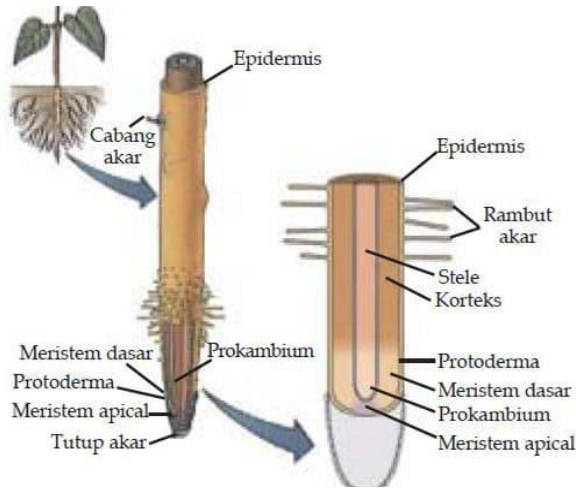
tanaman mikoheterotrofik non-fotosintesis, seperti pipa India, hanya mengandalkan jamur ini untuk nutrisi.



Gambar 5.5 Mangrove pneumatophores

E. Morfologi dan Anatomi Akar

Akar tumbuh panjang hanya dari ujungnya. Bagian paling ujung akar ditutupi oleh tudung akar berbentuk bidal, yang berfungsi melindungi ujung akar yang tumbuh saat menembus tanah. Tepat di belakang tudung akar terdapat meristem apikal, yaitu jaringan sel yang aktif membelah. Beberapa sel yang dihasilkan oleh meristem apikal ditambahkan ke tudung akar, namun sebagian besar ditambahkan ke daerah pemanjangan, yang terletak tepat di atas daerah meristematik. Pada daerah pemanjangan terjadi penambahan panjang. Di atas zona pemanjangan ini terdapat daerah pematangan, tempat jaringan primer akar menjadi matang, menyelesaikan proses diferensiasi sel yang sebenarnya dimulai di bagian atas daerah meristematik.

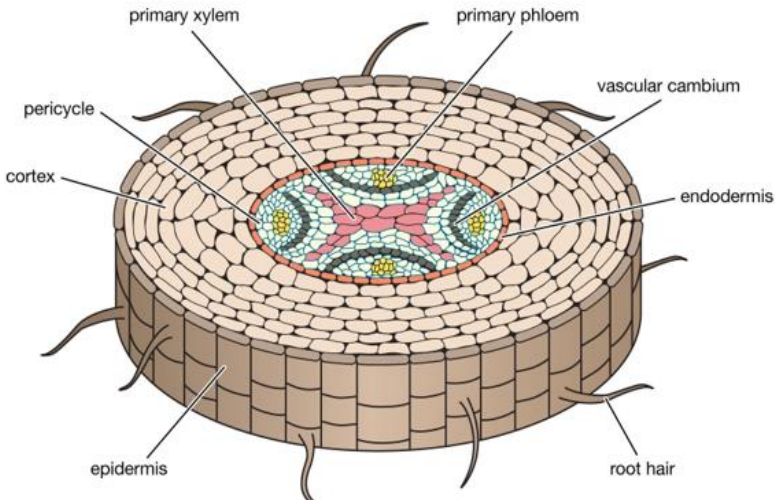


Gambar 5.6 Meristem apikal akar dan tutup akar

Jaringan utama akar, dari terluar hingga terdalam, adalah epidermis, korteks, dan silinder pembuluh darah. Epidermis terdiri dari sel-sel berdinding tipis dan biasanya hanya setebal satu lapisan sel. Penyerapan air dan mineral terlarut terjadi melalui epidermis, suatu proses yang sangat ditingkatkan di sebagian besar tanaman darat dengan adanya rambut akar – perpanjangan tubular ramping dari dinding sel epidermis yang hanya ditemukan di daerah pematangan.

Penyerapan air terutama terjadi melalui osmosis, yang terjadi karena (1) air berada dalam konsentrasi yang lebih tinggi di dalam tanah dibandingkan di dalam sel-sel epidermis (yang mengandung garam, gula, dan produk organik terlarut lainnya) dan (2) membran sel-sel epidermis sel-sel epidermis permeabel terhadap air tetapi tidak terhadap banyak zat yang terlarut dalam cairan internal. Kondisi ini menciptakan gradien osmotik, dimana air mengalir ke sel epidermis. Aliran ini memberikan suatu gaya, yang disebut tekanan akar, yang membantu mendorong air melalui akar. Tekanan akar ikut bertanggung jawab atas naiknya air pada tanaman, namun tekanan akar tidak sendirian

bertanggung jawab atas pengangkutan air ke puncak pohon-pohon tinggi.



Gambar 5.7 Akar pada penampang

Korteks melewati epidermis ke silinder pembuluh darah untuk mengalirkan air dan mineral terlarut ke akar. Dari sana, mineral tersebut didistribusikan ke seluruh tanaman. Korteks juga menyimpan makanan yang diangkut ke bawah dari daun melalui jaringan pembuluh darah. Lapisan terdalam dari korteks biasanya terdiri dari lapisan sel yang padat, disebut endodermis, yang mengatur aliran bahan antara korteks dan jaringan pembuluh darah.

Silinder pembuluh darah berada di bagian dalam endodermis dan dikelilingi oleh pericycle, lapisan sel yang menimbulkan akar bercabang. Jaringan konduktif silinder vaskular biasanya tersusun dalam pola berbentuk bintang. Jaringan xilem, yang membawa air dan mineral terlarut, membentuk inti bintang; jaringan floem yang membawa makanan terletak dalam kelompok kecil di antara titik-titik bintang.

Akar tanaman berkayu yang lebih tua membentuk jaringan sekunder, yang menyebabkan peningkatan ketebalan. Jaringan sekunder ini dihasilkan oleh kambium pembuluh darah dan kambium gabus. Yang pertama muncul dari sel-sel meristematik yang terletak di antara xilem primer dan floem. Seiring perkembangannya, kambium pembuluh darah membentuk cincin di sekeliling silinder pembuluh darah primer. Pembelahan sel pada kambium pembuluh menghasilkan xilem (kayu) sekunder di bagian dalam cincin dan floem sekunder di bagian luar. Pertumbuhan jaringan pembuluh darah sekunder ini mendorong pericycle ke luar dan membelah korteks dan epidermis. Pericycle menjadi kambium gabus, menghasilkan sel gabus (kulit luar) yang menggantikan korteks dan epidermis.

F. Sifat-Sifat Akar

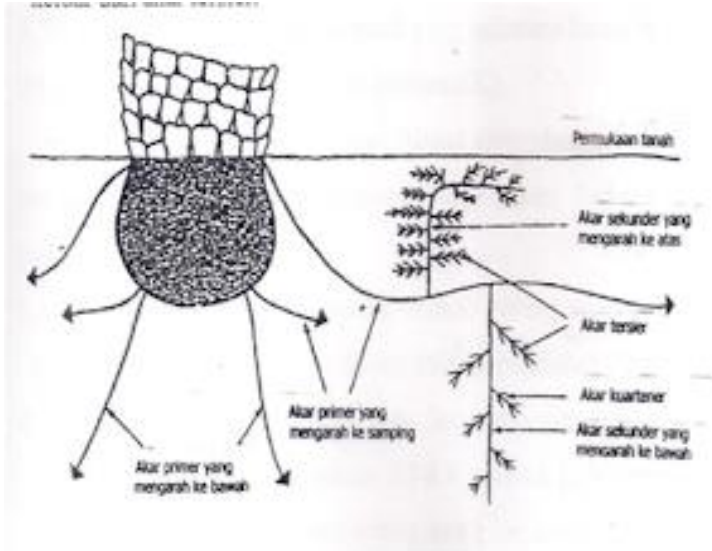
Masing-masing dari banyak jenis akar yang berbeda memiliki karakteristik dan fitur unik. Ada beberapa ciri dan karakteristik akar:

1. Akar tumbuhan tidak memiliki tunas, internodus, atau nodus.
2. Akar memiliki rambut-rambut yang sifatnya uniseluler.
3. Akar biasanya bergerak dari bawah tanah untuk mencari air atau sumber makanan.
4. Akar tumbuhan dapat tumbuh dengan baik di bagian ujungnya.
5. Akar tumbuhan dapat hidup di dinding atau mendatar.
6. Akar dapat tumbuh dengan baik jika memiliki lingkungan dan media tanam yang tepat.
7. Tidak memiliki daun atau sisik.

G. Akar Tanaman Kelapa Sawit

Susun akar kelapa sawit terdiri dari akar serabut primer yang tumbuh horizontal ke samping dan vertikal ke dalam tanah;

akar sekunder bercabang ke atas dan ke bawah sebelum bercabang lagi ke akar tersier. Akar kelapa sawit dapat mencapai tinggi horizontal 8 meter dan 16 meter.



Gambar 5.8 Bagian-Bagian Akar kelapa sawit



Gambar 5.9 Akar Tanaman Kelapa Sawit

Cabang akar serabut primer bercabang ke atas dan ke bawah. Sementara itu, akar serabut tersier bercabang lagi ke bulu-bulu akar, yang dikenal sebagai pilus radicalis. Selain berfungsi sebagai alat pernapasan, akar ini banyak menyerap hara. Tudung akar (calyptra), bagian terdekat ujung akar, terdiri dari jaringan yang membantu melindungi ujung akar yang lemah dan muda. Sistem perakaran cenderung berkembang ke arah bawah (geotropis positif), dan bentuk permukaan tanah membatasi penembusan selanjutnya. Perkembangan akar lebih baik pada tanah yang berareasi baik dan longgar daripada pada tanah yang bertekstur halus.

H. Akar Tanaman Kopi

Pohon kopi pada umumnya mempunyai akar yang bertumpuk, berakar kuat di dalam tanah, sekitar 0,3-1 m dari permukaan tanah. Tanaman ini tersebar dengan diameter sekitar 1,5 m di sekitar batang. Dalam praktek bertani, sebagian besar tanaman Arabika merupakan tanaman bertangkai tunggal. Secara umum perkembangan sistem perakaran tanaman kopi secara utuh terdiri dari 3 jenis akar:

- Akar pancang utama biasanya besar dan kuat, menggali ke dalam tanah sedalam 0,45 - 1 m, membantu pohon berdiri kokoh dan menyerap air di lapisan dalam. Semakin tebal dan keropos lapisan tanah, semakin dalam pula akarnya.
- Akar berbentuk silinder biasanya berjumlah 4 sampai 8 buah, tumbuh dari biji ajir, dapat menembus kedalaman hingga 3 m, dan bercabang ke segala arah untuk melakukan tugas utama menyerap air untuk memberi makan tanaman. Mirip dengan akar tunggang, semakin keropos tanahnya, semakin dalam pula akar tunggangnya.

- Akar horizontal juga tumbuh dari akar silindris, menembus tanah ke berbagai arah, dan beberapa akar horizontal tumbuh sejajar dengan tanah. Sumber horizontal berkembang menjadi sistem sub-root. Di bagian atas terdapat pengisap padat yang tugas utamanya adalah menyerap nutrisi untuk memberi makan tanaman.



Gambar 5.10 Akar tanaman kopi

Selain faktor intrinsik adalah keragaman. Berbagai faktor eksternal seperti sifat fisik tanah, kandungan humus, kelembaban tanah, pH, kandungan unsur hara mineral, suhu, teknik bercocok tanam, dll... sangat mempengaruhi pembentukan dan perkembangan akar.

BAB VI

Bunga

A. Bunga

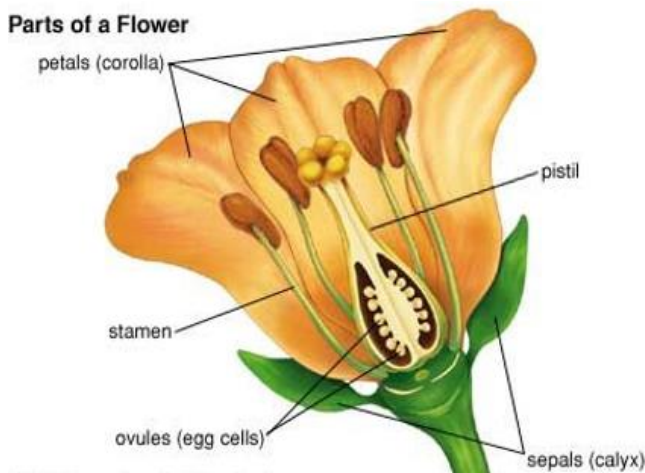
Struktur reproduksi khas angiospermae. Seperti yang umum digunakan, istilah “bunga” terutama berlaku jika sebagian atau seluruh struktur reproduksi memiliki warna dan bentuk yang berbeda.

Dalam ragam warna, ukuran, bentuk, dan susunan anatominya, bunga menghadirkan variasi kombinasi yang tak ada habisnya. Ukurannya bervariasi dari bunga kecil hingga bunga raksasa. Pada beberapa tumbuhan, seperti opium, magnolia, tulip, dan petunia, setiap bunganya relatif besar dan mencolok serta dihasilkan secara tunggal, sementara pada tumbuhan lain, seperti aster, snapdragon, dan lilac, masing-masing bunganya mungkin sangat kecil dan berukuran besar. ditumbuhkan dalam kelompok khusus yang dikenal sebagai bunga majemuk. Terlepas dari keanekaragamannya, semua bunga mempunyai fungsi yang seragam, reproduksi spesies melalui produksi benih.

B. Bentuk dan Jenis Bunga

Pada dasarnya, setiap bunga terdiri dari sumbu bunga yang di atasnya terdapat organ reproduksi penting (benang sari dan putik) dan biasanya organ aksesori (sepal dan kelopak); yang terakhir mungkin berfungsi untuk menarik serangga penyerbuk dan melindungi organ-organ penting. Sumbu bunga adalah batang yang banyak dimodifikasi; Berbeda dengan batang vegetatif yang berdaun, biasanya batang ini mengecil sehingga bagian-bagian bunganya berdesakan di ujung batang, yaitu

wadahnya. Bagian-bagian bunga biasanya tersusun dalam bentuk lingkaran (atau siklus) tetapi juga dapat disusun secara spiral, terutama jika sumbunya memanjang. Biasanya ada empat lingkaran bagian bunga yang berbeda: (1) kelopak luar yang terdiri dari sepal; di dalamnya terdapat (2) mahkota, terdiri dari kelopak; (3) androecium, atau kelompok benang sari; dan di tengahnya ada (4) gynoecium, terdiri dari putik.



Gambar 6.1 Bagian Bunga



Gambar 6.2 Putik dan benang sari

Sepal dan kelopak bersama-sama membentuk perianth, atau amplop bunga. Sepal biasanya berwarna kehijauan dan sering kali menyerupai daun yang mengecil, sedangkan kelopaknya biasanya berwarna-warni dan mencolok. Sepal dan kelopak yang tidak dapat dibedakan, seperti pada bunga lili dan tulip, terkadang disebut sebagai tepal. Androecium, atau bagian jantan bunga, terdiri dari benang sari, yang masing-masing terdiri dari filamen pendukung dan kepala sari, tempat serbuk sari diproduksi. Gynoecium, atau bagian bunga betina, terdiri dari satu atau lebih putik, yang masing-masing terdiri dari ovarium, dengan ekstensi tegak, gaya, di atasnya terdapat kepala putik, permukaan penerima serbuk sari. Ovarium membungkus bakal biji, atau calon benih. Putik mungkin sederhana, terdiri dari satu karpel, atau daun termodifikasi yang mengandung bakal biji; atau majemuk, terbentuk dari beberapa karpel yang disatukan.



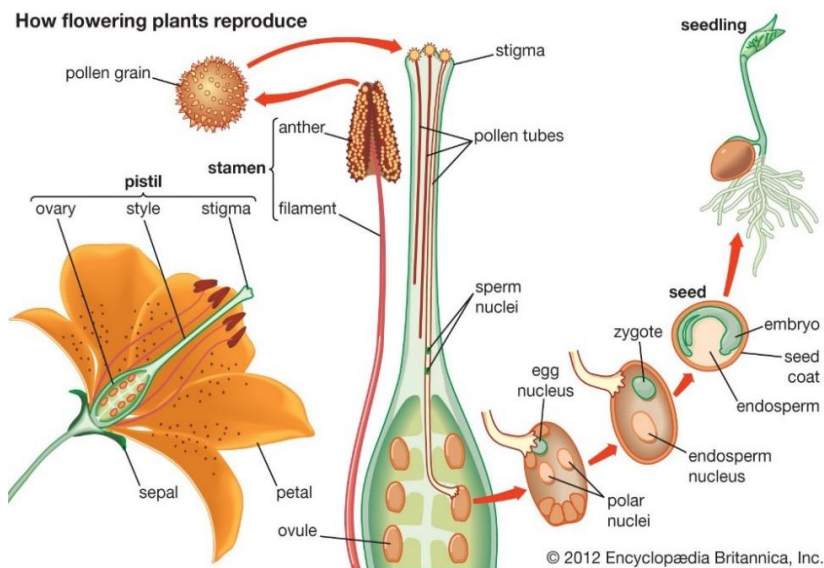
Gambar 6.3 Bunga Sempurna

Bunga yang mempunyai sepal, kelopak, benang sari, dan putik adalah lengkap; kekurangan satu atau lebih struktur tersebut, maka dikatakan tidak lengkap. Benang sari dan putik tidak terdapat bersamaan pada semua bunga. Jika keduanya hadir, bunga tersebut dikatakan sempurna, atau biseksual, terlepas dari kekurangan bagian lain yang membuatnya tidak lengkap (lihat foto). Bunga yang tidak memiliki benang sari disebut bunga putik atau betina, sedangkan bunga yang tidak memiliki putik disebut bunga jantan atau jantan. Jika tanaman yang sama menghasilkan bunga berkelamin tunggal dari kedua jenis kelamin, tanaman tersebut dikatakan berumah satu (misalnya begonia tuberous, hazel, oak, jagung); bila bunga jantan dan betina berada pada tumbuhan berbeda, tumbuhan tersebut bersifat dioecious (misalnya kurma, holly, kapuk, willow); Apabila pada satu tanaman terdapat bunga jantan, betina, dan biseksual, maka tanaman tersebut disebut poligami.

Bunga mungkin simetris secara radial, seperti pada mawar dan petunia, dalam hal ini disebut teratur atau aktinomorfik. Bunga yang simetri bilateral, seperti pada anggrek dan snapdragon, tidak beraturan atau zygomorfik.

C. Polinasi (penyerbukan)

Benang sari dan putik terlibat langsung dalam produksi benih. Benang sari mengandung mikrosporangia (kotak spora) yang di dalamnya berkembang banyak mikrospora (potensi butiran serbuk sari); putiknya mengandung bakal biji, masing-masing mengandung sel telur. Ketika mikrospora berkecambah, itu dikenal sebagai butiran serbuk sari. Ketika kantung serbuk sari di kepala sari benang sari sudah matang, kepala sari melepaskannya dan serbuk sari dilepaskan. Pembuahan hanya dapat terjadi jika butiran serbuk sari dipindahkan dari kepala sari ke kepala putik, suatu proses yang disebut penyerbukan.



Gambar 6.4 Bagaimana tumbuhan berbunga berkembang biak

Ada dua jenis penyerbukan utama:

1. Penyerbukan sendiri, yaitu penyerbukan kepala putik dengan serbuk sari dari bunga yang sama atau bunga lain pada tanaman yang sama
2. Penyerbukan silang, yaitu perpindahan serbuk sari dari kepala sari bunga suatu tumbuhan ke kepala putik bunga tumbuhan lain yang sejenis.

Penyerbukan sendiri terjadi pada banyak spesies, namun pada spesies lain, mungkin mayoritas, hal ini dicegah oleh adaptasi seperti struktur bunga, ketidakcocokan diri, dan pematangan benang sari dan putik dari bunga atau tanaman yang sama pada waktu yang berbeda. . Penyerbukan silang dapat dilakukan oleh sejumlah agen, terutama serangga dan angin. Bunga yang diserbuki oleh angin (lihat foto) umumnya dapat dikenali dari kurangnya warna, bau, atau nektarnya, sedangkan bunga yang diserbuki oleh hewan (Gambar) terlihat jelas

berdasarkan struktur, warna, atau produksi aroma atau nektarnya.

Self-pollination



Gambar 6.5 Polinasi Sendiri

Setelah butiran serbuk sari mencapai kepala putik, ia berkecambah dan tabung serbuk sari menonjol dari kepala putik tersebut. Tabung ini, berisi dua gamet jantan (sperma), meluas ke ovarium dan mencapai bakal biji, mengeluarkan gametnya sehingga yang satu membuahi sel telur, yang menjadi embrio, dan yang lainnya bergabung dengan dua inti kutub untuk membentuk endosperm. (Biasanya banyak butir serbuk sari yang jatuh ke kepala putik; semuanya dapat berkecambah, namun hanya satu tabung serbuk sari yang memasuki satu bakal biji.) Setelah pembuahan, embrio sedang dalam perjalanan untuk menjadi benih, dan pada saat ini ovarium itu sendiri membesar untuk membentuk buah.

D. Fungsi Bunga

Fungsi Bunga Sebagai Perkembangbiakan Generatif

1. Organ Reproduksi Tanaman

Bunga memadukan atau menyatukan gamet jantan atau sperma dengan ovula atau gamet betina. Produksi benih akan terjadi dengan cara ini. Pembungaan adalah urutan bunga dalam tangkai. Benang sari dan putik adalah nama organ reproduksi bunga.

2. Menarik Pollinator

Semua orang tahu bahwa nektar adalah makanan hewan, tetapi nektar bunga, atau cairan manis, dimakan oleh hewan jika simbiosis mutualisme terjadi, dan bunga menyerbu. Serbuk sari ditransfer dari kepala bunga jantan ke kepala putik betina selama proses penyerbukan, yang mengakibatkan peluruhan gamet pada tumbuhan.

3. Menghasilkan Nektar atau Sari Bunga

Semua bunga menghasilkan nektar, yang sangat kaya akan gula, dan disebut sebagai cairan manis pada bunga. Saat tumbuhan sedang mekar, hewan pemakan nektar akan tertarik untuk mengunjungi bunga yang sedang mekar. Semakin banyak hewan yang tertarik, semakin cepat proses penyerbukan.

4. Bagian Indah Pada Tumbuhan

Tidak mengherankan bahwa tumbuhan memiliki bunga yang indah. Oleh karena itu, tumbuhan akan kurang menarik jika tidak memiliki bunganya, karena bunga selalu memiliki warna cerah dan bentuk yang menarik. Bunga dapat digunakan sebagai tanaman hias karena warnanya yang cerah dan bentuknya yang beragam. Karena itu, banyak orang masih menyukai bunga untuk menghiasi pekarangan mereka.

E. Bagian-Bagian Bunga

1. Bagian Steril

Kelopak dan mahkota bunga adalah dua bagian steril bunga, dan penjelasannya di bawah ini.

a) Kelopak Bunga (*calix*)

Calix, juga dikenal sebagai kelopak bunga, adalah bagian terluar dari bunga. Biasanya, kelopak bunga memiliki warna hijau yang mirip dengan warna daun. Jika Anda melihatnya lebih dekat, Anda akan melihat bahwa kelopak bunga lebih kecil daripada daun.

Apakah tujuan kelopak bunga? Kelopak bunga berfungsi untuk melindungi bunga yang masih muda dan kuncup ketika bunga berkembang. Tanpa kelopak, bunga tidak akan berkembang sepenuhnya.

b) Mahkota Bunga (*corolla*)

Mahkota adalah sesuatu yang indah dan biasanya menarik perhatian, seperti bunga yang selalu berwarna cerah untuk menarik perhatian binatang pemakan nektar. Mahkota bunga biasanya lebih besar daripada kelopaknya.

Meskipun ada beberapa bunga yang tidak begitu cerah atau mencolok, mahkota bunga biasanya berwarna cerah. Selain itu, mahkota sebagian bunga bergantung pada angin atau air. Kenapa demikian? Karena polinasi dapat menjadi lebih mudah dengan angin atau air.

Binatang pemakan nektar tertarik pada bunga karena mahkota, yang memicu proses penyerbukan.



Gambar 6.6 Bagian- Bagian Bunga

Dari mana berasal warna mahkota bunga? Warna mahkota bunga biasanya berasal dari karotenoid (pigmen yang ada pada kloroplas) dan flavonoid (pigmen dalam cairan sel). Jaringan parenkim dasar, pembuluh, dan epidermis kelopak dan mahkota bunga sangat mirip dengan struktur daun.

2) Bagian Fertil

Bagian reproduktif bunga memiliki dua bagian fertil: putik atau pistilum dan benang sari atau stamen. Lihat penjelasan berikut untuk lebih jelas.

a) Benang Sari atau Alat Kelamin Jantan (*stamen*)

Partai fertil yang pertama adalah benang sari, juga dikenal sebagai stamen. Organ benang sari memproduksi sel-sel kelamin jantan pada tumbuhan. Bagian penyusun benang sari yang dikenal sebagai filamin memiliki bentuk seperti tangkai dan biasanya memiliki antena di ujungnya, di mana butir polen dibentuk.

Benang sari biasanya terdiri dari tiga bagian. Pertama, tangkai sari (*filamentum*) adalah bagian dari benang sari yang berbentuk bulat dengan diameter melintang. Kedua, kepala sari

(antera) adalah bagian dari benang sari yang berada di ujung tangkai sari. Kepala sari antera biasanya memiliki dua ruang sari atau theca, dan setiap ruang sari dibagi lagi menjadi dua bagian lagi.

Lokasi sel kelamin jantan (gamet jantan) di mana? Sel kelamin jantan, juga dikenal sebagai serbuk sari atau polen, terletak di ruang sari. Oleh karena itu, benang sari berfungsi untuk menyerbukan bunga. Namun, beberapa benang sari disebut benang sari mandul karena serbuk sarinya tidak mampu menyerbukan lagi.

b) Putik atau Alat Kelamin Betina (*pistillum*)

Setelah membahas tentang organ reproduksi jantan bunga, saatnya membahas organ reproduksi betinanya. Putik, alat reproduksi betina yang terletak di tengah bunga, terdiri dari satu atau lebih buah karpel. Ginocium adalah kumpulan karpel.

Putik, seperti benang sari, terdiri dari tiga bagian, dan setiap bagian melakukan peran yang berbeda. Pertama, kepala putik (stigma), yang terletak di bagian atas putik. Kepala putik biasanya lengket karena di sana polen melekat. Kedua, tangkai putik (stilus). Tangkai putik berbentuk tabung panjang dan berfungsi untuk mengikat kepala putik dengan bakal buah. Kepala putik biasanya berbentuk seperti benang. Ketiga, bakal buah, atau ovarium. Ovarium ini biasanya terletak di bagian bawah atau dasar bunga dan biasanya terlihat membesar saat menyimpan telur. Singkatnya, ovarium adalah ruang di mana bakal biji berada.

Setelah dibuahi oleh sperma dari benang sari, bakal biji atau *ovulum* pada putik berubah menjadi biji atau semen. Putik ini berfungsi sebagai tempat atau wadah untuk serbuk sari yang berasal dari benang sari bunga atau alat reproduksi jantan. Secara sederhana, setelah sperma yang berasal dari serbuk sari membuahi putik, putik akan tumbuh dan berubah menjadi

kandung lembaga. Kandung lembaga ini menghasilkan tumbuhan baru pada bunga.

F. Bunga Tanaman Kelapa Sawit

Sangat jarang terjadi bunga penyerbukan sendiri karena bunga jantan dan betina berbeda dan memiliki waktu pematangan yang berbeda. Jantan bunga lancip dan panjang, sementara betina lebih besar dan mekar. Tanaman kelapa sawit tipe cangkang pisifera digunakan sebagai tetua jantan untuk produksi benih unggul karena wanitanya steril, sehingga sangat jarang menghasilkan tandan buah.



Gambar 6.7 Bunga Jantan



Gambar 6.8 Bunga Betina

Bunga betina dan bunga jantan tumbuh di ketiak daun pada pohon yang sama. Bunga hemaprodit sering ditemukan pada tanaman kelapa sawit, terutama selama masa pembungaan. Tipe bunga tertentu mengalami daur pembentukan yang dipengaruhi oleh metode budidaya dan kondisi lingkungan. Misalnya, pemangkasan daun yang terlalu berat dapat menyebabkan lebih banyak inflorisensi jantan, dan kekeringan dapat menyebabkan kuncup tandan bunga terserap. Tanda bunga jantan terdiri dari banyak spliket yang tumbuh dari tangkai bunga dan panjangnya

antara 12 dan 20 cm. Setiap spliket mengandung 600 hingga 1200 bunga yang sangat kecil, berwarna kuning, dan memiliki aroma yang unik. Tandan bunga betina terbungkus dalam seludang (Spadiks) panjang 24-25 cm dengan ribuan bunga yang tersusun secara spiral di sumbu sentral. Serbuk sari yang dihasilkan berkisar antara 25 dan 50 gram dan terbentuk dalam 2-3 hari. Saat bunga resertif berwarna putih hingga kuning pucat, garis merah berkembang sepanjang tiga tingkat (Lob), mulai dari kepala putik (Sigma), kemudian berubah menjadi kemerah-merahan dan akhirnya berubah menjadi keunguan-unguan setelah masa resertif berakhir.

G. Bunga Tanaman Kopi

Bunga kopi berwarna putih, terdapat lima benang sari jantan dan betina. Ovarium berisi dua bakal biji. Jika pemupukan dilakukan pada waktu yang tepat maka akan dihasilkan dua biji kopi. Bunga kopi mekar di pagi hari dan mekar sepanjang hari. Pada sore hari di hari yang sama, kepala sari berubah warna menjadi coklat setelah terjadi pembuahan. Dua hari kemudian, sebagian bunga layu dan rontok, hanya menyisakan bakal buah yang sedang berkembang. Kapur kopi ringan dan mudah terbawa angin. Penyerbukan angin sangat penting untuk kopi; Namun karena bunga kopi memiliki aroma yang menarik bagi serangga, maka serangga lebih berperan dalam proses penyerbukan bunga kopi.



Gambar 6.9 Bunga kopi

Biasanya tanaman kopi mulai berbunga pada tahun kedua hingga ketiga. Kuncup bunga berkembang di ketiak daun pada cabang horizontal dan jarang berkembang pada pucuk atas. Pembungaan pada kopi terbagi menjadi dua tahap, yaitu tahap diferensiasi bunga dan tahap pertumbuhan kuncup bunga, yang berkembang hingga bunga mekar. Dalam setiap fase tersebut banyak faktor internal dan eksternal yang mempengaruhinya. Pada akhir masa panen terjadi proses diferensiasi membentuk kuncup bunga. Kuncup bunga pada akhirnya terus berkembang (bentuk burung pipit) jika disiram secara menyeluruh; kemudian, dalam 5-7 hari, bunga akan mekar; waktu ini bisa lebih lama jika bunganya belum berkembang sempurna sebelumnya.



BAB VII

Buah

A. Buah

Ovarium tanaman berbunga yang berdaging atau kering dan matang, membungkus biji atau biji. Jadi, aprikot, pisang, dan anggur, serta kacang polong, biji jagung, tomat, mentimun, dan (dalam cangkangnya) biji ek dan almond, secara teknis semuanya adalah buah-buahan. Namun secara populer, istilah ini terbatas pada ovarium matang yang manis dan lezat atau berdaging. Untuk pengobatan budidaya buah-buahan, lihat budidaya buah-buahan. Untuk pembahasan komposisi nutrisi dan pengolahan buah, lihat pengolahan buah.

Secara botani, buah adalah ovarium yang matang dan bagian-bagian yang terkait. Biasanya berisi biji, yang berkembang dari bakal biji yang tertutup setelah pembuahan, meskipun perkembangan tanpa pembuahan, disebut parthenocarpy, diketahui, misalnya, pada pisang. Pemupukan menyebabkan berbagai perubahan pada bunga: kepala sari dan kepala putik layu, kelopak bunga rontok, dan sepal mungkin lepas atau mengalami modifikasi; ovarium membesar, dan bakal biji berkembang menjadi biji, masing-masing berisi embrio tanaman. Tujuan utama buah adalah perlindungan dan penyebaran benih.

Buah-buahan merupakan sumber penting serat makanan, vitamin (terutama vitamin C), dan antioksidan. Meskipun buah-buahan segar dapat mengalami pembusukan, umur simpannya dapat diperpanjang dengan pendinginan atau dengan menghilangkan oksigen dari wadah penyimpanan atau pengemasannya. Buah-buahan dapat diolah menjadi jus, selai, dan jeli dan diawetkan dengan cara dehidrasi, pengalengan, fermentasi, dan pengawetan. Lilin, seperti lilin dari bayberry (lilin

myrtles), dan gading nabati dari buah keras spesies palem Amerika Selatan (*Phytelephas macrocarpa*) merupakan produk turunan buah yang penting. Berbagai obat berasal dari buah-buahan, misalnya morfin dari buah opium poppy.

B. Jenis Buah

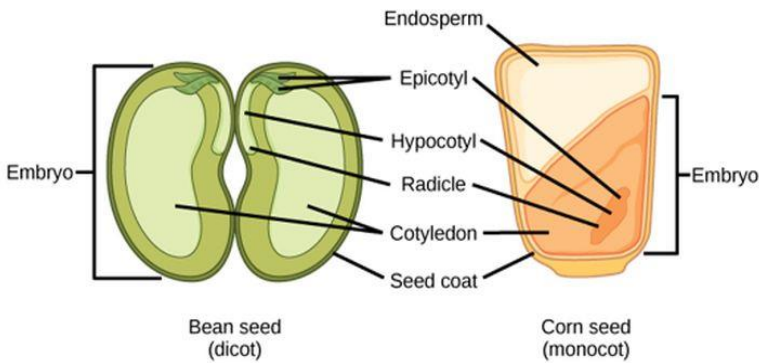
Konsep “buah” didasarkan pada perpaduan yang aneh antara pertimbangan praktis dan teoretis sehingga mengakomodasi kasus-kasus di mana satu bunga menghasilkan beberapa buah (larkspur) serta kasus-kasus di mana beberapa bunga bekerja sama dalam menghasilkan satu buah (mulberry). Tanaman kacang polong, sebagai contoh situasi yang paling sederhana, menunjukkan di setiap bunga satu putik (struktur betina), yang secara tradisional dianggap sebagai megasporofil atau karpel. Karpel diyakini sebagai produk evolusi dari organ yang awalnya mirip daun dengan bakal biji di sepanjang tepinya. Organ ini entah bagaimana terlipat di sepanjang garis median, dengan pertemuan dan penggabungan tepi masing-masing setengahnya, hasilnya berupa polong mini yang tertutup namun berongga dengan satu baris bakal biji di sepanjang jahitannya. Di banyak anggota keluarga mawar dan buttercup, setiap bunga mengandung sejumlah putik berkarpet tunggal yang serupa, terpisah dan berbeda, yang bersama-sama mewakili apa yang dikenal sebagai gynoecium apocarpous. Dalam kasus lain, dua hingga beberapa karpel (masih dianggap sebagai megasporofil, meskipun mungkin tidak selalu dapat dibenarkan) diasumsikan telah menyatu untuk menghasilkan senyawa tunggal gynoecium (putik), yang bagian basalnya, atau ovariumnya, mungkin berunilokula (dengan satu rongga) atau pluriloculate (dengan beberapa kompartemen), tergantung pada metode fusi karpel.



Gambar 7.1 Buah kacang-kacangan

Kebanyakan buah berkembang dari satu putik. Buah yang dihasilkan dari gynoecium apocarpous (beberapa putik) dari satu bunga dapat disebut sebagai buah agregat. Buah ganda mewakili gynoecia dari beberapa bunga. Jika bagian bunga tambahan, seperti sumbu batang atau tabung bunga, dipertahankan atau ikut serta dalam pembentukan buah, seperti pada apel atau stroberi, maka akan dihasilkan buah tambahan.

Tanaman tertentu, sebagian besar varietas budidaya, menghasilkan buah secara spontan tanpa adanya penyerbukan dan pemupukan; partenokarpi alami tersebut menghasilkan buah-buahan tanpa biji seperti pisang, jeruk, anggur, dan mentimun. Sejak tahun 1934, buah tomat, mentimun, paprika, holly, dan lainnya tanpa biji telah diperoleh untuk penggunaan komersial dengan memberikan zat pertumbuhan tanaman, seperti asam indoleacetic, asam indolebutyric, asam naftalena asetat, dan asam β -naphthoxyacetic, ke ovarium di bunga (parthenocarp yang diinduksi).



Gambar 7.2 Buah Dikotil dan Monokotil

Sistem klasifikasi buah matang memperhitungkan jumlah karpel yang membentuk ovarium asli, dehiscence (pembukaan) versus indehiscence, dan kekeringan versus daging. Ciri-ciri dinding ovarium yang matang, atau pericarp, yang dapat berkembang seluruhnya atau sebagian menjadi jaringan berdaging, berserat, atau berbatu, merupakan hal yang penting. Seringkali tiga lapisan pericarp yang berbeda dapat diidentifikasi: bagian luar (exocarp), bagian tengah (mesocarp), dan bagian dalam (endocarp). Semua sistem morfologi murni (yaitu skema klasifikasi berdasarkan fitur struktural) adalah buatan. Mereka mengabaikan fakta bahwa buah-buahan hanya dapat dipahami secara fungsional dan dinamis.

Tabel 7.1 Perbedaan Buah Sejati dan Buah Semu

	Buah sejati/Buah Sungguh	Buah Semu
Buah-buahan	Perkembangan dari bakal buah dan dikonsumsi sebagai buah-buahan. Contoh: kelapa, jeruk, mangga	Bukan perkembangan dari bakal buah tetapi dikonsumsi sebagai buah-buahan. Contoh: apel, cempedak, tin (ara), jambu monyet
Bukan buah-buahan (sayuran atau bumbu)	Perkembangan dari bakal buah tetapi dianggap bukan buah-buahan. Contoh: tomat, padi, kacang mede	Bukan perkembangan dari bakal buah dan dianggap bukan buah-buahan. Contoh: buah nangka muda, bongkol bunga matahari

C. Tipe-Tipe Buah

Buah semu dan buah sejati terdiri dari tiga jenis dasar buah, yaitu:

- Buah tunggal adalah buah yang dihasilkan dari satu bunga dengan satu biji atau lebih bakal buah
- Buah ganda adalah buah yang dihasilkan dari satu bunga dengan banyak bakal buah. Masing-masing bakal buah tumbuh menjadi buah yang berbeda, tetapi akhirnya terkumpul menjadi kumpulan buah yang terlihat seperti satu buah. Sirsak (*Annona*) adalah contohnya.
- Buah majemuk—jika buah berasal dari bunga majemuk. Oleh karena itu, dari banyak bunga dan bakal buah, buah ini akhirnya hanya menjadi satu buah. Ananas dan *Helianthus* adalah contohnya.

D. Fungsi Buah Pada Tumbuhan

1. Melindungi benih tumbuhan

Daripada melindungi benih, buah melindungi benih saat mereka matang.

2. Membantu penyebaran benih

Hewan mengangkut dan membuang benih saat memakan buah, yang membantu tanaman menyebarkan benih.

3. Memulai tanaman buah baru

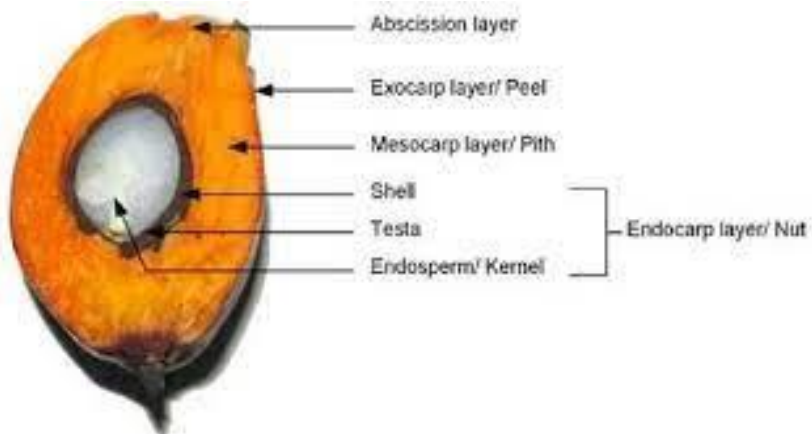
Selain itu, buah jatuh dari pohon dan menumbuhkan tanaman baru di sebelah tanaman lama.

E. Buah Kelapa Sawit

Tergantung pada bibit yang digunakan, buah kelapa sawit dapat berwarna dari hitam hingga ungu hingga merah. Setiap pelapah mengeluarkan tandan yang berisi buah. Setelah buah melewati fase matang, kandungan minyak buah meningkat, sedangkan kandungan asam lemak bebas (FFA, free fatty acid) meningkat, dan buah akan rontok sendiri. Dengan 20% buah dan 80% perikarp, kadar minyak perikarp hanya sekitar 34–40%.



Gambar 7.3 Buah Kelapa Sawit.



Gambar 7.4 Bagian-Bagian Buah Kelapa Sawit

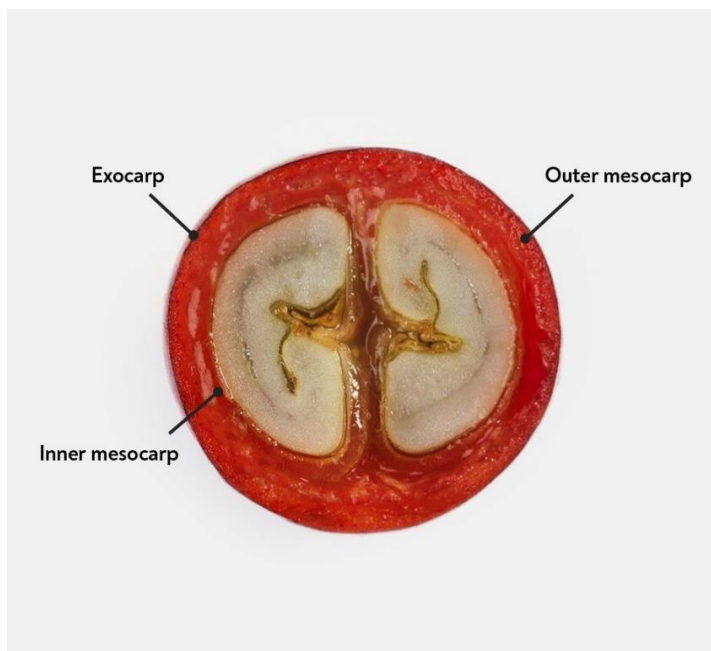
Kulit kelapa sawit berwarna merah, ungu, atau hitam, tergantung pada jenisnya. Dalam tandan keiak pelapah daun, buah ini bergerombol. Buah kelapa sawit terdiri dari empat lapisan:

- a. Eksokarp, bagian kulit buah yang berwarna kemerahan dan licin;
- b. Mesokarp, serabut;
- c. Endokarp, cangkang;
- d. Endosperm, inti.

F. Buah dan Biji Kopi

Buah kopi sering disebut sebagai buah beri (cherry atau berry) tetapi merupakan buah berbiji. Kacang lainnya termasuk aprikot, persik, dan plum. Dan semuanya (beri & kacang-kacangan) biasa disebut sebagai beri berdaging. Jika memeras biji kopi matang di antara jari-jari Anda, lapisan luar (exocarp) dan lapisan luar dermis (mesocarp) akan terlepas dengan mudah dari lapisan dalam. Lapisan dalam (endokarp) merupakan cangkang keras yang berisi biji kopi (dikenal juga dengan sekam), biasanya berupa lendir, yang tetap menempel kuat pada sekam. Lendir

terdiri dari jaringan yang kaya akan gula dan pektin tetapi yang menarik bebas kafein dan tanin (Wintgens, 2004). Di tangan Anda (jika Anda masih menyimpan kulitnya) terdapat lapisan luar mesoderm, umumnya dikenal sebagai “pulp”, yang tetap menempel pada kulit dan sering dihilangkan selama pemrosesan atau terkadang diproses ulang—digunakan untuk membuat cascara.



Gambar 7.5 Biji Tanaman Kopi

Biji kopi tidak dorman. Oleh karena itu, benih sebaiknya disemai sesegera mungkin setelah buah matang. Pada tahap ini tingkat perkecambahan sudah di atas 90%. Tingkat perkecambahan menurun dengan cepat setelah dua bulan untuk kopi dengan vanilla dan enam bulan untuk kopi dengan teh bila disimpan pada suhu kamar. Jika benih harus disimpan, benih harus dikeringkan sebentar pada suhu rendah (di bawah 40 o C) untuk mengurangi kadar air hingga 12-13%. Benih kering yang

disimpan pada suhu 10oC akan mempertahankan daya berkecambah tinggi selama beberapa bulan. Fakta membuktikan biji kopi dengan kadar air 10 - 11% yang disimpan pada suhu 15oC dapat bertahan hampir dua tahun.

Peaberry

Buah kopi biasanya memiliki dua biji, namun dalam beberapa kasus, hanya satu biji - biji ini lebih besar, dan lebih bulat dari biji biasa dan disebut Peaberry (atau kopi Culi di Vietnam). Peaberry terkadang dianggap cacat, meski tidak menunjukkan rasa tertentu. Peaberry lebih mahal daripada kacang biasa, dan banyak pemanggang melaporkan bahwa kacang ini lebih mudah dipanggang daripada kacang biasa karena bentuknya yang bulat dan lonjong. Hal ini hanya menyebabkan hilangnya hasil panen.

Penelitian pembentukan peaberry menunjukkan bahwa hal tersebut disebabkan oleh tekanan lingkungan. Dalam beberapa kasus, Peaberry dapat menghasilkan hingga 40% hasil panen. Tanaman peaberry biasanya dikeluarkan dari pertanian karena untuk setiap 1% peaberry yang dipanen, terjadi kehilangan hasil sebesar 0,75%.



Gambar 7.6 Kopi Peaberry

Sebuah studi tentang irigasi tetes pada tanaman kopi menunjukkan bahwa pada tahun pertama budidaya, tanaman yang tidak diairi memiliki persentase Peaberry yang sangat tinggi, yaitu 21% dari total tanaman (Barbosa et al., 2015). Laporan tersebut menambahkan, “Pembentukan buah/biji peaberry sebagian disebabkan oleh faktor lingkungan yang merugikan, terutama selama pembungaan dan pembuahan. Oleh karena itu, pengelolaan irigasi yang tepat selama periode ini menciptakan kondisi yang lebih baik untuk pembentukan biji kopi, sehingga mengurangi kejadian Peaberry.” Penelitian telah menunjukkan bahwa suhu udara mendekati 24°C (1 derajat di atas batas atas yang dianggap optimal untuk kopi Arabika) meningkatkan jumlah buah Peaberry.

Glosarium

- Angiospermae:** Tumbuhan yang menghasilkan bunga dan menghasilkan biji dalam buah
- Bioteknologi:** Penggunaan biologi untuk mengembangkan produk, metode, dan organisme baru yang dimaksudkan untuk meningkatkan kesehatan manusia dan masyarakat.
- Domestikasi:** Adaptasi tumbuhan atau hewan dari keadaan liar atau alami (seperti melalui pembiakan selektif) ke kehidupan yang dekat dengan manusia.
- Ekosistem:** Keanekaragaman suatu komunitas dan lingkungannya yang berfungsi sebagai suatu satuan ekologi dalam alam.
- Elektroforesis:** Migrasi molekul bermuatan listrik di bawah pengaruh medan listrik
- Embriodik:** Seperti atau berkaitan dengan embrio.
- Enzimatik:** Berkaitan dengan atau diproduksi oleh suatu enzim
- Famili:** Pengelompokan makhluk hidup yang mempunyai sifat atau ciri-ciri yang sama.

- Filogeni:** Studi tentang sejarah evolusi dan hubungan kekerabatan antara berbagai kelompok tanaman. Filogeni membantu dalam membangun pohon filogenetik yang menggambarkan hubungan evolusi antara spesies dan kelompok taksonomi lainnya.
- Fitogeografi:** Cabang biogeografi yang berkaitan dengan sebaran geografis spesies tumbuhan dan pengaruhnya terhadap permukaan bumi. Fitogeografi berkaitan dengan semua aspek distribusi tumbuhan, mulai dari pengendalian distribusi rentang spesies individu (baik dalam skala besar maupun kecil, lihat distribusi spesies) hingga faktor-faktor yang mengatur komposisi seluruh komunitas dan flora.
- Fitokimia:** Bahan kimia alami yang terdapat pada tumbuhan. Bahan kimia ini membantu melindungi tanaman dari kuman, jamur, serangga, dan ancaman lainnya.
- Fotosintesis:** Proses di mana tumbuhan menggunakan energi cahaya untuk mengubah air dan karbon dioksida menjadi glukosa dan

oksigen sehingga dapat menghasilkan energi. Konsep fotosintesis menjadi penting dalam memahami bagaimana tumbuhan memperoleh energi mereka dan menghasilkan oksigen yang penting bagi kehidupan di Bumi.

Genetik: Mempelajari gen, variasi genetik, dan hereditas khususnya pada tumbuhan. Hal ini umumnya dianggap sebagai bidang biologi dan botani, namun sering bersinggungan dengan banyak ilmu kehidupan lainnya dan sangat terkait dengan studi sistem informasi.

Hereditas: Keturunan menentukan ciri-ciri khusus tertentu pada tumbuhan dan hewan. Tumbuhan mewarisi sifat-sifat yang mempengaruhi proses fisik dan metabolismenya

Jaringan: Tumbuhan terdiri dari berbagai jenis jaringan, terdiri dari jaringan penyokong, jaringan pengangkut, jaringan epidermis, dan jaringan meristem. Konsep ini

melibatkan pemahaman tentang struktur dan fungsi setiap jenis jaringan.

Kotiledon: (Cotyledon = keping biji) daun pertama tumbuh pada tumbuhan

Lamina: Helaian daun

Metabolisme: Aspek fisiologis ini mencakup proses-proses kimia yang terjadi dalam tanaman, termasuk metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak, serta pembentukan zat-zat kimia penting lainnya yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Mikroskop: Alat mekanis yang memperbesar bayangan benda kecil.

Molekuler: Studi tentang dasar molekuler kehidupan tumbuhan. Hal ini khususnya berkaitan dengan proses dimana informasi yang dikodekan dalam genom diwujudkan sebagai struktur, proses dan perilaku.

Morfogenesis: Suatu proses biologis yang menyebabkan jaringan atau organ mengembangkan bentuknya dengan mengendalikan distribusi spasial sel selama perkembangan embrio.

Oksidan: Suatu zat yang bertindak atau digunakan sebagai zat pengoksidasi

Perkembangan: Serangkaian peristiwa yang dapat diidentifikasi yang mengakibatkan perubahan kualitatif (perkecambahan, pembungaan, dll.) atau kuantitatif (jumlah daun, jumlah bunga, dll.) pada struktur tanaman

Pertumbuhan: Peningkatan volume dan/atau massa tumbuhan dengan atau tanpa pembentukan struktur baru seperti organ, jaringan, sel atau organel sel. Pertumbuhan biasanya dikaitkan dengan perkembangan (spesialisasi sel dan jaringan) dan reproduksi (produksi individu baru).

Pigmen: Pewarna alami jaringan pada tumbuhan.

Fitokrom: Salah satu kelompok protein yang terikat pada pigmen penyerap cahaya di banyak tanaman yang berperan dalam memulai proses bunga dan perkembangan ketika diaktifkan oleh radiasi merah atau inframerah dekat.

- Respirasi:** Proses biokimia di mana tumbuhan mengubah glukosa menjadi energi yang dapat digunakan, dengan menggunakan oksigen dan menghasilkan karbon dioksida. Pemahaman tentang respirasi membantu menjelaskan bagaimana tumbuhan memperoleh energi yang mereka butuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan.
- Sel:** Semua organisme hidup memiliki sel sebagai komponen struktural dan fungsional utamanya, termasuk tumbuhan. Konsep sel memahami struktur sel, komponen sel, dan fungsi-fungsinya, seperti fotosintesis, respirasi, dan reproduksi.
- Senescence:** Proses penuaan pada tumbuhan
- Taksonomi:** Ilmu penamaan, deskripsi dan klasifikasi organisme dan mencakup semua tumbuhan, hewan dan mikroorganisme di dunia.
- Transpirasi:** Proses pergerakan air melalui tumbuhan dan penguapannya dari bagian udara, seperti daun, batang dan bunga.

Daftar Pustaka

- Bell, A.D. 1991. *Plant Form*. Oxford University Press. Oxford.
- Carlquist, S. and Schneider, E.L. Origins and nature of vessels in Monocotyledons. I. *Acorus*. *International Journal of Plant Sciences*. 1997: 158:52-56.
- Craig, Richard and Vassilyev, Andrey. "Plant Anatomy". McGraw-Hill. Archived from the original on 24 July 2010.
- Esau, K. 1965. *Plant Anatomy*. John Wiley & Sons Inc., New York.
- Esau, K. 1977. *Anatomy of Seed Plants*. John Wiley & Sons Inc., New York.
- Esau's *Plant Anatomy, Meristems, Cells, and Tissues of the Plant Body: their Structure, Function, and Development*. 3rd edn.". *Annals of Botany* 99 (4):785-786.
- Fahn, A. 1990. *Plant Anatomy*. Pergamon Press, Oxford.
- Hartman, H.T. and D.E. Kester. 1983. *Plant Propagation: Principle and Practices*. 4th edition. Prantice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Hidayat, E.B. 1994. *Morfologi Tumbuhan*. Institut Teknologi Bandung.
- Jones, S.B. and A.E. Luchsinger. *Plant Sistematics Second Edition*, McGraw-Hill Book Company, New York, St. Louis San Francisco. 512 hlm
- Pandey B.P. 2012. *Modern Practical Botan*. Vol II. S. Chand & Company Ltd., New Delhi.
- Pandey, B. P. 2001. *Plant Anatomy*. S. Chand & Company Ltd., New Delhi.
- Pandey, S.N. 1997. *Plant Anatomy and Embryology*. Vikas Publishing House Pvt Ltd, New Delhi.

- Sharma A.K. and Sharma R. 2010. Structure Development and Reproduction in Flowering Plants. Jagdamba Publishing Co., New Delhi.
- Singh, V. 2010. Plant Anatomy and Embryology of Angiosperms. Global Media Publications. Meerut.
- Tjitrosoepomo, G. 2010. Morfologi Tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Indeks

A

Akar, 7,11, 18, 29, 44, 45, 46,
51, 52, 53, 54, 55, 56, 57,
58, 59, 60, 61, 62, 63
Anatomi, 6, 11, 17, 25, 26, 36,
39, 41, 46, 47, 48, 56, 58, 64

B

Batang, 7, 11, 18, 28, 29, 31,
32, 34, 37, 43, 44, 45, 46,
47, 48, 49, 50, 51, 53, 56,
64, 65, 78
Biji, 9, 18, 19, 33, 53, 66, 67,
69, 73, 74, 76, 77, 78, 80
Buah 11, 18, 43, 45, 69, 73,74,
76,77,78,79,80,81,82,
Bunga, 8, 9, 10, 11, 18, 31, 33,
43, 45, 46, 64, 65, 66, 67,
68, 69, 70, 71, 72, 73, 74,
75, 76, 77, 78, 80, 81

D

Daun 7, 11, 18, 22, 28, 29, 30,
31, 32, 33, 34, 35, 36, 37,
38, 39, 40, 41, 42, 43, 45,
46, 48, 49, 50, 51, 52, 53,
56, 60, 62, 66, 71, 72, 74,
75, 77, 82

Dikotil, 30, 33, 39, 42, 45, 46,
47, 48, 53, 54, 55, 56, 79

E

Epidermis, 2, 28, 36, 37, 38,
39, 40, 41, 47, 54, 59, 60,
61, 72

F

Floem, 22, 38, 45, 48, 54, 55,
61
Fungsi, 2, 3, 9, 10, 18, 22, 28,
30, 31, 43, 44, 45, 46, 51,
52, 53, 57, 58, 63, 64, 70,
71, 73, 74, 81

J

Jaringan, 3, 6, 11, 13, 16, 17,
28, 30, 33, 35, 36, 37, 38,
39, 40, 41, 42, 43, 44, 45,
48, 51, 52, 53, 54, 58, 59,
60, 61, 63, 72, 79
Jenis, 2, 3, 5, 8, 9, 16, 18, 20,
21, 29, 30, 32, 36, 37, 43,
44, 46, 52, 53, 61, 64, 67,
68, 77, 80, 82

K

Klasifikasi, 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10,
14, 18, 25, 26, 27, 32, 79
Kotiledon, 33

M

Mekanisme, 3, 7, 9, 12, 14,
23, 24, 53
Mesofil, 28, 36, 37, 39, 40, 41
Modifikasi, 13, 28, 30, 31, 32,
45, 48, 56, 57, 64, 66, 76
Monokotil, 30, 31, 33, 39, 41,
42, 45, 47, 48, 53, 54, 55,
56, 79
Morfologi, 4, 7, 9, 11, 16, 17,
18, 19, 24, 25, 26, 29, 34,
58, 79

P

Palisade, 37, 38, 39, 40, 41

S

Struktur, 1, 2, 3, 4, 7, 9, 10,
11, 16, 17, 18, 19, 20, 28,
29, 32, 36, 37, 39, 41, 42,
43, 44, 45, 46, 48, 52, 64,
66, 68, 69, 72, 77, 79

X

Xilem, 22, 38, 45, 54, 55, 60,
61

Tentang Penulis



Assoc. Prof. Dr. Aisar Novita, S.P., M.P., lahir di Pangkalanberandan pada 3 Desember 1982. Menyelesaikan Pendidikan di SD DP YKPP Pangkalanberandan (1994); SMP DP YKPP Pangkalanberandan (1997); SMAN 1 Babalan Pangkalanberandan (2000); Sarjana Pertanian di Universitas Sumatera Utara (2014); Magister Pertanian di Universitas Sumatera Utara (2014); Doktor di Universitas Sumatera Utara (2024). Karirnya dimulai sebagai dosen di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan (2016 s.d. sekarang); dosen di Politeknik Pembangunan Pertanian (POLBANGTAN), Medan (2017 s.d. sekarang); Sekretaris Program Studi Agroteknologi di Fakultas Pertanian UMSU (2022 s.d. sekarang).



Arie Hapsani Hasan Basri, SP, MP., Lahir di Waingapu pada 13 Maret 1984. Menyelesaikan Pendidikan di SD YAKMAS Waingapu (1996); SMP Negeri 1 Waingapu (1999), SMU Negeri 1 Waingapu (2002), Sarjana Pertanian di Universitas Brawijaya, Malang (2007), Magister Pertanian di Universitas Brawijaya, Malang (2010). Karirnya dimulai sebagai dosen di Politeknik Pembangunan Pertanian (POLBANGTAN), Medan (2014 s.d. sekarang), sebagai Ketua Program Studi di Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan (2018 s.d. sekarang).



Tentang Editor



Bunga Raya Ketaren, S.P., M.Sc., Ph.D. lahir di Polamulo, Medan pada 19 Juli 1984. Menyelesaikan Pendidikan di SD Swasta Letjen Haryono Mt Medan (1995); SltP Swasta Methodist -8 Medan (1998); SMU Sultan Iskandar Muda Medan (2001); Sarjana Pertanian di Universitas Islam Sumatera Utara (2006); Magister of Science di University Putra Malaysia (2012). Doctor of Philosphy di University Putra Malaysia (2017). Karirnya dimulai sebagai dosen di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan (2020 s.d. sekarang); Sekretaris Program Studi Teknologi Hasil Pertanian di Fakultas Pertanian UMSU (2022 s.d sekarang).



BOTANI

Pengenalan Morfologi dan Anatomi Tumbuhan

Botani Pengantar Morfologi dan Anatomi Tumbuhan, memberikan gambaran menyeluruh terkini tentang dasar-dasar botani dalam kajian morfologi dan anatomi tumbuhan terkhusus tanaman kelapa sawit. Topik dan bab disusun dalam urutan yang mudah diikuti. Botani adalah studi ilmiah tentang tumbuhan, bagaimana tumbuhan berfungsi, seperti apa bentuknya, bagaimana keterkaitannya satu sama lain, di mana tumbuh, bagaimana manusia memanfaatkan tumbuhan, dan bagaimana tumbuhan berevolusi. Tumbuhan sangat penting bagi kehidupan manusia, menyediakan semua makanan, baik secara langsung maupun tidak langsung serta oksigen yang kita hirup. Selain itu, dunia tumbuhan adalah gudang pengobatan alam karena tanaman merupakan sumber dari banyak pengobatan paling penting yang digunakan saat ini. Beberapa tanaman menghasilkan bunga yang indah dan orang harus membayar ratusan dolar, tanaman dan bahan tanaman dipakai oleh manusia, dan beberapa tanaman menghasilkan racun yang membunuh hewan, termasuk manusia. Tumbuhan merupakan landasan bagi semua komunitas terestrial, dan tanaman sangat mempengaruhi iklim dunia, siklus global nutrisi dan air, serta kehidupan hewan setiap hari.



Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3
Medan, Sumatera Utara
Website: <http://umsupress.umsu.ac.id/>
Email: umsupress@umsu.ac.id

REFERENSI

ISBN 978-623-408-664-5



ISBN 978-623-408-659-1 (PDF)



Harga P. Jawa Rp. 68.000,00