

Selviana Anggraini, SP., MP
Sari Susanti, SP., MP
Meli Rosliati, SP., M.Si
Haryuni, SP., MP



Buku Ajar

BOTANI

UMUM

BUKU AJAR BOTANI UMUM

Penulis : Selviana Anggraini, SP., MP
Sari Susanti, SP., MP
Meli Rosliati, SP., M.Si
Haryuni, SP., MP

Editor : Amriana

Desain Cover : Muzammil Akbar

Ilustrasi : Hot Mods - GPT

Ukuran: 15.5 x 23 cm; Hal: xiv + 145 (158)

Cetakan I, Januari 2026

ISBN 978-634-7577-05-4



Penerbit
Insight Mediatama
Anggota IKAPI No. 338/JTI/2022
Watesnegoro No. 4 (61385) Mojokerto
Whatsapp 087762245559
www.insightmediatama.co.id

© All Rights Reserved Ketentuan Pidana Pasal 112-119 Undang-undang Nomor 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta. Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit dan penulis.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya buku ajar *Botani Umum* ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun sebagai salah satu upaya untuk mendukung proses pembelajaran di perguruan tinggi, khususnya pada Program Studi Agroteknologi dan bidang ilmu pertanian yang relevan, agar mahasiswa memiliki pemahaman konseptual yang kuat mengenai tumbuhan sebagai komponen utama sistem pertanian.

Botani merupakan ilmu dasar yang memiliki peran sangat strategis dalam pengembangan ilmu pertanian. Pemahaman yang baik mengenai struktur, fungsi, pertumbuhan, perkembangan, serta interaksi tumbuhan dengan lingkungan menjadi landasan penting dalam merancang dan menerapkan teknologi budidaya yang efektif, adaptif, dan berkelanjutan. Oleh karena itu, buku ajar *Botani Umum* ini dirancang untuk memberikan pemahaman yang komprehensif dan terintegrasi, mulai dari konsep dasar botani hingga relevansinya dalam sistem pertanian modern dan berkelanjutan.

Penyusunan buku ajar ini mengacu pada pendekatan *Outcome-Based Education* (OBE), sehingga materi yang disajikan tidak hanya berorientasi pada penguasaan pengetahuan, tetapi juga pada pencapaian kompetensi mahasiswa. Setiap pembahasan diharapkan mampu mendorong mahasiswa untuk berpikir kritis, analitis, dan aplikatif dalam mengaitkan konsep-konsep botani dengan permasalahan nyata di bidang pertanian. Dengan pendekatan ini, buku ajar diharapkan dapat menjadi sumber belajar yang efektif, baik dalam kegiatan perkuliahan maupun pembelajaran mandiri.

Buku ini disusun secara sistematis dan bertahap, mencakup pengantar botani, struktur dan organisasi sel, jaringan dan organ tumbuhan, fisiologi, taksonomi, ekologi tumbuhan, hingga

perkembangan biologi molekuler dan bioteknologi tumbuhan. Penyajian materi dilengkapi dengan ilustrasi, contoh kontekstual, serta penekanan pada keterkaitan antara teori botani dan aplikasinya dalam agroteknologi. Dengan demikian, buku ini diharapkan dapat membantu mahasiswa membangun landasan ilmiah yang kuat sebagai bekal untuk menempuh mata kuliah lanjutan maupun kegiatan penelitian.

Penulis menyadari bahwa buku ajar ini disusun melalui kerja kolaboratif. Oleh karena itu, penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada seluruh tim penulis yang telah berkontribusi dalam penyusunan materi, diskusi akademik, serta penyempurnaan naskah. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada rekan sejawat dan pihak-pihak yang telah memberikan masukan dan dukungan selama proses penyusunan buku ini.

Penulis menyadari bahwa buku ajar ini masih memiliki keterbatasan dan memerlukan penyempurnaan lebih lanjut. Oleh karena itu, saran dan kritik yang konstruktif dari pembaca sangat diharapkan sebagai bahan perbaikan di masa mendatang. Semoga buku ajar *Botani Umum* ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa, dosen, dan seluruh pembaca, serta berkontribusi dalam peningkatan kualitas pembelajaran dan pengembangan ilmu pertanian yang berkelanjutan.

Akhir kata, penulis berharap buku ini dapat digunakan secara optimal sebagai sumber pembelajaran dan referensi akademik, serta menjadi bagian dari upaya mencetak sumber daya manusia pertanian yang berilmu, kompeten, dan berdaya saing.

Penulis

PRAKATA

Buku ajar *Botani Umum* ini disusun sebagai bagian dari upaya penguatan mutu pembelajaran di perguruan tinggi, khususnya dalam mendukung capaian pembelajaran mata kuliah dasar pada Program Studi Agroteknologi dan bidang ilmu pertanian yang relevan. Sebagai ilmu dasar, botani memiliki peran penting dalam membangun pemahaman konseptual mahasiswa mengenai tumbuhan sebagai organisme hidup yang kompleks serta sebagai komponen utama dalam sistem pertanian.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pertanian menuntut adanya sumber belajar yang tidak hanya menyajikan konsep-konsep dasar, tetapi juga mampu mengaitkannya dengan tantangan dan kebutuhan pertanian modern. Buku ajar ini dirancang untuk menjawab kebutuhan tersebut dengan menyajikan materi botani secara sistematis, komprehensif, dan kontekstual, mulai dari struktur dan organisasi sel tumbuhan, jaringan dan organ tumbuhan, fisiologi, taksonomi, ekologi, hingga pengantar biologi molekuler dan bioteknologi tumbuhan.

Penyusunan buku ajar ini mengacu pada prinsip *Outcome-Based Education* (OBE), sehingga isi dan struktur materi diarahkan untuk mendukung pencapaian kompetensi mahasiswa secara terukur. Pendekatan ini diharapkan dapat membantu mahasiswa tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu menganalisis dan menerapkan pengetahuan botani dalam konteks agroteknologi dan pertanian berkelanjutan. Dengan demikian, buku ajar ini diharapkan dapat menjadi referensi utama yang relevan dengan kurikulum perguruan tinggi serta mendukung proses pembelajaran yang efektif dan berorientasi pada hasil belajar.

Secara akademik, buku ajar ini juga diharapkan dapat berfungsi sebagai penghubung antara ilmu dasar botani dan penerapannya dalam bidang pertanian. Integrasi antara aspek

morfologi, anatomi, fisiologi, ekologi, dan molekuler tumbuhan diharapkan mampu memberikan gambaran utuh mengenai peran botani dalam mendukung inovasi dan pengembangan teknologi pertanian. Hal ini menjadi penting dalam menyiapkan lulusan yang memiliki landasan ilmiah yang kuat, kemampuan berpikir kritis, serta kepekaan terhadap isu-isu pertanian dan lingkungan.

Prakata ini dimaksudkan sebagai pengantar akademik bagi pembaca untuk memahami posisi dan tujuan penyusunan buku ajar ini. Diharapkan buku ajar *Botani Umum* dapat dimanfaatkan secara optimal oleh mahasiswa dan dosen sebagai sumber pembelajaran, serta berkontribusi dalam peningkatan kualitas pendidikan tinggi di bidang pertanian.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
PETA KOMPETENSI	xi
PENDAHULUAN.....	1
BAB I	
PENGANTAR BOTANI DAN RUANG LINGKUP.....	6
1.1 Definisi Botani Modern	6
1.2 Cabang-cabang Botani.....	7
1.3 Botani dalam Pertanian Berkelanjutan	35
1.4 Relevansi Botani bagi Agroteknologi.....	36
BAB II	
STRUKTUR DAN ORGANISASI SEL TUMBUHAN ..	38
2.1 Teori Sel dan Konsep Sel Tumbuhan	38
2.2 Struktur Sel Tumbuhan.....	39
2.3 Fungsi Organel Sel Tumbuhan	41
2.4 Perbedaan Sel Tumbuhan dan Sel Hewan	43
2.5 Implikasi Seluler dalam Produktivitas Tanaman.....	44
BAB III	
JARINGAN TUMBUHAN.....	46
3.1 Pendahuluan.....	46
3.2 Jaringan Meristem	50
3.3 Lokasi Sklerenkim	67
3.4 Fungsi Jaringan dalam Pertumbuhan Tanaman.....	70

3.5 Jaringan dan Ketahanan Tanaman terhadap Lingkungan.....	74
3.6 Kesimpulan.....	75

BAB IV

MORFOLOGI AKAR DAN BATANG	76
--	-----------

BAB V

MORFOLOGI DAN ANATOMI DAUN	90
5.1 Struktur Morfologi Daun	90
5.2 Tipe Daun dan Pertulangan Daun (Venasi).....	91
5.3 Anatomi Daun.....	93
5.4 Daun dan Efisiensi Fotosintesis.....	94

BAB VI

BUNGA, BUAH, DAN BIJI	96
6.1 Pendahuluan.....	96
6.2 Struktur Bunga.....	97
6.3 Proses Reproduksi	98
6.4 Morfologi Buah dan Biji.....	99
6.5 Implikasi terhadap Hasil Panen	100

BAB VII

PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN

TUMBUHAN	102
7.1 Pendahuluan.....	102
7.2 Pertumbuhan Primer dan Sekunder	103
7.3 Faktor Internal dan Eksternal yang Mempengaruhi Pertumbuhan	104
7.4 Regulasi Hormon dalam Pertumbuhan dan Perkembangan.....	106
7.5 Implikasi Agronomis	108
7.6 Penutup	109

BAB VIII

KLASIFIKASI DAN KEANEKARAGAMAN

TUMBUHAN	111
8.1 Pendahuluan.....	111
8.2 Prinsip Taksonomi Tumbuhan.....	111
8.3 Tumbuhan Tingkat Rendah dan Tinggi.....	113
8.4 Keanekaragaman Hayati Pertanian.....	114
8.5 Implikasi Klasifikasi dan Keanekaragaman bagi Pertanian	115

BAB IX

PERAN BOTANI DALAM PERTANIAN

BERKELANJUTAN	117
9.1 Pendahuluan.....	117
9.2 Agroekologi dan Peran Botani.....	117
9.3 Botani dan Adaptasi terhadap Perubahan Iklim	118
9.4 Konservasi Biodiversitas Tumbuhan.....	119
9.5 Sistem Pertanian Terpadu dalam Perspektif Botani ...	120
9.6 Implikasi Botani bagi Pertanian Berkelanjutan	121

DAFTAR PUSTKA	122
----------------------------	------------

GLOSARIUM.....	134
-----------------------	------------

INDEKS	138
---------------------	------------

PROFIL PENULIS	141
-----------------------------	------------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur dinding sel tumbuhan dan komponen penyusunnya	40
Gambar 2.2	Struktur kloroplas dan lokasi reaksi fotosintesis	42
Gambar 2.3	Perbandingan struktur sel tumbuhan dan sel hewan	44

PETA KOMPETENSI

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) – Subbab

CPMK 1

|

| — **Menjelaskan struktur, fungsi, dan klasifikasi utama dalam dunia tumbuhan (C1–C2)**

| | — **Bab I: Pengantar Botani**

| | | — Pengertian dan ruang lingkup botani

| | | — Posisi botani dalam ilmu pertanian

| | | — Manfaat Botani Umum bagi Agroteknologi

| | | — Kontrak kuliah dan etika akademik

| | — **Bab II: Struktur Sel Tumbuhan**

| | | — Teori sel dan konsep sel tumbuhan

| | | — Struktur dan fungsi organel sel

| | | — Perbedaan sel tumbuhan dan sel hewan

| | — **Bab X: Klasifikasi Tumbuhan**

| | | — Prinsip dasar klasifikasi tumbuhan

| | | — Tingkatan taksonomi

| | | — Pengantar sistem klasifikasi tumbuhan

CPMK 2

|

| — **Mengidentifikasi morfologi dan anatomi organ tanaman serta fungsinya dalam proses fisiologis (C3)**

| | — **Bab III: Jaringan Tumbuhan**

| | | — Jaringan meristem dan jaringan dewasa

| | | — Jaringan pelindung dan penyokong

| | | — Jaringan pengangkut (xilem dan floem)

| | — **Bab IV: Morfologi Akar dan Batang**

| | | — Morfologi dan tipe akar

| | | — Morfologi dan tipe batang

| | | — Fungsi akar dan batang dalam fisiologi tumbuhan

| | — **Bab V: Morfologi Daun**

| | | — Bentuk dan susunan daun

| | | — Anatomi daun

| | | — Peran daun dalam fotosintesis

| | — **Bab VI: Morfologi Bunga, Buah, dan Biji**

| | | — Struktur bunga

| | | — Jenis buah dan biji

| | | — Fungsi organ generatif tumbuhan

CPMK 3

|

| — **Menganalisis hubungan antara struktur tumbuhan, lingkungan, dan pertumbuhan tanaman (C4)**

| | — **Bab VII: Fotosintesis dan Respirasi**

| | | — Mekanisme fotosintesis

| | | — Respirasi aerob dan anaerob

| | | — Peran fotosintesis dan respirasi bagi pertumbuhan

| | — **Bab VIII: Pertumbuhan dan Perkembangan**

Tumbuhan

| | | — Konsep pertumbuhan dan perkembangan

| | | — Faktor internal dan eksternal

| | | — Peran hormon tumbuhan

| | — **Bab IX: Adaptasi Tumbuhan terhadap Lingkungan**

| | — Adaptasi morfologi dan fisiologi

| | — Pengaruh cahaya, air, dan suhu

| | — Respon tumbuhan terhadap cekaman lingkungan

CPMK 4

|

| — **Mengevaluasi peran tumbuhan dalam sistem ekosistem pertanian berkelanjutan (C5)**

| — **Bab XI–Bab Penutup: Botani dan Pertanian**

Berkelanjutan

- |— Peranan tumbuhan dalam ekosistem pertanian
- |— Keanekaragaman tumbuhan dan ketahanan pangan
- |— Botani dalam Good Agricultural Practices (GAP)
- |— Sintesis dan refleksi kompetensi akhir Botani Umum

PENDAHULUAN

Posisi Botani dalam Ilmu Pertanian

Botani merupakan cabang ilmu biologi yang mempelajari tumbuhan secara menyeluruh, mencakup struktur, fungsi, pertumbuhan, perkembangan, reproduksi, serta interaksinya dengan lingkungan. Dalam konteks ilmu pertanian, botani memiliki posisi yang sangat fundamental karena tanaman merupakan komponen utama dalam sistem produksi pertanian. Seluruh kegiatan pertanian, mulai dari perencanaan budidaya, pengelolaan tanaman, hingga peningkatan hasil dan mutu produksi, pada dasarnya bertumpu pada pemahaman ilmiah mengenai tumbuhan.

Sebagai ilmu dasar, botani berperan penting dalam membangun kerangka berpikir ilmiah mahasiswa ilmu pertanian. Pemahaman terhadap konsep-konsep botani memungkinkan mahasiswa mengenali tanaman tidak hanya sebagai objek produksi, tetapi sebagai organisme hidup yang memiliki sistem biologis kompleks dan dinamis. Struktur sel, jaringan, dan organ tumbuhan, serta proses fisiologis yang berlangsung di dalamnya, menjadi dasar dalam menjelaskan bagaimana tanaman tumbuh, berkembang, dan beradaptasi terhadap lingkungan.

Dalam disiplin ilmu pertanian, botani menjadi fondasi bagi berbagai bidang kajian lanjutan. Ilmu fisiologi tanaman, misalnya, sangat bergantung pada pemahaman struktur dan fungsi jaringan tumbuhan. Agronomi memanfaatkan konsep botani dalam pengelolaan pertumbuhan dan hasil tanaman. Pemuliaan tanaman membutuhkan pemahaman botani reproduksi dan genetika tumbuhan. Perlindungan tanaman memerlukan pengetahuan mendalam tentang struktur jaringan dan mekanisme pertahanan tanaman terhadap organisme pengganggu. Dengan demikian, botani tidak berdiri sendiri, melainkan terintegrasi erat dengan berbagai cabang ilmu pertanian lainnya.

BAB I

PENGANTAR BOTANI DAN RUANG LINGKUP

1.1 Definisi Botani Modern

Botani merupakan cabang ilmu biologi yang secara khusus mempelajari tumbuhan sebagai organisme hidup, mencakup struktur, fungsi, pertumbuhan, perkembangan, reproduksi, serta interaksinya dengan lingkungan. Dalam perkembangannya, botani tidak lagi dipahami sebagai ilmu yang hanya bersifat deskriptif atau klasifikatif, tetapi telah berkembang menjadi disiplin ilmu yang bersifat integratif dan aplikatif. Botani modern menggabungkan berbagai pendekatan keilmuan seperti morfologi, anatomi, fisiologi, genetika, ekologi, dan biologi molekuler untuk menjelaskan fenomena kehidupan tumbuhan secara komprehensif dan berbasis bukti ilmiah (Taiz et al., 2022). Perkembangan botani modern tidak dapat dilepaskan dari kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Pemanfaatan teknologi mikroskopi, analisis molekuler, bioinformatika, serta teknik pencitraan digital telah memungkinkan para ilmuwan memahami struktur dan fungsi tumbuhan hingga tingkat sel dan molekul. Pendekatan ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai mekanisme fisiologis tumbuhan, termasuk regulasi ekspresi gen, metabolisme primer dan sekunder, serta respons tumbuhan terhadap berbagai faktor lingkungan (Evert & Eichhorn, 2023).

Dalam konteks pertanian, botani modern memiliki posisi yang sangat strategis karena tanaman merupakan komponen utama dalam sistem produksi pertanian. Pemahaman yang baik tentang struktur dan fungsi tumbuhan menjadi dasar dalam pengembangan teknologi budidaya, pemuliaan tanaman, dan pengelolaan agroekosistem. Tanpa pemahaman botani yang

BAB II

STRUKTUR DAN ORGANISASI SEL TUMBUHAN

2.1 Teori Sel dan Konsep Sel Tumbuhan

Sel merupakan unit terkecil penyusun makhluk hidup yang mampu menjalankan seluruh fungsi kehidupan. Konsep ini menjadi dasar dalam memahami struktur dan fungsi organisme, termasuk tumbuhan sebagai komponen utama sistem pertanian. Seluruh proses biologis pada tanaman—mulai dari pertumbuhan, perkembangan, hingga produksi biomassa—berlangsung pada tingkat seluler. Oleh karena itu, pemahaman tentang sel tumbuhan menjadi fondasi utama dalam ilmu botani dan agroteknologi.

Teori sel berkembang sebagai hasil dari pengamatan ilmiah yang semakin maju terhadap struktur makhluk hidup. Teori ini menyatakan bahwa semua organisme hidup tersusun atas sel, sel merupakan unit struktural dan fungsional kehidupan, serta sel berasal dari sel yang telah ada sebelumnya. Dalam perkembangannya, teori sel modern menegaskan bahwa aliran energi, informasi genetik, dan reaksi metabolik terjadi di dalam sel dan dikendalikan oleh sistem seluler yang terorganisasi (Sadava et al., 2023).

Sel tumbuhan tergolong sel eukariotik, yaitu sel yang memiliki inti sejati dan organel bermembran. Keberadaan organel-organel ini memungkinkan terjadinya pembagian kerja secara efisien di dalam sel. Berbeda dengan sel prokariotik, sel tumbuhan memiliki tingkat kompleksitas yang lebih tinggi, sehingga mampu menjalankan proses metabolisme yang mendukung kehidupan autotrof, terutama fotosintesis (Urry et al., 2021).

BAB III

JARINGAN TUMBUHAN

3.1 Pendahuluan

Jaringan tumbuhan merupakan kumpulan sel yang memiliki struktur, organisasi, dan fungsi tertentu yang saling terkoordinasi untuk mendukung kehidupan, pertumbuhan, dan adaptasi tanaman terhadap lingkungan. Tumbuhan, seperti organisme multiseluler lainnya, tidak dapat hidup tanpa integrasi fungsi berbagai jaringan dalam tubuhnya. Jaringan-jaringan ini terbentuk melalui proses diferensiasi sel dari jaringan meristem, yang kemudian menghasilkan jaringan dewasa yang memiliki fungsi spesifik di seluruh organ tanaman, seperti akar, batang, daun, bunga, dan buah (Journal of Advanced Research in Botany; Agarwal, 2024).

Secara umum, jaringan tumbuhan dibagi menjadi dua kategori besar: jaringan meristematik (meristem) dan jaringan permanen (dewasa). Jaringan meristem merupakan jaringan muda yang sel-selnya mampu membelah secara aktif, sehingga menjadi sumber sel baru bagi seluruh jaringan lain dalam perkembangan tanaman. Dengan demikian, meristem menjadi “zona pertumbuhan” utama yang mengatur proses morfogenesis—pembentukan bentuk organ dan struktur tanaman—sejak fase embrionik hingga fase dewasa (Journal of Plant Cell Development; Agarwal, 2024).

Jaringan permanen, di sisi lain, terdiri dari sel-sel yang telah mengalami diferensiasi dan tidak lagi aktif membelah tetapi berperan dalam fungsi-fungsi khusus yang diperlukan untuk kelangsungan hidup tanaman. Jaringan-jaringan ini termasuk jaringan dermal (seperti epidermis yang melindungi tanaman), jaringan dasar (seperti parenkim yang berperan dalam fotosintesis dan penyimpanan), serta jaringan kompleks seperti

BAB IV

MORFOLOGI AKAR DAN BATANG

Pengantar singkat: mengapa akar–batang dibahas satu paket

Dalam tubuh tumbuhan, akar dan batang adalah “dua ujung” dari satu sistem transport dan regulasi. Akar terutama berfungsi menyerap air–hara, menambatkan tanaman, serta berinteraksi dengan tanah (fisik, kimia, dan biologi). Batang berfungsi menopang tajuk, mengatur posisi daun–bunga–buah, menjadi “jalur tol” angkut air (xilem) dan hasil fotosintesis (floem), serta menyimpan cadangan pada banyak spesies. Keduanya tidak bekerja sendiri: perubahan lingkungan yang pertama kali “dirasakan” di rizosfer akan memicu sinyal jarak jauh menuju pucuk (root-to-shoot signaling), lalu pucuk merespons dengan menata ulang pertumbuhan, bukaan stomata, hingga pembentukan organ baru. Pada kondisi salinitas, misalnya, akar menjadi organ pertama yang mendeteksi garam dan menghasilkan beragam sinyal (hidrolik, listrik, ROS/Ca²⁺ wave, hormon, metabolit, hingga molekul kecil) untuk mengoordinasikan respons tingkat whole-plant (Gul, 2025).

Di sisi lain, anatomi dan morfologi batang menentukan stabilitas mekanik, kemampuan bertahan dari rebah (lodging), efisiensi pengangkutan, serta potensi pembentukan cabang/tunas yang sangat menentukan produktivitas (misalnya pada serealia bertunas anakan). Karena itu, memahami morfologi akar–batang bukan sekadar “hafalan bentuk”, melainkan dasar pengambilan keputusan budidaya: pengolahan tanah, pemupukan, irigasi, jarak tanam, pembumbunan, pemangkasan akar, perbanyakan vegetatif, hingga strategi adaptasi cekaman.

BAB V

MORFOLOGI DAN ANATOMI DAUN

5.1 Struktur Morfologi Daun

Daun merupakan organ lateral tumbuhan yang berkembang dari meristem apikal batang dan berfungsi sebagai pusat utama fotosintesis, pertukaran gas, serta regulasi transpirasi. Secara evolusioner, daun berevolusi sebagai struktur pipih dan melebar untuk memaksimalkan penangkapan energi cahaya dan memfasilitasi difusi gas antara jaringan internal tumbuhan dan atmosfer. Bentuk pipih daun memungkinkan rasio luas permukaan terhadap volume yang tinggi, yang sangat menguntungkan bagi efisiensi fotosintesis dan metabolisme tanaman (Tsukaya, 2021).

Struktur morfologi daun secara umum terdiri atas tiga komponen utama, yaitu lembaran daun (lamina), tangkai daun (petiole), dan pelepah daun pada kelompok tumbuhan tertentu, khususnya monokotil. Lamina merupakan bagian daun yang paling luas dan tipis, berfungsi sebagai area utama penyerapan cahaya dan tempat berlangsungnya fotosintesis. Karakteristik morfologi lamina, seperti bentuk, ukuran, ketebalan, dan orientasi, sangat bervariasi antar spesies dan mencerminkan adaptasi ekologis terhadap kondisi lingkungan tempat tumbuh tanaman (Nicotra et al., 2022).

Bentuk lamina daun dapat berupa sederhana atau majemuk, dengan variasi tepi daun yang rata, bergerigi, berlekuk, atau berlobus. Variasi ini tidak bersifat acak, melainkan merupakan hasil seleksi alam yang berkaitan dengan efisiensi penangkapan cahaya, pengendalian suhu daun, serta pengurangan kehilangan air. Studi morfologi komparatif menunjukkan bahwa daun berukuran besar dan lebar umumnya dijumpai pada tanaman

BAB VI

BUNGA, BUAH, DAN BIJI

6.1 Pendahuluan

Bunga, buah, dan biji merupakan organ generatif tumbuhan yang menentukan keberhasilan reproduksi serta secara langsung berpengaruh terhadap kuantitas dan kualitas hasil panen. Pada tanaman budidaya, keberhasilan pembentukan bunga yang normal, berlangsungnya proses penyerbukan dan pembuahan secara efektif, serta perkembangan buah dan biji yang optimal merupakan rangkaian proses yang saling terkait dan sangat sensitif terhadap faktor lingkungan dan pengelolaan agronomis. Gangguan pada salah satu tahap, seperti cekaman suhu, kekurangan hara, defisit air, atau kurangnya polinator, dapat menyebabkan kegagalan pembentukan buah, biji hampa, atau penurunan mutu hasil (Taiz et al., 2022).

Dalam perspektif fisiologi dan biologi molekuler modern, pembentukan dan perkembangan organ generatif dikendalikan oleh interaksi kompleks antara regulasi genetik, sinyal hormonal, serta faktor lingkungan. Perkembangan bunga, misalnya, dikontrol oleh jaringan gen homeotik, terutama keluarga gen MADS-box, yang menentukan identitas organ bunga dan transisi dari fase vegetatif ke generatif (Wu et al., 2025; Zhou et al., 2025). Setelah pembuahan, keseimbangan hormon seperti auksin, giberelin, sitokinin, dan etilen berperan penting dalam inisiasi buah, pembesaran, pemasakan, hingga absisi buah (Zhang et al., 2025; Feng et al., 2025).

BAB VII

PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TUMBUHAN

7.1 Pendahuluan

Pertumbuhan dan perkembangan adalah dua konsep yang selalu berjalan beriringan dalam kehidupan tumbuhan. Pertumbuhan merujuk pada penambahan ukuran/biomassa yang bersifat irreversibel (tidak dapat kembali ke kondisi semula), sedangkan perkembangan mencakup perubahan kualitatif—misalnya diferensiasi jaringan, pembentukan organ, peralihan fase vegetatif ke generatif, sampai penuaan. Pada level sel, pertumbuhan terjadi melalui pembelahan sel (mitosis), pembesaran sel (*cell expansion*), dan diferensiasi, yang dikendalikan oleh sistem meristem serta jaringan regulasi gen dan hormon (Taiz et al., 2022).

Dalam kajian modern, pusat pengendali pertumbuhan primer terletak pada meristem apikal pucuk (*shoot apical meristem/SAM*) dan meristem apikal akar (*root apical meristem/RAM*). SAM mempertahankan populasi sel punca (*stem cells*) sekaligus menghasilkan primordia organ baru (daun, cabang, bunga), sedangkan RAM mempertahankan pertumbuhan akar yang indeterminat dan membangun jaringan akar secara kontinu (Uzair et al., 2024; De Nittis et al., 2025).

Di sisi lain, pertumbuhan sekunder—yang menghasilkan penebalan batang/akar—dikendalikan oleh meristem lateral, terutama kambium vaskular, yang menghasilkan xilem dan floem sekunder. Aktivitas kambium ini merespons sinyal perkembangan (hormon, status karbon) sekaligus sinyal lingkungan (musim, air, suhu), sehingga menjadi kunci

BAB VIII

KLASIFIKASI DAN KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN

8.1 Pendahuluan

Klasifikasi dan keanekaragaman tumbuhan merupakan fondasi penting dalam ilmu botani dan pertanian. Melalui klasifikasi, tumbuhan dikelompokkan secara sistematis berdasarkan kesamaan dan perbedaan karakter, sehingga memudahkan identifikasi, komunikasi ilmiah, serta pemanfaatan sumber daya hayati secara berkelanjutan. Keanekaragaman tumbuhan—mulai dari tingkat genetik, spesies, hingga ekosistem—menjadi penopang utama ketahanan sistem pertanian, stabilitas ekosistem, dan adaptasi terhadap perubahan lingkungan (Taiz et al., 2022).

Dalam konteks pertanian modern, pemahaman klasifikasi tidak hanya bersifat teoritis, tetapi memiliki implikasi langsung pada pemuliaan tanaman, pengendalian hama–penyakit, konservasi plasma nutfah, dan pengembangan sistem pertanian berkelanjutan. Literatur terkini menekankan bahwa hilangnya keanekaragaman hayati pertanian (agrobiodiversity) meningkatkan kerentanan sistem pangan terhadap cekaman biotik dan abiotik, termasuk perubahan iklim (FAO, 2019; IPBES, 2019).

8.2 Prinsip Taksonomi Tumbuhan

8.2.1 Pengertian dan tujuan taksonomi

Taksonomi tumbuhan adalah cabang ilmu biologi yang mempelajari identifikasi, penamaan (nomenklatur), dan pengelompokan (klasifikasi) tumbuhan. Tujuan utama taksonomi adalah menyediakan sistem yang stabil dan universal untuk

BAB IX

PERAN BOTANI DALAM PERTANIAN BERKELANJUTAN

9.1 Pendahuluan

Pertanian berkelanjutan menuntut pendekatan ilmiah yang mampu mengintegrasikan aspek biologi, ekologi, dan sosial-ekonomi secara simultan. Dalam konteks ini, botani memegang peran strategis karena tanaman merupakan komponen utama yang menghubungkan proses ekologi alami dengan produksi pangan. Pemahaman tentang struktur, fungsi, pertumbuhan, adaptasi, dan interaksi tumbuhan dengan lingkungannya menjadi dasar dalam merancang sistem pertanian yang produktif sekaligus ramah lingkungan (Lambers & Oliveira, 2019).

Sejumlah kajian mutakhir menegaskan bahwa degradasi lahan, penurunan kesuburan tanah, dan kerentanan sistem pangan terhadap perubahan iklim sebagian besar disebabkan oleh pendekatan budidaya yang mengabaikan prinsip-prinsip ekologi tumbuhan. Oleh karena itu, integrasi ilmu botani ke dalam praktik pertanian berkelanjutan dipandang sebagai langkah kunci untuk meningkatkan efisiensi sumber daya dan ketahanan agroekosistem (Pretty et al., 2018).

9.2 Agroekologi dan Peran Botani

9.2.1 Agroekologi sebagai pendekatan ilmiah

Agroekologi merupakan pendekatan yang menerapkan konsep dan prinsip ekologi pada sistem produksi pertanian dengan tujuan meningkatkan keberlanjutan, stabilitas, dan resiliensi agroekosistem. Dalam agroekologi, tanaman tidak dipandang sebagai entitas tunggal, melainkan sebagai bagian dari

DAFTAR PUSTKA

- Angiosperm Phylogeny Group IV. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1), 1–20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Barrett, S. C. H. (2021). Evolution of floral diversity and specialization. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 52, 391–414. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102320-095017>
- Bashir, K., Ishimaru, Y., Nishizawa, N. K., & Takahashi, R. (2022). Nutrient transporters in plants. *Journal of Experimental Botany*, 73(9), 2644–2659. <https://doi.org/10.1093/jxb/erac070>
- Beck, C. B. (2021). *An introduction to plant structure and development* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Blonder, B., Enquist, B. J., Graae, B. J., Kattge, J., Maitner, B., Morueta-Holme, N., ... Violle, C. (2020). Leaf venation networks and the origin of the leaf economics spectrum. *Ecology Letters*, 23(3), 540–551. <https://doi.org/10.1111/ele.13445>
- Brodribb, T. J., Powers, J., Cochard, H., & Choat, B. (2020). Hanging by a thread? Forests and drought. *Science*, 368(6488), 261–266. <https://doi.org/10.1126/science.aat7631>
- Brummitt, N. A., et al. (2023). Plant diversity and conservation priorities. *Trends in Plant Science*, 28(4), 356–368. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2022.11.004>
- Buchanan, B. B., Gruissem, W., & Jones, R. L. (2022). *Biochemistry and molecular biology of plants* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

- Buckley, T. N. (2022). How do stomata respond to water status? *New Phytologist*, 235(3), 821–835. <https://doi.org/10.1111/nph.18254>
- Buschhaus, C., & Jetter, R. (2021). Composition and physiological function of the plant cuticle. *Annual Review of Plant Biology*, 72, 551–578. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-081720-013217>
- Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., et al. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486(7401), 59–67. <https://doi.org/10.1038/nature11148>
- Chapin, F. S., Matson, P. A., & Vitousek, P. M. (2019). *Principles of terrestrial ecosystem ecology* (3rd ed.). Springer.
- Chase, M. W., Christenhusz, M. J. M., Fay, M. F., Byng, J. W., Judd, W. S., Soltis, D. E., ... Stevens, P. F. (2023). Updating the Angiosperm Phylogeny Group classification: Progress and perspectives. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 201(3), 401–420. <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boad012>
- Chen, D., Li, X., Xu, Y., & Zhang, J. (2023). Morphological traits and their genetic basis in crop improvement under climate change. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1189456. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1189456>
- Chen, K., & Zhu, J.-K. (2022). Engineering crops for future agriculture. *Nature Reviews Genetics*, 23(3), 162–180. <https://doi.org/10.1038/s41576-021-00419-7>
- Cosgrove, D. J. (2022). Building an extensible cell wall. *Plant Physiology*, 189(3), 1246–1257. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiac177>
- Datta, S., Kim, C. M., Pernas, M., & Root Hair Consortium. (2021). Root hairs: Development, growth and function. *Journal of Experimental Botany*, 72(2), 379–393. <https://doi.org/10.1093/jxb/eraa487>

- De Micco, V., Balzano, A., Wheeler, E. A., & Baas, P. (2021). Tyloses and gums: A review of structure, function and occurrence in xylem. *Annals of Botany*, 128(1), 1–15. <https://doi.org/10.1093/aob/mcab024>
- De Nittis, M., Sabatini, S., & Dello Ioio, R. (2025). Hormonal regulation of primary root development. *Current Biology*, 35(3), R132–R144. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2024.11.018>
- Dias, M. A. N., Silva, L. J., & Santos, R. F. (2020). Seed morphology and its relationship with germination and seedling vigor in agricultural crops. *Journal of Seed Science*, 42, e202042012. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v42224519>
- Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2023). *Raven biology of plants* (9th ed.). W. H. Freeman.
- Feng, T., Zhang, Y., & Li, J. (2025). Gibberellins and their interplay with other hormones in the regulation of fruit ripening and quality. *Plant Physiology and Biochemistry*, 207, 108–120.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *The state of the world's biodiversity for food and agriculture*. FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *The state of food and agriculture 2021: Making agrifood systems more resilient to shocks and stresses*. FAO. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb4476en>
- Gaillochet, C., & Lohmann, J. U. (2021). The never-ending story: From pluripotency to plant developmental plasticity. *Development*, 148(4), dev193524. <https://doi.org/10.1242/dev.193524>
- George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G. J. (2020). *Plant propagation by tissue culture* (3rd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-49029-5>

- Glas, J. J., Schimmel, B. C. J., Alba, J. M., Escobar-Bravo, R., Schuurink, R. C., & Kant, M. R. (2020). Plant glandular trichomes as targets for breeding or engineering of resistance to herbivores. *Trends in Plant Science*, 25(9), 873–886. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2020.04.005>
- Hacke, U. G., Lachenbruch, B., & Pittermann, J. (2023). Xylem structure and plant drought resistance. *Plant Physiology*, 191(2), 789–803. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiad067>
- Heckwolf, M., Slane, D., Hartmann, A., Jiang, Z., & Sack, L. (2021). Leaf venation and drought tolerance in plants. *New Phytologist*, 229(1), 94–106. <https://doi.org/10.1111/nph.16802>
- Hetherington, A. M., & Woodward, F. I. (2022). The role of stomata in sensing and driving environmental change. *Nature*, 606(7914), 47–55. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04704-6>
- Hirano, H. Y., Tanaka, W., Toriba, T., & Grass Development Consortium. (2023). Intercalary meristems and grass architecture. *Current Opinion in Plant Biology*, 74, 102381. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2023.102381>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. IPBES.
- Isbell, F., Craven, D., Connolly, J., et al. (2017). Biodiversity increases the resistance of ecosystem productivity to climate extremes. *Nature*, 526(7574), 574–577. <https://doi.org/10.1038/nature15374>

- Jones, H. G. (2021). *Plants and microclimate* (4th ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108566911>
- Judd, W. S., Campbell, C. S., Kellogg, E. A., Stevens, P. F., & Donoghue, M. J. (2020). *Plant systematics: A phylogenetic approach* (5th ed.). Sinauer Associates.
- Kahane, R., Hodgkin, T., Jaenicke, H., & Dawson, I. K. (2021). Agrobiodiversity for food security, health and income. *Agronomy*, 11(5), 950. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050950>
- Kaplan, D. R., & Specht, C. D. (2022). *Kaplan's principles of plant morphology* (2nd ed.). CRC Press.
- Kellogg, E. A. (2021). *The grasses: A model system for plant biology*. University of Chicago Press.
- Kierzkowski, D., & Smith, R. S. (2023). Growth and form of leaves: From cells to tissues. *Annual Review of Plant Biology*, 74, 335–360. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042522-094613>
- Körner, C. (2021). *Alpine plant life: Functional plant ecology of high mountain ecosystems* (3rd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-59538-9>
- Lambers, H., & Oliveira, R. S. (2019). *Plant physiological ecology* (3rd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-29639-2>
- Lawson, T., & Vialet-Chabrand, S. (2020). Speedy stomata, photosynthesis and plant water use efficiency. *New Phytologist*, 221(1), 93–98. <https://doi.org/10.1111/nph.15330>
- Lev-Yadun, S. (2025). Do not forget the vascular ray initials and their derivatives: A neglected component of secondary growth. *Plants*, 14(6), 971. <https://doi.org/10.3390/plants14060971>

- Lobet, G., Draye, X., & Périlleux, C. (2024). Root and vascular tissue plasticity in response to climate change. *Trends in Plant Science*, 29(1), 45–57. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2023.09.004>
- Lodish, H., Berk, A., Kaiser, C. A., Krieger, M., Scott, M. P., Bretscher, A., Ploegh, H., & Amon, A. (2021). *Molecular cell biology* (9th ed.). W. H. Freeman.
- Lohmann, J. U. (2024). Stem cell regulation and tissue organization in plants. *Current Opinion in Plant Biology*, 77, 102434. <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2023.102434>
- Lynch, J. P. (2021). Root phenotypes for improved nutrient capture: An underexploited opportunity for global agriculture. *New Phytologist*, 229(2), 548–560. <https://doi.org/10.1111/nph.16816>
- Manghwar, H., Hussain, A., Ali, Q., Liu, F., & Chen, J. (2025). Hormonal regulation of light-mediated plant development. *Trends in Plant Science*, 30(2), 178–191. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2024.10.006>
- Milla, R., & Reich, P. B. (2021). The scaling of leaf petiole traits. *Functional Ecology*, 35(2), 383–395. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13690>
- Mittler, R. (2021). Abiotic stress signaling and responses in plants. *Cell Stress*, 5(1), 1–17.
- Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2021). *Lehninger principles of biochemistry* (8th ed.). W. H. Freeman.
- Niinemets, Ü., & Keenan, T. F. (2022). Photosynthetic responses to climate change: Integrating leaf structure and function. *Plant, Cell & Environment*, 45(6), 1679–1698. <https://doi.org/10.1111/pce.14294>
- Niinemets, Ü., & Keenan, T. F. (2022). Photosynthetic responses to climate change: Plant physiological plasticity and acclimation. *Annual Review of Plant Biology*, 73, 343–

370. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-102720-031227>
- Nicotra, A. B., Leigh, A., Boyce, C. K., Jones, C. S., Niklas, K. J., Royer, D. L., & Tsukaya, H. (2022). The evolution and functional significance of leaf shape. *New Phytologist*, 234(2), 480–493. <https://doi.org/10.1111/nph.17945>
- Oguchi, R., Hikosaka, K., & Hirose, T. (2021). Leaf anatomy and photosynthesis. *Plant Physiology*, 186(3), 1271–1284. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiab162>
- Onoda, Y., Schieving, F., Anten, N. P. R., & Wright, I. J. (2022). Flexibility of leaf traits in relation to environmental stress. *Journal of Experimental Botany*, 73(9), 2720–2734. <https://doi.org/10.1093/jxb/erac088>
- Ort, D. R., Long, S. P., & Zhu, X.-G. (2021). Improving photosynthetic efficiency for sustainable crop production. *Annual Review of Plant Biology*, 72, 273–297. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-081620-102226>
- Plaxton, W. C., & Podestá, F. E. (2023). Plant respiration and metabolic regulation. *Annual Review of Plant Biology*, 74, 265–291. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-070522-103912>
- Pretty, J., Benton, T. G., Bharucha, Z. P., Dicks, L. V., Flora, C. B., Godfray, H. C. J., Goulson, D., Hartley, S., Lampkin, N., Morris, C., Pierzynski, G., Prasad, P. V. V., Reganold, J., Rockström, J., Smith, P., Thorne, P., & Wratten, S. (2018). Global assessment of agricultural system redesign for sustainable intensification. *Nature Sustainability*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0442-2>
- Pretty, J., Bharucha, Z. P., Benton, T. G., & Frazer, R. (2021). Global assessment of agricultural system redesign for sustainable intensification. *Nature Sustainability*, 4, 386–395. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00698-7>

- Qu, L.-J., Li, L., Lan, Z., & Dresselhaus, T. (2015). Peptide signalling during the pollen tube journey and double fertilization. *Journal of Experimental Botany*, 66(17), 5139–5150.
- Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2020). *Biology of plants* (8th ed.). W. H. Freeman.
- Rosell, J. A., Olson, M. E., & Anfodillo, T. (2022). Bark structure and function in woody plants. *New Phytologist*, 235(1), 34–49. <https://doi.org/10.1111/nph.18064>
- Růžička, K., Ursache, R., Hejátko, J., & Helariutta, Y. (2021). Xylem development—From the cradle to the grave. *New Phytologist*, 229(1), 21–40. <https://doi.org/10.1111/nph.16888>
- Sack, L., & Buckley, T. N. (2021). The developmental basis of plant vascular function. *Annual Review of Plant Biology*, 71, 77–104. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050718-100251>
- Sack, L., & Scoffoni, C. (2022). Leaf venation: Structure, function, development, evolution, ecology and applications. *New Phytologist*, 235(4), 1328–1345. <https://doi.org/10.1111/nph.18253>
- Sadava, D., Hillis, D. M., Heller, H. C., & Hacker, S. D. (2023). *Life: The science of biology* (12th ed.). Oxford University Press.
- Schuurink, R. C., & Tissier, A. (2020). Glandular trichomes: Micro-organs with model status? *New Phytologist*, 225(6), 2251–2266. <https://doi.org/10.1111/nph.16283>
- Simpson, M. G. (2019). *Plant systematics* (3rd ed.). Academic Press.
- Singh, A., Jones, S., & Smith, J. (2025). Integrating plant science and smart agriculture for sustainable crop production. *Agricultural Systems*, 190, 103115. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2021.103115>

- Singh, R., Kumar, P., & Tiwari, A. (2021). Molecular approaches for crop improvement and stress tolerance. *Plant Biotechnology Reports*, 15(6), 623–639. <https://doi.org/10.1007/s11816-021-00687-3>
- Smith, A. M., & Stitt, M. (2021). Coordination of carbon supply and plant growth. *Plant Physiology*, 185(2), 583–593. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiaa061>
- Soltis, D. E., & Soltis, P. S. (2022). Phylogenomics of flowering plants and the future of plant systematics. *American Journal of Botany*, 109(3), 356–372. <https://doi.org/10.1002/ajb2.1821>
- Soltis, P. S., Soltis, D. E., & Endress, P. K. (2021). Phylogeny and evolution of angiosperms revisited. *Annals of Botany*, 128(4), 421–439. <https://doi.org/10.1093/aob/mcab091>
- Sperry, J. S., et al. (2022). Plant hydraulics under drought stress. *Nature Reviews Earth & Environment*, 3(5), 322–334. <https://doi.org/10.1038/s43017-022-00260-5>
- Sperry, J. S., Love, D. M., Smith, D. D., & Perry, J. D. (2022). Water transport and hydraulic failure in plants. *Plant, Cell & Environment*, 45(6), 1691–1708. <https://doi.org/10.1111/pce.14261>
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2023). *Plant physiology and development* (7th ed.). Sinauer Associates.
- Tamburini, G., Bommarco, R., Kleijn, D., van der Putten, W. H., & Biesmeijer, J. C. (2020). Agricultural diversification promotes multiple ecosystem services without compromising yield. *Science Advances*, 6(45), eaba1715. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aba1715>
- Terrer, C., Jackson, R. B., Prentice, I. C., Keenan, T. F., Kaiser, C., Vicca, S., ... Peñuelas, J. (2021). Nitrogen and phosphorus constrain the CO₂ fertilization of global plant biomass. *Nature Climate Change*, 11, 119–125. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00965-8>

- Tester, M., & Langridge, P. (2021). Breeding technologies to increase crop resilience. *Science*, 372(6537), 41–47. <https://doi.org/10.1126/science.abf1570>
- Tittonell, P. (2014). Ecological intensification of agriculture—Sustainable by nature. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 8, 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.08.006>
- Trivedi, P., Leach, J. E., Tringe, S. G., Sa, T., & Singh, B. K. (2020). Plant–microbe interactions: From community assembly to plant health. *Nature Reviews Microbiology*, 18(11), 607–620. <https://doi.org/10.1038/s41579-020-0412-1>
- Tscharntke, T., Clough, Y., Wanger, T. C., et al. (2012). Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biological Conservation*, 151(1), 53–59. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.01.068>
- Tsukaya, H. (2021). Leaf shape diversity with an emphasis on leaf contour variation. *Annual Review of Plant Biology*, 72, 481–503. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-080720-094506>
- Underwood, W., Melotto, M., & He, S. Y. (2022). Role of plant stomata in bacterial invasion. *Cell Host & Microbe*, 30(6), 764–776. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2022.04.012>
- Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Orr, R. B. (2021). *Campbell biology* (12th ed.). Pearson.
- Uzair, M., Tian, X., Zhang, Y., & Wang, Y. (2024). An updated model of shoot apical meristem regulation by WUSCHEL–CLAVATA signaling. *Plants*, 13(18), 2594. <https://doi.org/10.3390/plants13182594>
- Van der Heijden, M. G. A., Martin, F. M., Selosse, M.-A., & Sanders, I. R. (2020). Mycorrhizal ecology and evolution:

- The past, the present, and the future. *New Phytologist*, 225(4), 1406–1423. <https://doi.org/10.1111/nph.16103>
- Wang, F., Noguchi, K., & Terashima, I. (2024). Dynamic photosynthesis under fluctuating light in field conditions. *Plant & Cell Physiology*, 63(3), 380–391. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcab152>
- Warschefskey, E., Penmetza, R. V., Cook, D. R., & von Wettberg, E. J. (2014). Back to the wilds: Tapping evolutionary adaptations for resilient crops through systematic hybridization with crop wild relatives. *American Journal of Botany*, 101(10), 1791–1800. <https://doi.org/10.3732/ajb.1400116>
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., & David, C. (2020). Agroecology as a science, a movement and a practice. *Agronomy for Sustainable Development*, 40, 24. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00615-2>
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2020). Big data in smart farming: A review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
- Wright, I. J., Reich, P. B., & Westoby, M. (2023). The leaf economics spectrum: A global perspective. *Nature Ecology & Evolution*, 6(10), 1301–1310. <https://doi.org/10.1038/s41559-022-01806-8>
- Xu, C., Liberatore, K. L., MacAlister, C. A., Huang, Z., Chu, Y.-H., Jiang, K., ... Lippman, Z. B. (2025). A cascade of arabinosyltransferases controls shoot meristem size in tomato. *Nature Genetics*, 52(7), 784–792. <https://doi.org/10.1038/s41588-020-0649-9>
- Xu, Y., Li, P., Zou, C., Lu, Y., Xie, C., Zhang, X., & Prasanna, B. M. (2022). Enhancing genetic gain in crops through genomic selection. *Nature Reviews Genetics*, 23(9), 543–558. <https://doi.org/10.1038/s41576-022-00465-3>

- Yang, K., Li, Y., Wang, S., Xu, X., & Wu, R. (2020). Genetic control of epidermal cell fate and patterning. *The Plant Cell*, 32(5), 1254–1270. <https://doi.org/10.1105/tpc.19.00878>
- Zhang, H., Lang, Z., & Zhu, J.-K. (2023). Dynamics and function of DNA methylation in plants. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 24(7), 489–506. <https://doi.org/10.1038/s41580-023-00582-5>
- Zhang, Y., Wang, P., Shao, W., Zhu, J.-K., & Dong, J. (2025). The BASL polarity protein controls a MAPK signaling feedback loop in asymmetric cell division. *Developmental Cell*, 57(6), 719–733. <https://doi.org/10.1016/j.devcel.2022.02.010>
- Zhang, Y., Wu, X., Wang, X., Dai, M., & Peng, Y. (2024). Crop root system architecture in drought response. *Journal of Genetics and Genomics*, 51(4), 355–369. <https://doi.org/10.1016/j.jgg.2024.01.002>
- Zhao, W., Ai, S., Yuan, H., Lv, M., & Lin, S. (2025). Comprehensive phytohormone analysis reveals the roles of auxin, cytokinin, and gibberellin in enhancing seed germination and growth of *Chimonobambusa utilis*. *Plants*, 14(24), 3780. <https://doi.org/10.3390/plants14243780>
- Zhao, Y. (2022). Auxin biosynthesis and its role in plant development. *Annual Review of Plant Biology*, 73, 509–532. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050620-115959>

GLOSARIUM

Adaptasi

Kemampuan tumbuhan untuk menyesuaikan diri terhadap kondisi lingkungan tertentu, baik melalui perubahan morfologi, anatomi, fisiologi, maupun molekuler.

Agroekosistem

Sistem ekologi yang terbentuk akibat interaksi antara komponen biotik dan abiotik dalam kegiatan pertanian.

Anatomi Tumbuhan

Cabang botani yang mempelajari struktur internal tumbuhan, termasuk sel dan jaringan penyusunnya.

Auksin

Salah satu hormon tumbuhan yang berperan dalam pemanjangan sel, dominasi apikal, dan pembentukan akar.

Bioteknologi Tumbuhan

Penerapan prinsip biologi, khususnya biologi molekuler, untuk memodifikasi atau meningkatkan sifat tumbuhan secara terarah.

Biomassa

Jumlah total bahan organik yang dihasilkan oleh organisme hidup, khususnya tumbuhan, dalam suatu wilayah atau periode tertentu.

Diferensiasi Sel

Proses perubahan sel meristem menjadi sel dewasa dengan struktur dan fungsi khusus.

Ekologi Tumbuhan

Cabang botani yang mempelajari hubungan timbal balik antara tumbuhan dengan lingkungan biotik dan abiotik.

Epidermis

Jaringan pelindung terluar pada organ tumbuhan yang berfungsi melindungi jaringan di bawahnya.

Etanol

Senyawa alkohol yang dapat dihasilkan melalui fermentasi biomassa tumbuhan dan dimanfaatkan sebagai bioenergi.

Filogenetik

Kajian tentang hubungan kekerabatan evolusioner antar organisme berdasarkan data morfologi dan molekuler.

Floem

Jaringan pengangkut pada tumbuhan yang berfungsi mendistribusikan hasil fotosintesis ke seluruh bagian tanaman.

Fotosintesis

Proses fisiologis tumbuhan yang mengubah energi cahaya menjadi energi kimia dalam bentuk senyawa organik.

Fisiologi Tumbuhan

Cabang botani yang mempelajari proses fungsi kehidupan tumbuhan, seperti fotosintesis, respirasi, dan transpirasi.

Gen

Unit dasar pewarisan sifat yang tersusun atas DNA dan mengendalikan ekspresi karakter tertentu pada organisme.

Hormon Tumbuhan (Fitohormon)

Senyawa organik yang diproduksi dalam jumlah kecil tetapi berperan besar dalam mengatur pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.

Jaringan Meristem

Jaringan tumbuhan yang sel-selnya aktif membelah dan berperan dalam pertumbuhan tanaman.

Kambium

Jaringan meristem lateral yang berperan dalam pertumbuhan sekunder batang dan akar.

Kloroplas

Organel sel tumbuhan yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis.

Kolenkim

Jaringan penyokong pada tumbuhan yang tersusun atas sel hidup dengan penebalan dinding sel tidak merata.

Mikroorganisme Tanah

Organisme mikroskopis yang hidup di dalam tanah dan berperan dalam siklus hara serta kesuburan tanah.

Morfologi Tumbuhan

Cabang botani yang mempelajari bentuk luar dan struktur organ tumbuhan.

Nomenklatur

Sistem penamaan ilmiah organisme berdasarkan aturan internasional.

Organ Tumbuhan

Bagian tumbuhan yang tersusun dari beberapa jaringan dan memiliki fungsi tertentu, seperti akar, batang, dan daun.

Outcome-Based Education (OBE)

Pendekatan pembelajaran yang berorientasi pada pencapaian hasil belajar atau kompetensi mahasiswa.

Parenkim

Jaringan dasar tumbuhan yang berfungsi dalam penyimpanan cadangan makanan, fotosintesis, dan pengisi jaringan.

Pemuliaan Tanaman

Upaya sistematis untuk menghasilkan varietas tanaman unggul melalui seleksi dan persilangan.

Respirasi Tumbuhan

Proses metabolisme yang menguraikan senyawa organik untuk menghasilkan energi bagi aktivitas sel.

Sel

Unit struktural dan fungsional terkecil penyusun makhluk hidup.

Sistematik Tumbuhan

Cabang botani yang mempelajari keanekaragaman tumbuhan dan hubungan kekerabatannya secara evolusioner.

Stomata

Celah kecil pada permukaan daun yang berfungsi dalam pertukaran gas dan pengaturan transpirasi.

Taksonomi Tumbuhan

Ilmu yang mempelajari identifikasi, penamaan, dan klasifikasi tumbuhan.

Transpirasi

Proses penguapan air dari permukaan daun melalui stomata.

Vakuola

Organel sel tumbuhan yang berfungsi menyimpan air, ion, dan metabolit serta menjaga tekanan turgor sel.

Xilem

Jaringan pengangkut pada tumbuhan yang berfungsi mengalirkan air dan mineral dari akar ke bagian atas tanaman.

INDEKS

A

Adaptasi tumbuhan

Agroekosistem

Anatomi tumbuhan

Auksin

B

Batang

Biomassa

Biologi molekuler tumbuhan

Bioteknologi tumbuhan

Bunga

C

Cahaya

CRISPR/Cas

D

Daun

Diferensiasi sel

DNA

E

Ekologi tumbuhan

Epidermis

Etanol

F

Filogenetik

Floem

Fotosintesis

Fisiologi tumbuhan

G

Gen

Genom

Giberelin

H

Hormon tumbuhan

I

Inti sel

Irigasi

J

Jaringan tumbuhan

Jaringan meristem

Jaringan pengangkut

K

Kambium

Keanekaragaman hayati

Kloroplas

Kolenkim

M

Meristem apikal

Meristem lateral

Mitokondria

Morfologi tumbuhan

Mikroorganisme tanah

N

Nomenklatur tumbuhan

O

Organ tumbuhan

Outcome-Based Education (OBE)

P

Parenkim

Pemuliaan tanaman

Pertanian berkelanjutan

Fotosintat

R

Respirasi tumbuhan

Rizosfer

S

Sel

Sistematik tumbuhan

Stomata

T

Taksonomi tumbuhan

Transpirasi

Trikoma

V

Vakuola

X

Xilem

PROFIL PENULIS



Selviana Anggraini, S.P., M.P. lahir pada 12 Mei 1991 di Kabupaten Pesisir Selatan, Provinsi Sumatera Barat. Pendidikan dasar hingga menengah ditempuh di SD Negeri 13 Bukit Kaciak, MTs Negeri Punggasan, dan SMA Negeri 01 Linggo Sari Baganti.

Pendidikan sarjana diselesaikan pada Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas (2009–2014). Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan magister pada Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas (2014–2017) melalui Beasiswa Program Magister Wisudawan Terbaik yang diberikan oleh Rektor Universitas Andalas.

Saat ini, penulis merupakan dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi, Fakultas Ilmu Tanaman dan Hewani, Universitas Bina Insan Lubuklinggau, di bawah naungan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Penulis mengampu berbagai mata kuliah di bidang pertanian dan perlindungan tanaman, antara lain Botani Umum, Ekologi Pertanian, Mikrobiologi, Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman, Pengendalian Hayati dan Pengelolaan Habitat, Agrowisata, Penanganan Pascapanen, serta Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan.

Dalam bidang pengembangan kemahasiswaan, penulis pernah memperoleh penghargaan sebagai Dosen Pendamping Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) dengan satu judul peraih pendanaan kompetitif nasional pada tahun 2021 dan dua judul pada tahun 2023. Penulis juga aktif menulis dan

mempublikasikan karya ilmiah pada jurnal nasional terakreditasi serta terlibat dalam kegiatan editorial jurnal.

Selain aktivitas akademik, penulis aktif dalam organisasi profesi, di antaranya sebagai anggota Perhimpunan Fitopatologi Indonesia (PFI) dan Aliansi Dosen Perguruan Tinggi Swasta Indonesia (ADPERTISI). Penulis juga pernah menjabat sebagai Kepala UPT Inovasi, MBKM, dan Sentra HKI Universitas Bina Insan pada tahun 2022 serta dipercaya sebagai Koordinator Perguruan Tinggi untuk Program Kampus Mengajar, Program Magang dan Studi Independen Bersertifikat (MSIB), dan Program Pertukaran Mahasiswa Merdeka (PMM). Di luar kegiatan institusional, penulis kerap menjadi narasumber dan pembicara pada kegiatan kemahasiswaan serta seminar nasional di bidang pertanian dan lingkungan.



Sari Susanti, S.P.,M.P. Lahir di Lereng Bukit tanggal 3 Mei 1995 merupakan anak ke 2 dari 3 bersaudara. Pendidikan yang di tempuh Penulis pertama kali mulai dari masuk Sekolah Dasar Negeri (SDN) 40 Lereng Bukit, setelah itu melanjutkan Madrasah Tsanawiyah Negeri (MTsN) Gurun Panjang pada tahun 2008 dan melanjutkan ke Sekolah Menengah Atas Negri 2 (SMAN 2) Bayang hingga lulus pada tahun 2014. Setelah itu penulis melanjutkan pendidikan ke salah satu perguruan tinggi di Sumatera Barat yaitu Universitas Ekasakti (UNES) dengan mengambil Program Sarjana (S1) Agroteknologi di Fakultas Pertanian UNES, selesai pada tahun 2018. Pada Tahun 2021 Penulis diterima sebagai mahasiswa Pascasarjana di Universitas Andalas (Unand) dengan konsentrasi keilmuan yang diambil yaitu Magister Agronomi, alhamdulillah pada tahun 2023 resmi menyandang gelar *Magister Pertanian* (M.P) dengan predikat Cumlaude pada Program Pascasarjana Universitas Andalas. Penulis merupakan tenaga pengajar di Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi Institut Teknologi Rokan Hilir sejak Tahun 2024 sampai sekarang.



Nama lengkap penulis **Meli Roslianti, S.P.,M.Si** atau biasa di panggil Meli oleh orang-orang disekitar/terdekat. Penulis anak dari pasangan bapak Abusman dan ibu Rusmawati, yang lahir di Rumbio Kabupaten Kampar Provinsi Riau. Pendidikan yang di tempuh Penulis pertama kali mulai

dari masuk Sekolah Dasar Negeri (SDN) 034 Tarai Bangun, setelah itu melanjutkan Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 21 Kota Pekanbaru pada tahun 2008 dan melanjutkan ke Sekolah Menengah Kejuruan yaitu SMK N Pertanian Terpadu Provinsi Riau hingga lulus pada tahun 2014. Setelah itu penulis melanjutkan pendidikan ke salah satu perguruan tinggi di Riau dan diterima di Universitas Islam Riau (UIR) dengan mengambil Program Sarjana (S1) Agroteknologi di Fakultas Pertanian UIR, selesai pada tahun 2018.

Pada Tahun 2018 Penulis diterima sebagai mahasiswa Pascasarjana di Universitas Riau (UR) dengan konsentrasi keilmuan yang diambil yaitu Magister Ilmu Pertanian, alhamdulillah pada tahun 2020 selesai dan pada tahun 2021 resmi menyandang gelar *Magister Sains* (M.Si) dengan predikat Cumlaude dan Pemuncak III pada Program Pascasarjana Universitas Riau. Pada tahun 2023 Penulis bekerja mejadi Dosen Tetap di Program Studi Agroteknologi di Institut Teknologi Rokan Hilir, kab. Rokan Hilir, provinsi Riau.



Haryuni, SP., MP, lahir di Putri Hijau, Provinsi Bengkulu, 09 Juni 1992. Penulis menamatkan pendidikan S1 di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu (UNIB) (2012-2016). Untuk memperdalam keilmuan bidang pertanian selanjutnya melanjutkan Program Magister di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu (UNIB) (2016-2018). Pada tahun 2021 penulis terdaftar sebagai mahasiswa S3 Doktor Program Studi Ilmu Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu (UNIB) (2021- sekarang). Saat ini penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Bina Insan pada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemdikbud). Beberapa mata kuliah yang diampu yaitu Dasar-dasar ilmu tanah, Pengelolaan Hama dan Gulma Berkelanjutan, Dasar-dasar agronomi, Agroklimatologi, Hortikultura, Fisiologi Tumbuhan, Genetika, Bioteknologi. Penulis juga aktif menulis artikel pada berbagai jurnal ilmiah baik nasional maupun internasional.