

EDITOR: Danie Indra Yama, S.P., M.Sc.



FISIOLOGI TANAMAN

Dasar dan Aplikasi dalam Pertanian dan Lingkungan



Penulis:

Hyankasu Adeca Pandyambika Fatista Sitaningtyas
Yuni Selvianti Sari | Satiti Ratnasari | Lina Herlina
Nanang Wahyu Prajaka | Vira Irma Sari | Dwi Isyana Achmad
Dwi Astutik | Sethyo Vieni Sari | Asmary Muis | Ratih Rahhutami
Aline Sisi Handini | Loso Judijanto

INFORMASI SELENGKAPNYA

Silahkan order dan hubungi kami:

Website Future Science:

<https://book.futuresciencepress.com>

Whatsapp:

+62 852-9761-9179

FISIOLOGI TANAMAN

DASAR DAN APLIKASI DALAM PERTANIAN

DAN LINGKUNGAN

Penulis:

Hyankasu Adeca Pandyambika Fatista Sitaningtyas

Yuni Selvianti Sari

Satiti Ratnasari

Lina Herlina

Nanang Wahyu Prajaka

Vira Irma Sari

Dwi Isyana Achmad

Dwi Astutik

Sethyo Vieni Sari

Asmary Muis

Ratih Rahhutami

Aline Sisi Handini

Loso Judijanto

Editor: Danie Indra Yama, S.P., M.Sc.

Desain Cover: Nada Kurnia, S.I.Kom.

Tata Letak: Samuel, S.Kom.

Ukuran: A5 Unesco (15,5 x 23 cm)

Halaman: x, 245

e-ISBN: 978-634-7216-33-5

Terbit Pada: Juni 2025

Hak Cipta 2025, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2025 by Future Science Publisher

All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT FUTURE SCIENCE
(CV. FUTURE SCIENCE)

Anggota IKAPI (348/JTI/2022)

Jl. Terusan Surabaya Gang 1 A No. 71 RT 002 RW 005, Kel. Sumpasari, Kec. Lowokwaru, Kota
Malang, Provinsi Jawa Timur.
www.futuresciencepress.com

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
BAB 1 KONSEP DASAR FISILOGI TANAMAN.....	1
Hyankasu Adeca Pandyambika Fatista Sitaningtyas	1
A. PENDAHULUAN	1
B. PENGERTIAN FISILOGI TANAMAN.....	2
C. ARTI PENTING FISILOGI TANAMAN	5
D. HUBUNGAN FISILOGI TANAMAN DAN LINGKUNGAN.....	9
BAB 2 STRUKTUR DAN FUNGSI ORGANELA SEL TANAMAN	17
Yuni Selvianti Sari.....	17
A. PENDAHULUAN	17
B. SEL PROKARIOTIK DAN EUKARIOTIK	18
C. STRUKTUR DAN FUNGSI ORGANELA SEL TANAMAN	20
D. KESIMPULAN.....	31
BAB 3 PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TANAMAN	35
Satiti Ratnasari	35
A. PENDAHULUAN	35
B. PERKECAMBAHAN, PERTUMBUHAN PRIMER DAN SEKUNDER	36
C. FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERTUMBUHAN TANAMAN	42

D.	KESIMPULAN.....	46
BAB 4	HORMON DAN ZAT PENGATUR TUMBUH PADA TANAMAN	51
	Lina Herlina	51
A.	PENDAHULUAN	51
B.	PERAN HORMON DALAM PERTUMBUHAN.....	53
C.	AUKSIN	54
D.	GIBERELIN	58
E.	SITOKININ	62
F.	ASAM ABSISAT	65
G.	ETILEN	68
H.	KESIMPULAN.....	70
BAB 5	TRANSPORTASI DALAM TANAMAN.....	75
	Nanang Wahyu Prajaka.....	75
A.	PENDAHULUAN	75
B.	STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN XILEM FLOEM.....	76
C.	TRANSPORTASI AIR DAN MINERAL MELALUI XILEM.....	79
D.	TRANSLOKASI DALAM FLOEM.....	81
E.	TRANSPORTASI LATERAL.....	84
F.	TRANSPORTASI SELULER MELALUI MEMBRAN PLASMA	85
G.	KESIMPULAN.....	89
BAB 6	PROSES FOTOSINTESIS	93
	Vira Irma Sari	93
A.	PENDAHULUAN	93

B.	DEFINISI FOTOSINTESIS.....	94
C.	FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI FOTOSINTESIS	96
D.	LOKASI FOTOSINTESIS	101
E.	PROSES FOTOSINTESIS	103
F.	KESIMPULAN.....	109
BAB 7	PROSES RESPIRASI PADA TANAMAN.....	115
	Dwi Isyana Achmad.....	115
A.	PENDAHULUAN	115
B.	MEKANISME RESPIRASI PADA TANAMAN	117
C.	RESPIRASI AEROB DAN ANAEROB	122
D.	FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI RESPIRASI.....	124
E.	KESIMPULAN.....	125
BAB 8	PERTUKARAN GAS DAN TRANSPIRASI	129
	Dwi Astutik.....	129
A.	PENDAHULUAN	129
B.	PERTUKARAN GAS.....	130
C.	TRANSPIRASI.....	134
D.	KESIMPULAN.....	140
BAB 9	HUBUNGAN AIR DENGAN TANAMAN.....	145
	Sethyo Vieni Sari	145
A.	PENDAHULUAN	145
B.	PERANAN AIR DALAM TANAMAN.....	146
C.	SIFAT FISIK DAN KIMIA AIR	150
D.	DERAJAT KETERIKATAN AIR.....	153

E.	HUBUNGAN AIR DENGAN TANAMAN.....	155
F.	KESIMPULAN.....	158
BAB 10	ADAPTASI TANAMAN TERHADAP CEKAMAN LINGKUNGAN.....	161
	Asmary Muis.....	161
A.	PENDAHULUAN	161
B.	CEKAMAN BIOTIK.....	163
C.	CEKAMAN ABIOTIK.....	164
D.	KESIMPULAN.....	177
BAB 11	PENERAPAN FISILOGI TANAMAN DALAM PERTANIAN.....	183
	Ratih Rahhutami	183
A.	PENDAHULUAN	183
B.	TEKNOLOGI PASCAPANEN	186
C.	PENGEMBANGAN TANAMAN YANG TOLERAN TERHADAP CEKAMAN	187
D.	PEMUPUKAN.....	191
E.	PENGUNAAN ZAT PENGATUR TUMBUH (ZPT)...	193
F.	SIMPULAN	195
BAB 12	INOVASI DAN TEKNOLOGI TERKINI DALAM FISILOGI TANAMAN.....	201
	Aline Sisi Handini.....	201
A.	PENDAHULUAN	201
B.	PERAN FISILOGI TANAMAN DALAM PERBAIKAN TANAMAN	203
C.	KESIMPULAN PERAN FISILOGI TANAMAN DAN PROSPEK MASA DEPAN	215

BAB 13	Tantangan Masa Depan Fisiologi Tanaman.....	219
	Loso Judijanto	219
A.	PENDAHULUAN	219
B.	DAMPAK PERUBAHAN IKLIM PADA PROSES FISIOLOGI TANAMAN.....	219
C.	ADAPTASI TANAMAN TERHADAP KEKERINGAN DAN SUHU EKSTREM	221
D.	PERAN FISIOLOGI DALAM MITIGASI PERUBAHAN IKLIM	222
E.	TANTANGAN DALAM MENGELOLA STRES TANAMAN AKIBAT FAKTOR LINGKUNGAN	224
F.	STRATEGI MEMPERTAHANKAN PRODUKTIVITAS TANAMAN DI TENGAH PERUBAHAN IKLIM.....	226
G.	INOVASI TEKNOLOGI DAN APLIKASI FISIOLOGI TANAMAN DI PERTANIAN	227
H.	TANTANGAN LINGKUNGAN DAN PERAN FISIOLOGI TANAMAN UNTUK KEBERLANJUTAN	233
I.	KESIMPULAN.....	240

BAB 1

KONSEP DASAR FISILOGI TANAMAN

Hyankasu Adeca Pandyambika Fatista Sitaningtyas
Sekretariat Daerah Pemerintah Kota Serang
E-mail: fatistasitaningtyas@gmail.com

A. PENDAHULUAN

Tumbuhan dan tanaman merupakan dua kata yang sering digunakan oleh para *scientist* untuk menyebutkan organisme multiseluler yang bersifat *autotroph* (organisme yang dapat membuat makanan sendiri) melalui mekanisme fotosintesis. Tumbuhan digunakan untuk mendiskripsikan spesies dari Kingdom Plantae yang berkembang biak secara alami tanpa adanya sistem budidaya buatan maupun campur tangan dari manusia sementara tanaman merupakan tumbuhan yang sengaja dibudidayakan dengan metode tertentu di suatu area atau ruang dengan tujuan memperoleh manfaat ketika panen (produk). Pertumbuhan dan perkembangan tanaman memerlukan nutrisi dan mineral yang penting untuk dipenuhi. Nutrisi dan mineral yang terkait dalam proses metabolisme dasar tanaman akan membentuk ciri khusus baik secara morfologi maupun fisiologi tanaman (Saito dan Uozumi, 2020).

Budidaya tanaman yang dilakukan oleh manusia selalu berhadapan dengan masalah baik secara internal maupun eksternal sehingga berpengaruh terhadap kehilangan hasil dari budidaya tanaman (Rehman *et al.*, 2024). Faktor eksternal yang sangat berpengaruh terhadap budidaya adalah perubahan iklim yang diikuti adanya pathogen baik berupa jamur, virus, dan nematoda. Epidemiologi lingkungan ini merupakan cabang ilmu yang mempelajari perubahan lingkungan pertanian yang

berhubungan dengan kesehatan tanaman maupun kehilangan produk pertanian.

Sistem pertanian modern merupakan usaha pertanian yang memanfaatkan teknologi terbaru sesuai dengan kondisi agroekologi dan sosail ekonomi petani sehingga lebih produktif, efisien dan menguntungkan petani. Ekplorasi terhadap lingkungan guna memaksimalkan keuntungan manusia telah menjadi sorotan beberapa ahli seperti Oosthoek and Gills (2005) mengatakan bahwa kemajuan di bidang produksi dan ekonomi pertanian tidak boleh dianggap sebagai eksploitasi sumber daya alam yang tidak terbatas. Eksploitasi berlebihan menyebabkan krisis lingkungan yang bersifat terminal. Keinginan untuk mendapatkan keuntungan ekonomi tanpa memperhatikan keseimbangan lingkungan berdampak pada penurunan kualitas lingkungan. Pemahaman terkait lingkungan dan tanaman yang seimbang diperlukan untuk tetap mendapatkan hasil produksi yang memenuhi kebutuhan ekonomi manusia namun juga menjaga keseimbangan dan kesehatan lingkungan pertanian.

B. PENGERTIAN FISIOLOGI TANAMAN

Fisiologi berasal dari bahasa latin yaitu *physis* yang berarti alam dan *logos* yang berarti ilmu pengetahuan. Fisiologi tumbuhan merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang aktivitas atau proses metabolisme dalam tubuh tumbuhan serta responnya terhadap pengaruh yang ditimbulkan lingkungan sekitar agar tumbuhan tersebut dapat melangsungkan dan menyelesaikan siklus hidupnya. Fisiologi lingkungan merupakan cabang ilmu biologi yang khusus mempelajari proses metabolisme di dalam tubuh tumbuhan yang menyebabkan tumbuhan hidup dan berkembang. Fisiologi tumbuhan merupakan bidang ilmu biologi yang khusus mempelajari metabolisme di dalam tubuh tumbuhan, yang

Pemberian produk tambahan pada tanaman yang tumbuh di lingkungan terakam terbukti mampu memberikan peningkatan pada pertumbuhan tanaman. Singh *et al* (2024) memberikan nanopartikel yang mengandung karbon, seng oksida (ZnO), silica (SiO₂), dan titanium dioksida (TiO₂). Nanopartikel dapat memasuki sel tanaman melalui berbagai mekanisme seperti saluran ion, transporter, endositosis, difusi, dan penyerapan langsung. Penyerapan dan pengangkutan nanopartikel pada tanaman mengalami perubahan yang memengaruhi toksisitas dan ketersediaannya. Nanopartikel telah ditemukan dapat meningkatkan produktivitas dan pertumbuhan tanaman di lingkungan yang menantang dengan meningkatkan penyerapan nutrisi, perkecambahan biji, panjang tunas atau akar, hasil buah, dan kandungan metabolit. Nanopartikel yang berinteraksi dengan fitohormon untuk mengatur ekspresi gen yang terkait dengan stres, proses biokimia dan fisiologis, dan regulasi hormonal perkembangan dan metabolisme tanaman, selain itu nanopartikel dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap berbagai stresor dan memodulasi sinyal fitohormon, sehingga mengurangi efek buruk stress.

Efek positif dari nanopartikel mencetuskan munculnya nanopartikel berbasis bio atau disebut bionanopartikel. Bionanopartikel merupakan modifikasi melalui fungsionalisasi permukaan atau teknik enkapsulasi untuk meningkatkan stabilitas, kelarutan, atau kemampuan penargetan. Bionanopartikel dapat menghemat biaya dibandingkan nanopartikel berbasis kimia karena bahan baku yang digunakan sering kali tersedia dan relative lebih murah. Nanopartikel berbasis bio memiliki fungsi bawaan yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi. Misalnya, nanopartikel kitosan yang berasal dari cangkang krustasea memiliki sifat antimikroba, sehingga cocok untuk digunakan dalam pengemasan makanan atau penyembuhan luka (Verma *et al.*, 2024). Kondisi

lingkungan yang kekurangan unsur hara, air, maupun factor kimia yang menyebabkan faktor stres yang terus-menerus menyebabkan banyak tunas kecil yang tidak berkembang dan cenderung membentuk kalus karena akumulasi auksin yang berlebihan pada daun muda (Pasternak dan Steinmacher, 2024).

DAFTAR PUSTAKA

- Bashyal, S., Gautam, C. K., & Müller, L. M. (2024). CLAVATA signaling in plant–environment interactions. In *Plant Physiology* (Vol. 194, Issue 3, pp. 1336–1357). American Society of Plant Biologists. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiad591>
- Ceccanti, C., Davini, A., lo Piccolo, E., Lauria, G., Rossi, V., Ruffini Castiglione, M., Spanò, C., Bottega, S., Guidi, L., & Landi, M. (2024). Polyethylene microplastics alter root functionality and affect strawberry plant physiology and fruit quality traits. *Journal of Hazardous Materials*, 470. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.134164>
- Dickman, L. T., Jonko, A. K., Linn, R. R., Altintas, I., Atchley, A. L., Bär, A., Collins, A. D., Dupuy, J. L., Gallagher, M. R., Hiers, J. K., Hoffman, C. M., Hood, S. M., Hurteau, M. D., Jolly, W. M., Josephson, A., Loudermilk, E. L., Ma, W., Michaletz, S. T., Nolan, R. H., ... Younes, N. (2023). Integrating plant physiology into simulation of fire behavior and effects. In *New Phytologist* (Vol. 238, Issue 3, pp. 952–970). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1111/nph.18770>
- Fang, S., Shang, X., He, Q., Li, W., Song, X., Zhang, B., & Guo, W. (2024). A cell wall-localized β -1,3-glucanase promotes fiber cell elongation and secondary cell wall deposition. *Plant Physiology*, 194(1), 106–123. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiad407>

- Haghpanah, M., Hashemipetroudi, S., Arzani, A., & Araniti, F. (2024). Drought Tolerance in Plants: Physiological and Molecular Responses. In *Plants* (Vol. 13, Issue 21). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/plants13212962>
- Hussain, A., Komal, L., Arshad, B., Kashif, M., Afzal, M., Shaheen, A., & Aslam, S. (n.d.). Saudi Journal of Pathology and Microbiology Recent Advances and Novel Strategies to Combat Biotic and Abiotic Stresses in Plants with Hydroponic Technology. *Saudi J Pathol Microbiol*. <https://doi.org/10.36348/sjpm.2021.v06i10.003>
- Khan, F., Siddique, A. B., Shabala, S., Zhou, M., & Zhao, C. (2023). Phosphorus Plays Key Roles in Regulating Plants' Physiological Responses to Abiotic Stresses. In *Plants* (Vol. 12, Issue 15). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/plants12152861>
- Maple, R., Zhu, P., Hepworth, J., Wang, J. W., & Dean, C. (2024). Flowering time: From physiology, through genetics to mechanism. In *Plant Physiology* (Vol. 195, Issue 1, pp. 190–212). American Society of Plant Biologists. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiae109>
- Mei, M., Siaga, E., & Lakitan, B. (2023). Perubahan Morfofisiologis Tanaman Terung pada Kondisi Muka Air Tanah Dangkal dan Tergenang di Fase Generatif. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 28(2), 235–243. <https://doi.org/10.18343/jipi.28.2.235>
- Minorsky, P. v. (2024). The “plant neurobiology” revolution. In *Plant Signaling and Behavior* (Vol. 19, Issue 1). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/15592324.2024.2345413>
- Oosthoek, J., & Gills, B. K. (n.d.). *Humanity at the crossroads: The globalization of environmental crisis*. <http://www.tandf.co.uk/journals/titles/14747731.asp>

- Pasternak, T. P., & Steinmacher, D. (2024). Plant Growth Regulation in Cell and Tissue Culture In Vitro. In *Plants* (Vol. 13, Issue 2). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/plants13020327>
- Pichaco, J., Manandhar, A., & McAdam, S. A. M. (2024). Mechanical advantage makes stomatal opening speed a function of evaporative demand. *Plant Physiology*, 195(1), 370–377. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiae023>
- Ramos-Pacheco, B. S., Choque-Quispe, D., Ligarda-Samanez, C. A., Solano-Reynoso, A. M., Palomino-Rincón, H., Choque-Quispe, Y., Peralta-Guevara, D. E., Moscoso-Moscoso, E., & Aiquipa-Pillaca, Á. S. (2024). Effect of Germination on the Physicochemical Properties, Functional Groups, Content of Bioactive Compounds, and Antioxidant Capacity of Different Varieties of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Grown in the High Andean Zone of Peru. *Foods*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/foods13030417>
- Rehman, G., Muhammad, J., Ilyas, M., Subhanullah, M., Ullah, K., Massimzhan, M., Toktar, M., Bektay, Y., Kalybekov, M., Ydyrys, A., & Zhakypbek, Y. (2024). Phytoremediation of Heavy Metals from Soil and their Effects on Plant Physiology - A Review. In *ES Materials and Manufacturing* (Vol. 26). Engineered Science Publisher. <https://doi.org/10.30919/esmm1298>
- Saito, S., & Uozumi, N. (2020). Calcium-Regulated Phosphorylation Systems Controlling Uptake and Balance of Plant Nutrients. In *Frontiers in Plant Science* (Vol. 11). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00044>
- Saryanah, N. A., Bidara, I. S., Rosdayanti, H., Hardiyanti, S., Irawati, A. F. C., Sulastri, S., Sukmadi, R. B., Roswanjaya, Y. P., & Asiani, N. (2024). Alleviating drought stress on *Allium cepa* mediated by drought-tolerant plant growth-



FISIOLOGI TANAMAN

Dasar dan Aplikasi dalam Pertanian dan Lingkungan

Buku ini membahas mengenai konsep dasar fisiologi tanaman beserta aplikasinya. Fisiologi merupakan ilmu yang mempelajari mengenai aktivitas yang terjadi di dalam tubuh tanaman yang merespon terhadap kondisi lingkungan sekitar untuk menyelesaikan siklus hidupnya. Proses-proses fisiologi yang meliputi hormon, konsep sistem transpor dan translokasi, mekanisme penyerapan unsur hara, fotosintesis, respirasi, fotorespirasi, hubungan air dengan tanaman, hubungan cahaya dengan tanaman, hubungan suhu dengan tanaman, serta analisis pertumbuhan. Oleh karena itu seiring dengan perkembangan ilmu tanaman mengharuskan untuk melakukan budidaya pertanian maju dengan memahami dasar dan konsep aktivitas pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Buku ini disusun agar dapat digunakan sebagai referensi bagi mahasiswa, dosen, peneliti, praktisi yang ingin mempelajari fisiologi dan aplikasinya terutama dalam bidang pertanian. Dengan belajar fisiologi tanaman dapat mengetahui aktivitas, respon tanaman terhadap lingkungan baik biotik maupun abiotik sehingga pertumbuhan, produksi dan produktivitas dapat ditingkatkan.



FUTURE SCIENCE

Jl. Terusan Surabaya, Gang 1 A No. 71 RT 002 RW 005,
Kel. Sumbersari, Kec. Lowokwaru, Kota Malang,
Provinsi Jawa Timur.
Website : www.futuresciencepress.com



IKAPI
IKATAN PENANISIT INDONESIA

No. 348/JTI/2022

ISBN 978-634-7216-33-5 (PDF)



9

786347

216335