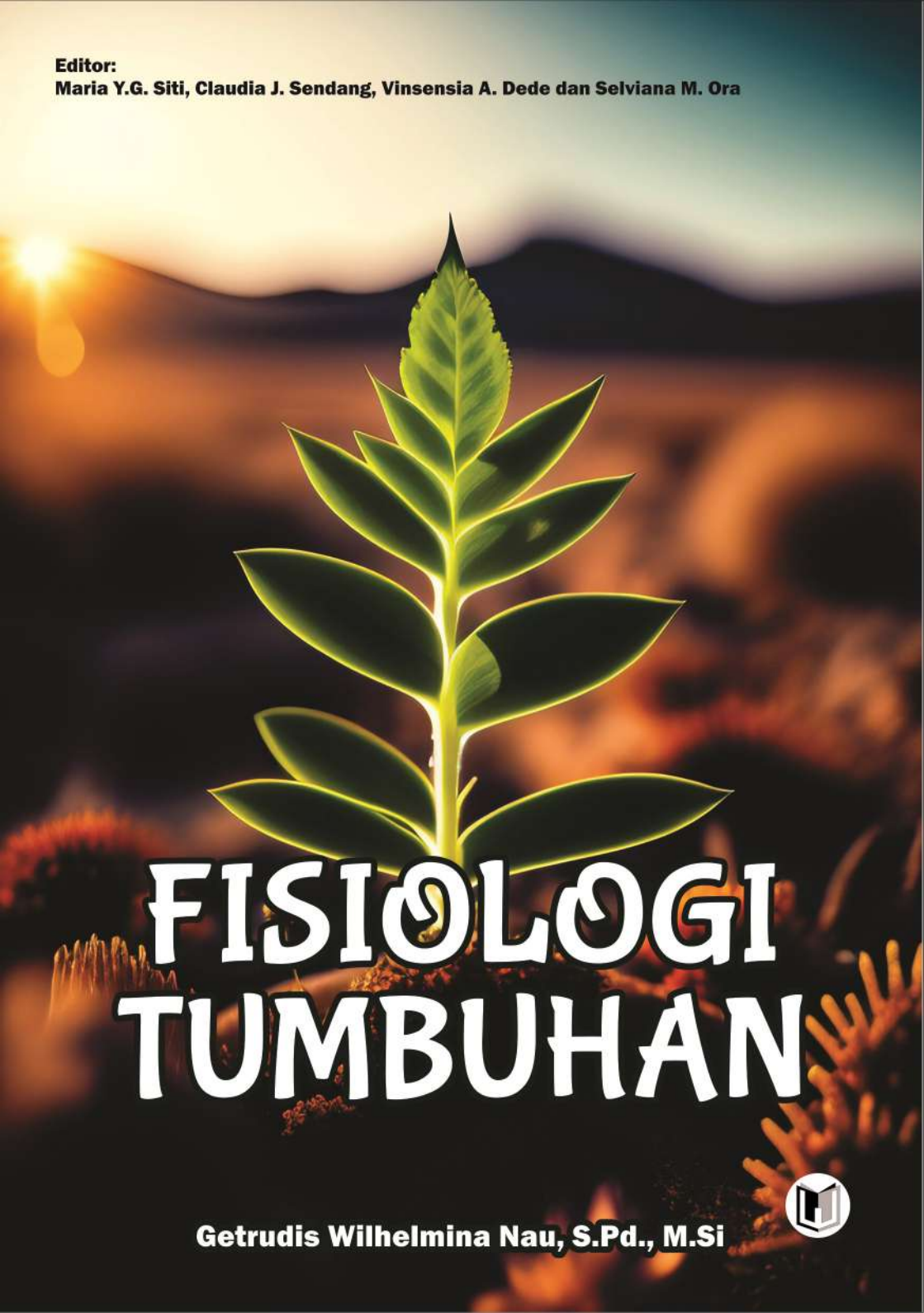
Editor:
Maria Y.G. Siti, Claudia J. Sendang, Vinsensia A. Dede dan Selviana M. Ora



FISIOLOGI TUMBUHAN

Getrudis Wilhelmina Nau, S.Pd., M.Si

FISIOLOGI TUMBUHAN

Getrudis Wilhelmina Nau, S.Pd., M.Si

Penerbit Widina

FISIOLOGI TUMBUHAN

Penulis:
Getrudis Wilhelmina Nau, S.Pd., M.Si

Desain Cover:
Septian Maulana

Sumber Ilustrasi:
www.freepik.com

Tata Letak:
Handarini Rohana

Editor:
Maria Y.G. Siti, Claudia J. Sendang, Vinsensia A. Dede dan Selviana M. Ora

ISBN:
978-623-500-002-2

Cetakan Pertama:
Maret, 2024

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang
by Penerbit Widina Media Utama

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

PENERBIT:
WIDINA MEDIA UTAMA
Komplek Puri Melia Asri Blok C3 No. 17 Desa Bojong Emas
Kec. Solokan Jeruk Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Anggota IKAPI No. 360/JBA/2020
Website: www.penerbitwidina.com
Instagram: @penerbitwidina
Telepon (022) 87355370

KATA PENGANTAR

Rasa syukur yang teramat dalam dan tiada kata lain yang patut kami ucapkan selain mengucap rasa syukur. Karena berkat rahmat dan karunia Tuhan Yang Maha Esa, buku yang berjudul “Fisiologi Tumbuhan” telah selesai disusun dan berhasil diterbitkan, semoga buku ini dapat memberikan sumbangsih keilmuan dan penambah wawasan bagi siapa saja yang memiliki minat terhadap pembahasan tentang Fisiologi Tumbuhan.

Akan tetapi pada akhirnya kami mengakui bahwa tulisan ini terdapat beberapa kekurangan dan jauh dari kata sempurna, sebagaimana pepatah menyebutkan “*tiada gading yang tidak retak*” dan sejatinya kesempurnaan hanyalah milik Tuhan semata. Maka dari itu, kami dengan senang hati secara terbuka untuk menerima berbagai kritik dan saran dari para pembaca sekalian. Hal tersebut tentu sangat diperlukan sebagai bagian dari upaya kami untuk terus melakukan perbaikan dan penyempurnaan karya selanjutnya di masa yang akan datang.

Terakhir, ucapan terima kasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah mendukung dan turut andil dalam seluruh rangkaian proses penyusunan dan penerbitan buku ini, sehingga buku ini bisa hadir di hadapan sidang pembaca. Semoga buku ini bermanfaat bagi semua pihak dan dapat memberikan kontribusi bagi pembangunan ilmu pengetahuan di Indonesia.

Maret, 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **iii**
DAFTAR ISI ..... **iv**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
A. Definisi Fisiologi Tumbuhan 1
B. Ruang Lingkup Fisiologi Tumbuhan 1
C. Kaitan Fisiologi Tumbuhan dengan Ilmu Lain 3
BAB 2 TUMBUHAN DAN AIR **5**
A. Peran Air Bagi Tumbuhan 6
B. Sifat Fisik dan Kimia Air 8
C. Sifat Air yang Penting Bagi Kehidupan 11
D. Difusi dan Osmosis 12
E. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Potensial Osmotik 18
F. Pergerakan Air di dalam Jaringan Tumbuhan 19
G. Mekanisme Naiknya Air ke Pucuk Tumbuhan 21
BAB 3 PERTUKARAN GAS DAN TRANSPIRASI **25**
A. Pertukaran Gas 25
B. Transpirasi 27
C. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Transpirasi 28
D. Mekanisme Membuka dan Menutupnya Stomata 30
BAB 4 RESPIRASI PADA TUMBUHAN **33**
A. Respirasi 33
B. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Respirasi 34
C. Jenis-Jenis Respirasi 36
D. Tahapan Respirasi Aerob 38
BAB 5 FOTOSINTESIS **47**
A. Pengertian Fotosintesis dan Sejarah Penemuannya 47
B. Perangkat Fotosintesis 49
C. Proses Fotosintesis 51
D. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Fotosintesis 57
E. Tumbuhan C3, C4 dan CAM 58
F. Translokasi Fotosintat 61
G. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Translokasi 62

BAB 6 NUTRISI TUMBUHAN 65
A. Pengertian Nutrisi Tumbuhan 65
B. Mineral yang Dibutuhkan Tumbuhan dan Penyerapannya 65
C. Mekanisme Penyerapan Mineral 75
D. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyerapan Mineral 83
E. Peranan dan Gejala Defisiensi Mineral 85
BAB 7 ZAT TUMBUH DAN GERAK TUMBUH 93
A. Zat Tumbuh 93
B. Gerak Tumbuh 97
BAB 8 PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN 103
A. Pertumbuhan dan Perkembangan 103
B. Perkecambahan 106
C. Lokasi Pola Pertumbuhan dan Perkembangan pada Tumbuhan 108
D. Dormansi pada Biji 111
E. Dormansi pada Organ Vegetatif 113
F. Pematahan Dormansi 114
DAFTAR PUSTAKA 116
PROFIL PENULIS 117

1

PENDAHULUAN

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini diharapkan mahasiswa mampu:

1. Memahami definisi fisiologi tumbuhan
2. Menjelaskan ruang lingkup fisiologi tumbuhan
3. Menjelaskan kaitan fisiologi tumbuhan dengan ilmu lain

A. DEFINISI FISIOLOGI TUMBUHAN

Tumbuhan merupakan salah satu organisme multiseluler yang bersifat autotrof, yaitu organisme yang dapat membuat makanan sendiri. Ilmu yang mempelajari tentang tumbuhan disebut botani. Kajian botani meliputi struktur luar tumbuhan (morfologi tumbuhan), struktur dalam tumbuhan (anatomi tumbuhan), klasifikasi tumbuhan (taksonomi tumbuhan), interaksi tumbuhan dengan lingkungannya (ekologi tumbuhan) serta fungsi dan proses yang terjadi dalam tubuh tumbuhan (fisiologi tumbuhan). Buku ini khusus mengkaji tentang fisiologi tumbuhan.

Fisiologi sendiri berasal dari dua kata yaitu "*physis*" yang artinya "alam" dan "*logos*" yang artinya "ilmu pengetahuan". Jadi fisiologi tumbuhan adalah cabang ilmu botani yang mempelajari tentang sistem kehidupan dalam tubuh tumbuhan serta responnya terhadap pengaruh yang ditimbulkan lingkungan sekitar agar tumbuhan tersebut dapat hidup. Dengan kata lain fisiologi tumbuhan mempelajari tentang segala aktivitas atau proses metabolisme yang berlangsung dalam tubuh tumbuhan.

B. RUANG LINGKUP FISIOLOGI TUMBUHAN

Fisiologi tumbuhan mencakup berbagai proses metabolisme yang terjadi dalam kehidupan tumbuhan yang mana proses tersebut dipengaruhi oleh lingkungan mikro dari tumbuhan itu sendiri. Adapun kajian dalam fisiologi tumbuhan diantaranya adalah sel tumbuhan, karakteristik molekul air, proses transpirasi, proses penyerapan, nutrisi

2

TUMBUHAN DAN AIR

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini diharapkan mahasiswa mampu:

1. Mendeskripsikan peran air bagi tumbuhan
2. Mendeskripsikan sifat fisik dan kimia air
3. Menjelaskan sifat air yang penting bagi kehidupan tumbuhan
4. Menjelaskan difusi dan osmosis
5. Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi potensial osmotik
6. Menjelaskan pergerakan air dalam jaringan tumbuhan
7. Menjelaskan mekanisme naiknya air ke pucuk tumbuhan

Air merupakan komponen penting dalam sistem kehidupan. Secara umum jaringan tumbuhan mengandung air dengan kisaran 60% hingga 85%. Bahkan jaringan/organ tertentu terutama yang sedang masa pertumbuhan dapat mengandung air lebih dari 85%. Seperti buah tomat mengandung air hingga 95%, demikian juga sayur-sayuran. Jaringan transpor memiliki kisaran kadar air mulai dari 35%-75%, dan pada tanaman herba kandungan air pada jaringan *transport*/pembuluh lebih tinggi dibandingkan dengan jaringan pembuluh tanaman berkayu.

Meskipun demikian ada bagian tertentu dari tumbuhan yang hanya mengandung air dalam jumlah yang sedikit. Contohnya biji bisa tetap hidup walaupun hanya memiliki kadar air 5 hingga 15%. Bahkan penurunan kadar air merupakan salah satu ciri perkembangan biji, sejalan dengan pertumbuhan cadangan makanan biji. Ketika cadangan makanan biji cukup maka kadar air biji akan menurun hingga terjadi pematangan biji. Selain itu, pada beberapa biji ortodoks (tahan disimpan pada kadar air rendah), seperti biji sengon, kedelai, dan padi, daya simpan biji akan meningkat pada kondisi kadar air yang rendah, sehingga walaupun disimpan dalam waktu lama, biji tetap memiliki viabilitas yang tinggi. Hal ini karena kadar air yang rendah dapat menekan respirasi biji sehingga biji

3

PERTUKARAN GAS DAN TRANSPIRASI

Tujuan Pembelajaran:

Setelah mempelajari bab ini diharapkan mahasiswa mampu:

1. Menjelaskan pengertian pertukaran gas pada tumbuhan
2. Menjelaskan pengertian transpirasi
3. Menguraikan faktor-faktor yang mempengaruhi transpirasi
4. Mendeskripsikan mekanisme membuka dan menutupnya stomata

A. PERTUKARAN GAS

Tumbuhan seperti halnya makhluk hidup lain mengambil materi/zat dari lingkungan untuk melakukan aktivitas hidupnya. Materi/zat tersebut dapat berupa hara mineral atau air dari dalam tanah maupun gas-gas dari atmosfer seperti gas CO_2. CO_2 yang diambil oleh tumbuhan tersebut kemudian digunakan untuk proses fotosintesis dan hasil sampingan berupa O_2 selanjutnya dikeluarkan kembali oleh tumbuhan. Dengan demikian tumbuhan melakukan pertukaran gas.

Pertukaran gas dalam istilah umum disebut sebagai pernapasan. Seperti halnya makhluk hidup lain, tumbuhan juga melakukan pernapasan melalui alat khusus yang dikembangkan oleh tumbuhan itu sendiri. Alat ini dapat berupa unit organel sel tertentu, sel tertentu yang mengalami modifikasi, jaringan tertentu yang terspesialisasi mendukung fungsi pengeluaran zat atau bahkan merupakan organisasi tingkat organ. Daun merupakan organ utama untuk pertukaran gas, selain juga bisa melalui batang dan akar (Gambar 3.1).

4

RESPIRASI PADA TUMBUHAN

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini diharapkan mahasiswa mampu:

1. Menjelaskan pengertian respirasi pada tumbuhan
2. Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi respirasi tumbuhan
3. Membedakan respirasi aerob dan anaerob
4. Mendeskripsikan tahapan-tahapan respirasi aerob pada tumbuhan

A. RESPIRASI

Respirasi berasal dari kata latin *respirare* yang secara harfiah berarti bernapas. Respirasi yang berarti bernapas merujuk pada proses pertukaran gas, tetapi secara biologis pengertian respirasi lebih kepada proses pembongkaran atau pembakaran zat sumber energi di dalam sel-sel tubuh untuk memperoleh energi atau tenaga. Dengan kata lain, respirasi merupakan reaksi reduksi-oksidasi (redoks) yakni senyawa (substrat respirasi) dioksidasi menjadi CO_2 dan O_2 diserap dan direduksi menjadi H_2O.

Proses respirasi memerlukan energi kimia ATP sebagai penggeraknya. Respirasi terdiri dari rangkaian banyak reaksi berbagai komponen yang masing-masing dikatalisasi oleh enzim yang berbeda-beda. Substrat untuk proses respirasi adalah semua produk fotosintesis, antara lain glukosa, fruktosa, sukrosa, lipid (lemak), asam organik, dan protein. Glukosa merupakan substrat respirasi utama di dalam sel tumbuhan (sumber energi utama adalah karbohidrat), dengan persamaan reaksi sederhananya dapat ditulis sebagai berikut:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + e$$

5

FOTOSINTESIS

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini diharapkan mahasiswa mampu:

1. Menjelaskan fotosintesis dan sejarah penemuannya
2. Menyebutkan perangkat fotosintesis
3. Menguraikan tahapan-tahapan dalam proses fotosintesis
4. Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi proses fotosintesis
5. Membedakan tumbuhan C3, C4 dan CAM

A. PENGERTIAN FOTOSINTESIS DAN SEJARAH PENEMUANNYA

Secara harfiah kata fotosintesis berasal dari bahasa Yunani υώτο- [*fóto*-] yang artinya "cahaya," dan σύνθεσις [*sýnthesis*] yang artinya “menggabungkan”. Jadi, fotosintesis merupakan suatu proses penggabungan zat organik (glukosa) dari zat anorganik (air dan karbondioksida) dengan bantuan cahaya matahari. Fotosintesis adalah suatu sifat fisiologis yang hanya dimiliki oleh tumbuhan karena tumbuhan memiliki klorofil yaitu zat hijau daun yang membantu dalam proses fotosintesis sebagai penerima energi foton. Organisme *non*-klorofil yang juga mampu melakukan fotosintesis adalah beberapa jenis bakteri dan alga (tidak hanya memiliki klorofil namun juga memiliki pigmen lain). Jenis organisme yang dapat berfotosintesis ini disebut sebagai organisme fotoautotrof yang artinya dapat membuat makanan sendiri.

Fotosintesis sangat penting bagi semua kehidupan di Bumi karena selain merupakan sumber energi bagi hampir semua kehidupan di Bumi, fotosintesis juga menjaga tingkat keseimbangan oksigen di atmosfer karena oksigen merupakan hasil dari fotosintesis selain glukosa.

Sejarah penemuan fotosintesis dimulai pada awal tahun 1600-an oleh seorang dokter dan ahli kimia bernama Jan van Helmont yang berasal dari Flandria (sekarang bagian dari Belgia). Helmont melakukan percobaan untuk mengetahui faktor yang menyebabkan massa tumbuhan bertambah

6

NUTRISI TUMBUHAN

Tujuan Pembelajaran:

Setelah mempelajari bab ini diharapkan mahasiswa mampu:

1. Menjelaskan pengertian nutrisi tumbuhan
2. Menjelaskan mineral yang dibutuhkan tumbuhan dalam penyerapannya
3. Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan mineral pada tumbuhan
4. Mendeskripsikan mekanisme penyerapan mineral pada tumbuhan
5. Mendeskripsikan peranan dan gejala-gejala defisiensi mineral pada tumbuhan

A. PENGERTIAN NUTRISI TUMBUHAN

Nutrisi tumbuhan merupakan semua elemen dan senyawa kimia yang diperlukan oleh tumbuhan untuk tumbuh, berkembang dan menjalankan fungsi-fungsi biologisnya. Nutrisi tumbuhan sangat penting karena tumbuhan menggunakan nutrisi dalam proses fotosintesis, respirasi, dan berbagai reaksi biokimia lainnya yang mendukung pertumbuhan dan reproduksi pada tumbuhan.

B. MINERAL YANG DIBUTUHKAN TUMBUHAN DAN PENYERAPANNYA

Secara garis besar, tanaman atau tumbuhan memerlukan 2 jenis unsur hara untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan yang sempurna. Dua jenis unsur hara tersebut disebut unsur hara makro dan unsur hara mikro.

1. Unsur Hara Makro

Unsur hara makro merupakan unsur-unsur hara yang dibutuhkan tumbuhan dalam jumlah yang relatif besar. Adapun unsur hara makro primer, yaitu sebagai berikut;

7

ZAT TUMBUH DAN GERAK TUMBUH

Tujuan Pembelajaran:

Setelah mempelajari bab ini diharapkan mahasiswa mampu:

1. Menjelaskan terkait pengertian, jenis-jenis zat tumbuh, fungsi dan tempat produksinya.
2. Menjelaskan terkait pengertian, jenis-jenis gerak tumbuh, dan cara kerjanya.

A. ZAT TUMBUH

Hormon merupakan zat pengatur tumbuh, yang berarti molekul organik yang dihasilkan oleh satu bagian tumbuhan dan ditransportasikan ke bagian lain yang dipengaruhinya. Kebanyakan ahli fisiologi tumbuhan menggunakan istilah zat pengatur tumbuh tanaman daripada istilah hormon tanaman. Karena istilah tersebut dapat mencakup baik zat-zat endogen maupun zat eksogen (sintetik) yang dapat mengubah pertumbuhan tanaman. Zat pengatur tumbuhan yang dihasilkan oleh tanaman disebut Fitohormon, sedangkan yang sintetik disebut zat pengatur tumbuhan sintetik.

Penggunaan istilah “hormon” sendiri menggunakan analogi fungsi hormon pada hewan. Hormon dalam konsentrasi rendah menimbulkan respons fisiologis. Terdapat 2 kelompok hormon yaitu:

a. Hormon pemicu pertumbuhan (auksin, giberelin dan sitokinin)

1) Auksin,

   Auksin merupakan senyawa asetat (gugus indol) yang terdapat pada indol, Konsentrasi auksin lebih banyak terdapat pada daerah yang tidak terkena cahaya. Bagi tanaman (batang) yang tidak terkena cahaya akan mengalami pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan bagian lain yang terkena cahaya matahari akibat adanya auksin ini.

8

PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN

Tujuan pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini diharapkan mahasiswa mampu:

1. Menjelaskan definisi pertumbuhan dan perkembangan
2. Menjelaskan definisi perkecambahan.
3. Mendeskripsikan lokasi pola pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan
4. Mendeskripsikan definisi dormansi pada biji
5. Menguraikan dormansi pada organ *vegetative*
6. Menguraikan proses pematahan dormansi dan proses pematahan dormansi dan faktor yang mempengaruhi pematahan dormansi

A. PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN

1. Pertumbuhan

Pertumbuhan adalah peristiwa perubahan ukuran (volume) pada makhluk hidup yang terjadi selama masa hidupnya sebagai akibat dari perbanyakan sel dan pembesaran ukuran (volume) sel yang tidak dapat kembali (*irreversible*), misalnya makhluk hidup yang telah tumbuh besar tidak akan kembali lagi ke ukuran semula.

Pertumbuhan adalah proses penambahan ukuran atau volume sel atau organisme secara ireversibel, sedangkan perkembangan adalah proses perubahan yang terjadi pada sel, jaringan, organ, atau organisme secara bertahap. Pertumbuhan dan perkembangan terjadi secara bersamaan sehingga jika suatu organisme mengalami pertumbuhan, maka organ-organ tubuhnya juga mengalami perkembangan. Contoh: keluarnya akar dari biji saat berkecambah. Pertumbuhan pada tumbuhan terjadi sepanjang hidupnya. Berdasarkan lamanya waktu yang digunakan untuk menyelesaikan siklus hidup (berkecambah, berbunga, muda, dewasa). Maka tumbuhan dikelompokkan menjadi 3 macam, yaitu tumbuhan annual (± 1 tahun), tumbuhan binnial (± 2 tahun), dan tumbuhan

DAFTAR PUSTAKA

Advinda, L. 2018. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. Yogyakarta: CV Budi Utama.

Advinda, L. 2018. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Deepublish

Anggorowati, S. 2010. *Fisiologi Tumbuhan*. Tanggerang Selatan: Pusat Penerbit Universitas Terbuka.

Anggorowati, S. 2010. *Fisiologi Tumbuhan*. Tanggerang Selatan: Pusat Penerbit Universitas Terbuka.

Arimbawa, I. Dan Wayan, P. 2016. Dasar Dasar Agronomi. *Fakultas Pertanian, Universitas Udayana Denpasar*.

Byju's. 2019. "Cyclic and Non Cyclic Photophosphorylation", https://byjus.com/biology/cyclic-and-non-cyclic-photophosphorylation/, diakses pada 24 November 2023.

Cpm Blog. 2012. "Fotofosforilasi Siklik dan Non Siklik", https://goresananakkuliah.blogspot.com/2012/05/fotofosforilasi-siklik-dan-non-siklik.html, diakses pada 24 November 2023.

Fauziah. 2021. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jawa Timur: Biru Atmajaya.

Handoko A, Dan Rizki M. A. 2020. *Buku Bahan Ajar Fisiologi Tumbuhan.* Lampung: UIN Raden Intan.

Harahap, Syawal., Walida, H., dan Arman, I. 2021. *Dasar-dasar Agronomi Pertanian*. CV. Mitra Cendekia Media.

Khairuna. 2019. Fisiologi Tumbuhan [diklat]. Medan: Universitas Islam Negeri Sumatra Utara.

Ludong, D. Dan Ai, N. S. 2023. E-book Fisiologi Tumbuhan. Bandung: Widina Media Utama.

Nurhayati, D. R. 2021. *Pengatar Nutrisi Tanaman*. Surakarta: Unisri Press.

Purba, T. dkk. 2021. *Tanah Dan Nutrisi Tanaman*. Medan: Yayasan Kita Menulis.

Salisbury, F.B., and C.W. Ross. 1992. *Fisiologi Tumbuhan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Tamam, B. 2017. "23 Perbedaan Tanaman C3, C4, dan CaM", https://generasibiologi.com/2017/08/perbedaan-tumbuhan-tanaman-c3-c4-dan-cam.html, diakses pada 24 November 2023.

PROFIL PENULIS

Getrudis Wilhelmina Nau, S.Pd., M.Si

Penulis lahir di Kupang, 18 Maret 1991. Menamatkan pendidikan dasar pada tahun 2022 di SD GMIT Nefomeu, Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS). SMP pada tahun 2005 di SMPK St. Yoseph Freinademetz Kapan, Kabupaten TTS dan SMA pada tahun 2008 di SMAK Giovanni Kupang. Lulus S1 pada tahun 2012 di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Katolik Widya Mandira Kupang. Lulus S2 pada tahun 2017 di Program Pascasarjana FMIPA Universitas Brawijaya Malang. Saat ini aktif sebagai pengajar matakuliah anatomi tumbuhan, fisiologi tumbuhan, ekologi tumbuhan, ekologi pesisir pantai dan seminar ilmiah di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.

FISIOLOGI TUMBUHAN

Buku ini berisi materi fisiologi tumbuhan dengan tujuan untuk memperkaya bahan bacaan mahasiswa pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan terkhususnya bidang Pendidikan Biologi serta masyarakat luas peminat kajian fisiologi tumbuhan. Secara umum materi dalam buku ini mencakup: pendahuluan, yang mengkaji tentang pengantar fisiologi tumbuhan, ruang lingkup dan kaitan ilmu fisiologi tumbuhan dengan ilmu lain; segala proses fisiologis tubuh tumbuhan seperti kaitan antara tumbuhan dan air; pertukaran gas dan transpirasi; proses respirasi, proses fotosintesis, nutrisi yang dibutuhkan tumbuhan; zat pengatur tumbuh dan gerak tumbuh; serta pertumbuhan dan perkembangan.

Penerbit widina
www.penerbitwidina.com

ISBN 978-623-500-002-2
9 786235 000022