Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan

[PENTING]

Tajuk perlu ditulis dengan jelas dan spesifik, sesuai dengan tema yang diketengahkan, agar pembaca dapat memahami isi kandungan yang akan disampaikan.

ANIS SYAHIRAH ANUAR

[PENTING]

Penulis hendaklah tidak melebihi daripada lima orang. Walau bagaimanapun, jumlah penulis tiga orang ke bawah adalah digalakkan bagi membolehkan buku tersebut dicalonkan untuk mana-mana anugerah.

KANDUNGAN

|  |
| --- |
| *Senarai Jadual (sekiranya melebihi tiga) ………….5* |
| *Senarai Gambar (sekiranya melebihi tiga) ………….7* |
| *Senarai Rajah (sekiranya melebihi tiga) ………….9* |
| *Senarai Singkatan (jika ada) ………….11* |
| Prakata ………….13 |
| Pendahuluan……….15 |
| Bab 1: Asas Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan………….20 |
| Bab 2: Struktur Sel dan Komponen Utama dalam Tumbuhan………….45 |
| Bab 3: Proses Fisiologi dalam Penghasilan Tenaga Tumbuhan……………65 |
| Bab 4: Fisiologi Tumbuhan dalam Menangani Tekanan Persekitaran……………85 |
| Bab 5: Inovasi dalam Pengawalan Hormon Tumbuhan ……………94 |
| Penutup.........115 |
| *Rujukan*……………*125* |
| *Indeks*……………*135* |

[PENTING]

Bagi sesebuah buku karya asli, penulis perlu menyediakan

sekurang-kurangnya lima bab, tidak termasuk bab pengenalan dan bab penutup.

SENARAI JADUAL

|  |  |
| --- | --- |
| Jadual 1.1 | Lima Komponen Utama Struktur Sel Tumbuhan …… 30 |
| Jadual 1.2 | Teknik Penyediaan Tanah untuk Pelbagai Jenis Tanaman …… 36 |
| Jadual 2.1 | Kriteria Pemilihan Benih Berkualiti Tinggi …… 44 |
| Jadual 2.2 | Strategi Pengurusan Perosak dan Penyakit Tanaman……52 |
| Jadual 3.1 | Senarai Teknologi Pertanian Moden Mengikut Keberkesanan ……60 |
| Jadual 4.1 | Perbandingan Hasil Tanaman Komersial Mengikut Teknik Penanaman ……70 |

[PENTING]

Senarai jadual (jika ada), penomboran jadual hendaklah disusun berdasarkan bab.

SENARAI GAMBAR

|  |  |
| --- | --- |
| Gambar 1.1 | Struktur Jaringan Tumbuhan………… 38 |
| Gambar 1.2 | Penggunaan Alat Manual dalam Penyediaan Tanah ………… 39 |
| Gambar 3.1 | Pemilihan dan Penjagaan Benih………… 46 |
| Gambar 3.2 | Benih Berkualiti Tinggi yang Sedia………… 47 |
| Gambar 4.1 | Ladang Tanaman Padi di Kawasan Luar Bandar ……… 49 |

[PENTING]

Senarai gambar (jika ada), penomboran gambar hendaklah disusun berdasarkan bab.

SENARAI RAJAH

|  |  |
| --- | --- |
| Rajah 1.1 | Sistem Pengairan Tradisional dalam Pertanian ………… 32 |
| Rajah 2.1 | Kepentingan Komponen Utama dalam Sel Tumbuhan………… 38 |
| Rajah 2.3 | Teknik Penyediaan Tanah Berdasarkan Jenis ………… 39 |
| Rajah 3.1 | Proses Pemantauan dan Penjagaan Tanaman ………… 46 |

[PENTING]

Senarai rajah (jika ada), penomboran rajah hendaklah disusun berdasarkan bab.

[PENTING]

Pengarang perlu menggunakan rupa huruf *Times New Roman*,12 poin (rumi) atau/dan *Traditional Arabic,*16 poin (Arab/Jawi) pada keseluruhan manuskrip.Teks hendaklah ditaip dalam langkau dua baris (*double* *spacing)*.

PRAKATA

[PENTING]

Maklumat yang diperlukan ini ditulis oleh penulis untuk memberikan penerangan ringkas mengenai kandungan buku, latar belakang penulisan, serta penghargaan kepada pihak yang telah memberi sokongan dan bantuan dalam proses penghasilan buku ini.

Segala puji dan syukur ke hadirat Allah s.w.t. yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, membolehkan penyelesaian buku ini. Buku yang berjudul Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan disusun dengan tujuan untuk memberikan pemahaman yang mendalam mengenai struktur dan fungsi tumbuhan, serta bagaimana faktor biologi dan persekitaran mempengaruhi pertumbuhannya. Dalam konteks pertanian moden dan penyelidikan biologi, pemahaman tentang anatomi dan fisiologi tumbuhan adalah asas penting bagi meningkatkan hasil pertanian dan kelestarian ekosistem.

Buku ini merangkumi asas-asas anatomi tumbuhan, mekanisme fisiologi utama, serta bagaimana kedua-dua aspek ini berperanan dalam proses pertumbuhan dan penghasilan produk pertanian. Selain itu, buku ini turut membincangkan bagaimana tumbuhan beradaptasi dengan persekitarannya, dan aplikasi pengetahuan ini dalam bidang pertanian serta bioteknologi untuk meningkatkan produktiviti tanaman.

Setinggi-tinggi penghargaan diucapkan kepada Universiti Sultan Zainal Abidin (UniSZA) atas sokongan teknikal, peralatan, dan dana penyelidikan yang disalurkan (No. Rujukan: UniSZA-GUP-BTT-12-34-567). Terima kasih juga diucapkan kepada Fakulti Biosumber dan Industri Makanan, UniSZA atas sokongan berterusan dan kemudahan yang diberikan dalam penulisan buku ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Penerbit UniSZA yang telah memberi panduan dan sokongan dalam memastikan penerbitan buku ini dapat dilaksanakan. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat kepada para pembaca, sekaligus menjadi sumbangan bermakna dalam pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang anatomi dan fisiologi tumbuhan.

**Anis Syahirah Anuar**

Fakulti Biosumber dan Industri Makanan,

Universiti Sultan Zainal Abidin.

Pendahuluan

Anatomi tumbuhan merupakan salah satu cabang penting dalam bidang biologi yang memfokuskan kajian terhadap struktur dalaman dan luaran tumbuhan secara menyeluruh, dengan tujuan utama untuk memahami bagaimana setiap bahagian tumbuhan berfungsi dan saling berkait dalam menyokong kehidupan tumbuhan itu sendiri. Kajian anatomi ini memberi penekanan kepada pelbagai struktur asas seperti akar, batang, daun, bunga, dan buah, yang mana masing-masing mempunyai fungsi khusus yang menyumbang kepada proses fisiologi dan kelangsungan hidup tumbuhan dalam pelbagai persekitaran. Struktur akar, misalnya, tidak hanya berperanan sebagai alat penyerap air dan mineral dari tanah, malah juga sebagai penyokong fizikal yang memastikan tumbuhan kekal teguh pada tempatnya walaupun dalam keadaan cuaca yang buruk. Batang pula bertindak sebagai penghubung utama yang mengangkut air dan nutrien dari akar ke daun dan sebaliknya mengedarkan hasil fotosintesis ke seluruh bahagian tumbuhan melalui sistem vaskular yang kompleks yang terdiri daripada xilem dan floem. Daun sebagai tapak utama fotosintesis mempunyai struktur unik yang membolehkan penyerapan cahaya matahari secara maksimum serta pertukaran gas yang berkesan, manakala bunga dan buah pula memainkan peranan penting dalam proses pembiakan yang memastikan kesinambungan spesies tumbuhan.

Dalam kajian anatomi tumbuhan, tisu-tisu seperti meristem, parenkim, kolenkim, dan sklerenkim juga diberikan perhatian khusus kerana tisu-tisu ini menyokong pertumbuhan dan kekuatan struktur tumbuhan secara keseluruhan. Melalui pemerhatian dan analisis mendalam terhadap tisu-tisu ini, para penyelidik dapat memahami bagaimana tumbuhan mengadaptasi diri mereka dengan persekitaran yang sentiasa berubah, seperti menghadapi tekanan akibat kemarau, suhu melampau, atau serangan penyakit. Pengetahuan ini sangat berguna dalam bidang pertanian, terutamanya untuk mengembangkan varieti tanaman yang lebih tahan lasak, produktif, dan mampu beradaptasi dengan cabaran perubahan iklim global yang semakin ketara. Selain itu, kajian anatomi tumbuhan juga merupakan asas penting bagi kemajuan bidang bioteknologi tumbuhan, di mana teknologi moden membolehkan manipulasi genetik dan kultur tisu bagi menghasilkan tumbuhan dengan sifat unggul, termasuk daya tahan terhadap penyakit, peningkatan hasil buah, dan ketahanan terhadap keadaan persekitaran yang tidak menguntungkan. Melalui penggunaan teknologi canggih seperti mikroskop elektron dan pencitraan digital, saintis dapat meneroka struktur tumbuhan pada tahap mikroskopik dan molekul, sekaligus membuka ruang untuk penyelidikan inovatif yang boleh diaplikasikan dalam pelbagai sektor seperti pertanian, farmaseutikal, dan pemuliharaan alam sekitar. Pemahaman anatomi juga sangat penting dalam konteks ekologi, di mana ia membantu menjelaskan hubungan antara tumbuhan dengan organisma lain dalam ekosistem, contohnya dalam proses penyerbukan yang melibatkan serangga, burung, atau angin sebagai agen penyebaran biji benih. Ini secara langsung menyumbang kepada usaha pemuliharaan biodiversiti dan pengurusan habitat secara lestari. Selain itu, dengan peningkatan kesedaran terhadap kelestarian alam sekitar, kajian anatomi tumbuhan turut memberikan maklumat berharga untuk mengembangkan amalan pertanian yang lebih mesra alam, termasuk penggunaan sumber air dan tanah secara efisien serta pengurangan penggunaan bahan kimia yang boleh mencemarkan alam sekitar. Dalam bidang pendidikan dan latihan profesional, pengetahuan anatomi tumbuhan membekalkan asas yang kukuh untuk pelajar dan pengamal pertanian dalam mengenal pasti pelbagai masalah tumbuhan seperti kerosakan akibat perosak, penyakit, atau kekurangan nutrien, sekali gus membantu dalam pengambilan tindakan pembetulan yang tepat dan berkesan. Di samping itu, anatomi tumbuhan juga memainkan peranan penting dalam penyelidikan dan pembangunan sumber genetik tumbuhan asli dan liar, yang semakin terancam akibat aktiviti pembangunan dan perubahan guna tanah yang tidak terkawal.

Dengan memahami struktur dan fungsi tumbuhan secara menyeluruh, usaha pemuliharaan dan pengkomersilan tumbuhan yang berpotensi dapat dijalankan secara bersepadu dan berkesan. Pendekatan ini bukan sahaja menyokong kelangsungan ekosistem secara semula jadi, tetapi juga memastikan manfaat ekonomi jangka panjang yang mampan bagi masyarakat dan negara. Kajian anatomi tumbuhan menyediakan asas yang kukuh untuk mengenal pasti bahagian-bahagian tumbuhan yang mempunyai nilai ekologi dan ekonomi, serta bagaimana interaksi antara struktur-struktur tersebut menentukan daya tahan dan adaptasi tumbuhan terhadap pelbagai tekanan persekitaran. Dalam konteks pertanian, pemahaman mendalam tentang anatomi tumbuhan membolehkan pengurusan tanaman yang lebih cekap dan berdaya saing, seperti melalui pemilihan varieti yang tahan penyakit, peningkatan hasil, dan pengoptimuman penggunaan sumber seperti air dan baja.

Di samping itu, anatomi tumbuhan memainkan peranan yang amat penting dalam bidang perubatan tradisional dan farmaseutikal. Banyak tumbuhan mengandungi bahan aktif bioaktif yang penting untuk penghasilan ubat-ubatan, dan kajian terperinci tentang struktur anatomi membantu dalam mengenal pasti bahagian tumbuhan yang mengandungi komponen ini dengan kepekatan yang optimum. Ini membuka peluang kepada penghasilan ubat berasaskan tumbuhan yang lebih selamat, berkesan, dan lestari. Selain itu, pemahaman anatomi juga menyumbang kepada pemeliharaan tumbuhan liar yang mempunyai potensi perubatan, sekaligus memelihara kepelbagaian biologi yang merupakan aset penting dalam penyelidikan sains hayat dan bioteknologi.

Secara keseluruhan, kajian anatomi tumbuhan bukan sahaja menjadi asas kepada ilmu biologi dan fisiologi tumbuhan tetapi juga menjadi elemen kritikal dalam pelbagai aplikasi sains dan teknologi moden. Ia menyokong pembangunan pertanian yang lebih mampan dan inovatif, pemeliharaan alam sekitar, serta kesejahteraan manusia dan masyarakat secara global. Dengan cabaran perubahan iklim yang semakin serius, pengetahuan tentang anatomi tumbuhan membantu kita memahami bagaimana tumbuhan bertindak balas terhadap perubahan suhu, kelembapan, dan faktor persekitaran lain, sekaligus membimbing usaha-usaha untuk membangunkan varieti tumbuhan yang lebih tahan lasak dan adaptif. Melalui kajian ini, kita juga dapat mengenal pasti amalan pengurusan sumber semula jadi yang lebih efisien, menjimatkan penggunaan air dan tenaga serta mengurangkan kesan negatif terhadap ekosistem. Kajian anatomi tumbuhan bukan sahaja membuka ruang kepada pemahaman yang lebih mendalam dan holistik mengenai kehidupan dan fungsi tumbuhan dari peringkat sel sehingga ke tahap organ, malah turut berperanan sebagai asas strategik yang penting dalam pembangunan teknologi hijau dan solusi lestari. Melalui pemahaman yang komprehensif ini, para saintis dan pengamal dapat merangka dan melaksanakan pendekatan inovatif dalam bidang pertanian, pemuliharaan alam sekitar, serta bioteknologi, yang bukan sahaja meningkatkan keberkesanan penggunaan sumber semula jadi tetapi juga mengurangkan kesan negatif terhadap ekosistem. Dengan demikian, kajian anatomi tumbuhan menjadi tonggak utama dalam memastikan kelangsungan alam sekitar yang seimbang dan mampan, sambil pada masa yang sama menyokong kesejahteraan manusia dan masyarakat secara global, khususnya dalam menghadapi cabaran perubahan iklim dan tekanan sumber yang semakin kritikal pada masa hadapan.

.

ASAS STRUKTUR ANATOMI TUMBUHAN

* + 1. Pengenalan

Anatomi tumbuhan merujuk kepada kajian tentang struktur dalaman dan luaran tumbuhan, yang mencakupi pelbagai elemen seperti sel, jaringan, dan organ yang membentuk tumbuhan secara keseluruhan. Struktur asas ini memainkan peranan yang sangat penting dalam memastikan fungsi-fungsi utama tumbuhan, seperti fotosintesis, pengangkutan air dan nutrien, serta pertumbuhan dan perkembangan. Pemahaman mengenai anatomi tumbuhan adalah asas dalam memahami bagaimana tumbuhan berfungsi dan bertindak balas terhadap persekitaran mereka.

Setiap tumbuhan terdiri daripada struktur asas yang saling berkait, yang berfungsi dalam proses-proses fisiologi untuk memastikan kelangsungan hidup dan pertumbuhannya. Dalam bab ini, pembaca akan diperkenalkan kepada elemen-elemen utama dalam struktur tumbuhan, bermula daripada sel-sel tumbuhan, jaringan-jaringan yang membentuk akar, batang, dan daun, hingga kepada organ-organ yang lebih kompleks. Pemahaman yang mendalam tentang struktur-struktur asas ini adalah penting untuk kajian lebih lanjut dalam bidang biologi tumbuhan serta aplikasi dalam pertanian dan bioteknologi (Kamaruddin, 2015).

* + 1. Sel Tumbuhan sebagai Unit Asas Struktur Anatomi

Menurut Kamaruddin (2015), sel tumbuhan adalah unit asas yang membentuk semua struktur dalam tumbuhan. Setiap sel tumbuhan dilindungi oleh dinding sel yang kuat, yang memberikan sokongan dan melindungi isi sel daripada tekanan luaran. Sel tumbuhan mempunyai ciri-ciri unik yang membezakannya daripada sel haiwan, antaranya adanya kloroplas, vakuol, dan dinding sel yang diperbuat daripada selulosa. Struktur sel ini sangat penting dalam menjalankan fungsi-fungsi fisiologi tumbuhan seperti fotosintesis, penyimpanan air, dan pengangkutan bahan-bahan penting.

Sel tumbuhan terdiri daripada beberapa komponen utama, termasuk membran plasma, sitoplasma, inti, dan organel-organel seperti mitokondria, ribosom, dan badan Golgi. Kloroplas, yang mengandungi klorofil, berperanan penting dalam proses fotosintesis, di mana tenaga cahaya ditukarkan menjadi tenaga kimia. Vakuol, pula, menyimpan air dan bahan-bahan terlarut yang diperlukan untuk mengekalkan tekanan osmosis dalam sel.

Setiap jenis sel dalam tumbuhan mempunyai fungsi khusus yang menyokong keperluan tumbuhan dalam persekitarannya. Menurut Esau (1977), sel parenkim berperanan dalam fotosintesis dan penyimpanan, manakala sel sklerenkim, menurut Taiz dan Zeiger (2010), berfungsi untuk memberikan sokongan mekanikal kepada tumbuhan. Pemahaman tentang sel tumbuhan adalah asas untuk memahami bagaimana tumbuhan tumbuh, berkembang, dan bertindak balas terhadap persekitarannya.

[PENTING]

Penulis mesti memastikan bahawa setiap entri dalam senarai rujukan ini dirujuk dalam teks.

اُدْعُ إِلَىَ سَبِيِلِ رَبِّكَ بِالْحِكْمَةِ وَالْمَوْعِظَةِ الْحَسَنَةِ وَجَدِلْهُو بِالَّتِى هِىَ أَحْسَنُ إِنَّ رَبَّكَ هُوَ أَعْلَمُ بِمَن ضَلَّ عَن سَبِيلِه وَهُوَ أَعْلَمُ بِالْمُهْـــتَدِينَ

Maksudnya:

Serulah (manusia) kepada jalan Tuhan-mu dengan hikmah dan pelajaran yang baik dan bantahlah mereka dengan cara yang baik. Sesungguhnya Tuhanmu Dialah yang lebih mengetahui tentang siapa yang tersesat dari jalan-Nya dan Dialah yang lebih mengetahui orang-orang yang mendapat petunjuk.

(An-Nahl:125)

[PENTING]

Petikan ayat al-Quran dan hadis disantak dalam perenggan baharu dan tidak diletakkan dalam teks induk. Sumbernya ditaip di bawah maksud al-Quran dan hadis. Format terjemahan ditaip sama seperti format teks dan diensot selaras dengan petikan ayat al-Quran dan hadis. Bagi petikan hadis, cukup dimasukkan periwayat dan tahun terbit bagi rujukan di dalam teks.

* + - 1. Struktur Sel Tumbuhan

Sel tumbuhan merupakan unit asas yang membentuk tubuh tumbuhan dan memainkan peranan yang amat penting dalam memastikan kelangsungan hidup serta pertumbuhannya. Setiap sel terdiri daripada pelbagai komponen yang berfungsi secara sinergistik bagi menyokong aktiviti fisiologi utama seperti fotosintesis, pengangkutan air dan nutrien, serta penyimpanan bahan-bahan penting. Gambar 1.1 menunjukkan komponen utama dalam sel tumbuhan, termasuk dinding sel, membran plasma, kloroplas, vakuol, dan nukleus. Setiap komponen ini mempunyai fungsi khas yang mendalam dalam memastikan kelangsungan hidup tumbuhan, menyokong proses-proses fisiologi seperti fotosintesis, pengangkutan nutrien, penyimpanan air, dan pembahagian sel.



Gambar 1.1: Struktur Jaringan Tumbuhan

Sumber: Grace Eirin, 2023

[PENTING]

Tajuk gambar hendaklah ditaip di bawah gambar (centre) tanpa diakhiri dengan sebarang tanda baca. Penomboran gambar hendaklah disusun berdasarkan bab.

Penggunaan rajah, gambar, ilustrasi, dan sebagainya yang dipetik atau diambil daripada sumber luar (selain penulis) harus memperoleh kebenaran daripada pemilik hak cipta dan menyatakan sumbernya dengan jelas.

* + - 1. Jaringan Tumbuhan

# Jaringan tumbuhan adalah sekumpulan sel yang mempunyai struktur dan fungsi yang serupa, bekerjasama untuk menjalankan tugas tertentu dalam tubuh tumbuhan. Tumbuhan terdiri daripada beberapa jenis jaringan yang memiliki peranan yang sangat penting dalam pertumbuhan, pengangkutan, dan perlindungan. Jaringan tumbuhan boleh dibahagikan kepada dua kategori utama iaitu jaringan meristematik dan jaringan dewasa. Setiap jenis jaringan ini mempunyai ciri-ciri dan fungsi tersendiri yang menyokong keperluan tumbuhan dalam persekitarannya.

Jaringan tumbuhan adalah sekumpulan sel yang mempunyai struktur dan fungsi yang serupa, bekerjasama untuk menjalankan tugas tertentu dalam tubuh tumbuhan. Tumbuhan terdiri daripada beberapa jenis jaringan yang memiliki peranan yang sangat penting dalam pertumbuhan, pengangkutan, dan perlindungan. Jaringan tumbuhan boleh dibahagikan kepada dua kategori utama iaitu jaringan meristematik dan jaringan dewasa. Setiap jenis jaringan ini mempunyai ciri-ciri dan fungsi tersendiri yang menyokong keperluan tumbuhan dalam persekitarannya.

Jadual ‎1.1 Lima Komponen Utama Struktur Sel Tumbuhan

|  |  |
| --- | --- |
| Jenis Jaringan | Fungsi dan Penjelasan |
| Jaringan Meristematik | - Meristem Apikal: Bertanggungjawab untuk pertumbuhan tumbuhan yang memanjang. - Meristem Lateral: Menghasilkan pertumbuhan diameter atau ketebalan batang dan akar (contohnya, kambium vaskular).  |
| Jaringan Epidermis | Lapisan luar tumbuhan yang melindungi tumbuhan daripada kecederaan fizikal, mengawal kehilangan air melalui stomata dan lentisel. |
| Jaringan Vaskular | - Xilem: Membawa air dan mineral dari akar ke seluruh tubuh tumbuhan. - Floem: Mengangkut produk fotosintesis dari daun ke bahagian tumbuhan yang lain. |
| Jaringan Parenkim | Sel-sel parenkim mempunyai ruang interselular yang besar untuk pengaliran gas dan juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan air dan bahan makanan seperti kanji. |
| Jaringan Skuerenkim dan Kolenkim | - Skuerenkim: Memberi sokongan mekanikal kerana sel-selnya keras dan tebal. - Kolenkim: Memberi sokongan fleksibel kepada tumbuhan muda yang masih dalam pertumbuhan aktif. |

[PENTING]

Nombor dan tajuk jadual hendaklah ditaip di atas jadual (centre), tanpa diakhiri dengan sebarang tanda baca. Penomboran jadual hendaklah disusun berdasarkan bab.

Struktur Sel dan Komponen Utama dalam Tumbuhan

* + 1. Pengenalan

Struktur sel tumbuhan adalah asas kepada semua fungsi fisiologi yang berlaku dalam tumbuhan. Sel tumbuhan mempunyai komponen utama yang berfungsi untuk memastikan kelangsungan hidup dan perkembangan tumbuhan. Setiap komponen ini memainkan peranan penting dalam pengangkutan bahan, penghasilan tenaga, penyimpanan nutrien, dan perlindungan terhadap tekanan persekitaran.

Tiga komponen utama dalam sel tumbuhan adalah dinding sel, kloroplas, dan vakuola. Dinding sel memberikan bentuk dan sokongan kepada sel tumbuhan, melindungi sel daripada ancaman fizikal, dan memainkan peranan penting dalam mengekalkan integriti sel. Dinding sel ini terdiri daripada selulosa yang menyediakan keteguhan struktur. Kloroplas, yang terdapat dalam sel-sel daun, adalah tempat berlangsungnya fotosintesis, proses yang membekalkan tenaga kepada tumbuhan. Kloroplas mengandungi klorofil yang menyerap cahaya matahari untuk menghasilkan glukosa. Vakuola pula adalah ruang besar yang mengandungi air, garam, dan bahan-bahan lain, serta berfungsi untuk mengekalkan tekanan turgor dalam sel, yang penting untuk kestabilan struktur tumbuhan. Vakuola juga berperanan dalam penyimpanan bahan makanan dan pembuangan sisa-sisa sel.

Selain itu, terdapat juga komponen lain yang menyokong fungsi sel tumbuhan seperti mitokondria, yang menghasilkan tenaga melalui respirasi sel, dan nukleus, yang mengawal sel dengan mengandungi bahan genetik tumbuhan (DNA).

* + - 1. Kepentingan Komponen Utama dalam Sel Tumbuhan

Pemahaman mengenai struktur dan fungsi komponen-komponen utama dalam sel tumbuhan sangat penting untuk memahami bagaimana tumbuhan beradaptasi dengan persekitaran dan berfungsi secara keseluruhan. Komponen utama dalam sel tumbuhan memainkan peranan yang amat penting dalam memastikan kelangsungan hidup tumbuhan. Setiap komponen ini memiliki fungsi tertentu yang saling berkait antara satu sama lain untuk menyokong aktiviti fisiologi sel tumbuhan.Rajah 2.1 menunjukkan struktur dan peranan komponen utama dalam sel tumbuhan, serta fungsi dan interaksi setiap komponen dalam memastikan kelangsungan hidup dan pertumbuhan tumbuhan.

Dinding sel, sebagai lapisan luar sel, berfungsi untuk memberikan sokongan, perlindungan, dan mengekalkan bentuk sel. Ia juga mengawal aliran bahan melalui membran sel. Kloroplas, yang terdapat dalam sel tumbuhan, mengandungi klorofil yang membolehkan tumbuhan melakukan fotosintesis. Proses ini adalah kunci dalam penghasilan tenaga bagi tumbuhan untuk terus berkembang. Seterusnya, vakuola yang terdapat dalam sel tumbuhan mempunyai peranan untuk menyimpan air, nutrien, dan bahan buangan. Fungsi utama vakuola adalah untuk mengekalkan tekanan turgor yang penting dalam memastikan sel tetap tegap dan berfungsi dengan baik.

Mitochondria, yang dikenali sebagai loji tenaga sel, menghasilkan ATP melalui proses respirasi sel yang memberikan tenaga kepada sel tumbuhan. Selain itu, nukleus dalam sel mengandungi DNA yang mengawal aktiviti sel dan proses pembahagian sel, serta menyimpan maklumat genetik yang diperlukan untuk pertumbuhan dan pembiakan. Oleh itu, setiap komponen dalam sel tumbuhan mempunyai peranan kritikal dalam menyokong kehidupan dan perkembangan tumbuhan.



Rajah 2.1. Kepentingan Komponen Utama dalam Sel Tumbuhan

[PENTING]

Tajuk rajah hendaklah ditaip di bawah rajah (centre) tanpa diakhiri dengan sebarang tanda baca. Penomboran rajah hendaklah disusun berdasarkan bab.

Penggunaan rajah, gambar, ilustrasi, dan sebagainya yang dipetik atau diambil daripada sumber luar (selain penulis) harus memperoleh kebenaran daripada pemilik hak cipta dan menyatakan sumbernya dengan jelas.

penutup

Kajian mengenai struktur anatomi tumbuhan adalah satu asas penting dalam memahami bagaimana tumbuhan berfungsi sebagai entiti biologi yang kompleks. Ia memberikan wawasan terhadap bagaimana komponen-komponen asas seperti sel, jaringan, dan organ tumbuhan saling berinteraksi untuk menyokong kelangsungan hidup dan perkembangan tumbuhan. Setiap komponen ini memainkan peranan penting dalam memastikan tumbuhan mampu menjalankan fungsi-fungsi utama seperti fotosintesis, pengangkutan air dan nutrien, serta penyimpanan bahan penting untuk kelangsungan fisiologi. Kefahaman yang mendalam terhadap aspek ini tidak hanya relevan dari sudut teori, malah penting untuk pelbagai aplikasi praktikal dalam kehidupan manusia.

Sel tumbuhan, sebagai unit asas struktur, adalah contoh terbaik bagaimana elemen-elemen mikroskopik boleh menyokong proses-proses makroskopik dalam tumbuhan. Fungsi utama komponen seperti kloroplas, dinding sel, dan vakuola mencerminkan sifat holistik sistem tumbuhan yang mampu bertahan dalam pelbagai kondisi persekitaran. Interaksi antara jaringan seperti jaringan vaskular, parenkim, dan epidermis pula memastikan tumbuhan dapat menyesuaikan diri dengan tekanan biotik dan abiotik, menjadikan tumbuhan sebagai komponen penting dalam ekosistem global. Kefahaman terhadap interaksi ini bukan sahaja memberi nilai tambah kepada ilmu biologi tetapi juga menyumbang kepada peningkatan kualiti hidup manusia.

Aplikasi ilmu anatomi tumbuhan ini amat meluas dan menyentuh pelbagai bidang, termasuk pertanian, bioteknologi, dan pemuliharaan alam sekitar. Dalam sektor pertanian, pengetahuan tentang struktur tumbuhan telah menghasilkan pelbagai inovasi seperti teknik penanaman yang lebih efektif, kaedah pengurusan tanaman yang mampan, dan pembangunan varieti tumbuhan yang tahan terhadap penyakit serta perubahan cuaca. Dalam bioteknologi pula, struktur dan fungsi sel tumbuhan menjadi asas kepada penghasilan produk-produk inovatif seperti biofuel, bioplastik, dan bahan farmaseutikal. Di samping itu, ilmu ini juga membantu dalam usaha memelihara spesies tumbuhan yang terancam dan memulihkan kawasan ekosistem yang terganggu akibat aktiviti manusia.

Dalam konteks cabaran global seperti perubahan iklim, kekurangan sumber makanan, dan peningkatan populasi, kajian terhadap struktur anatomi tumbuhan terus relevan dan amat diperlukan. Misalnya, pemahaman tentang bagaimana tumbuhan bertindak balas terhadap tekanan seperti kemarau atau suhu yang melampau boleh membantu saintis menghasilkan varieti tanaman yang lebih tahan lasak. Pengetahuan ini juga menyumbang kepada pembangunan sistem pertanian mampan yang mampu memenuhi keperluan makanan global tanpa menjejaskan kelestarian sumber alam.

Selain itu, kajian ini juga penting dalam konteks pendidikan dan pembangunan modal insan. Ia bukan sahaja memberikan pengetahuan asas kepada pelajar yang berminat dalam bidang biologi, tetapi juga melahirkan penyelidik dan profesional yang dapat menyumbang kepada pembangunan negara melalui penyelesaian inovatif kepada isu-isu semasa. Dengan pemahaman yang mendalam, generasi akan datang akan lebih bersedia untuk menguruskan cabaran berkaitan ekosistem, sumber makanan, dan kelestarian alam sekitar.

Di samping itu, kajian yang mendalam terhadap anatomi tumbuhan turut menyediakan asas yang kukuh untuk memahami proses evolusi yang berlaku dalam tumbuhan dari zaman ke zaman. Melalui analisis struktur dan fungsi organ, kita dapat menjejaki adaptasi unik yang memungkinkan tumbuhan bertahan dalam pelbagai persekitaran, sama ada di kawasan kering seperti gurun mahupun di kawasan lembap seperti hutan hujan tropika. Pengetahuan ini seterusnya menjadi panduan untuk memahami hubungan ekologi antara tumbuhan dan organisma lain yang bergantung padanya, termasuk manusia.

Tambahan pula, pemahaman terhadap anatomi tumbuhan membuka peluang kepada kemajuan dalam bidang teknologi hijau. Sebagai contoh, dengan meniru struktur dan mekanisme fotosintesis yang berlaku dalam daun, penyelidik kini berupaya membangunkan panel solar yang lebih cekap dan mampan. Inisiatif ini bukan sahaja menyumbang kepada usaha mengurangkan kebergantungan kepada bahan api fosil tetapi juga membantu mengurangkan kesan negatif aktiviti manusia terhadap alam sekitar.

Dalam konteks penyelidikan saintifik, kajian anatomi tumbuhan turut mendorong kerjasama antara pelbagai disiplin seperti genetik, biokimia, dan ekologi. Sinergi antara bidang-bidang ini membolehkan penyelidik menghasilkan pendekatan yang lebih holistik untuk menangani masalah global. Sebagai contoh, integrasi antara anatomi tumbuhan dan teknologi genomik telah membawa kepada penghasilan tanaman yang lebih produktif dan tahan penyakit, sekali gus meningkatkan keselamatan makanan di peringkat global.

Di samping itu, anatomi tumbuhan juga memainkan peranan penting dalam memperkaya aspek budaya dan seni, khususnya dalam seni landskap dan hortikultur. Pengetahuan tentang struktur tumbuhan membantu dalam mencipta taman-taman yang bukan sahaja estetika tetapi juga berfungsi sebagai kawasan perlindungan biodiversiti. Dengan memahami keperluan dan sifat-sifat spesifik tumbuhan, manusia dapat memelihara hubungan harmoni antara pembangunan bandar dan kelestarian ekosistem.

Secara keseluruhannya, anatomi tumbuhan bukan hanya sekadar satu cabang ilmu biologi, tetapi ia merupakan teras kepada pemahaman ekosistem dan kelangsungan hidup manusia di muka bumi. Setiap komponen dalam struktur tumbuhan adalah bukti kebijaksanaan ciptaan alam yang kompleks tetapi harmoni, di mana semua elemen saling bergantung untuk mencapai keseimbangan ekologi. Oleh itu, pemahaman tentang anatomi tumbuhan perlu terus diperkukuh, bukan sahaja untuk pembangunan ilmu pengetahuan tetapi juga untuk memastikan kelangsungan hidup dan kesejahteraan generasi masa depan. Usaha yang berterusan dalam kajian ini akan membuka jalan kepada lebih banyak penemuan, inovasi, dan penyelesaian yang mampu menangani cabaran global serta menyumbang kepada keseimbangan antara keperluan manusia dan kelestarian alam sekitar.

RUJUKAN

Anon. 2016. Penerbit UniSZA dan Perbadanan Kota Buku jalin kerjasama. *Buletin UniSZA* 17: 32.

American Heart Association. 2005. American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. Circulation 112 (22), Supplement 1: 1-136. http://circ.ahajournals.org. [March 5th 2008].

Arena Wati. 1991. *Memoir Arena Wati: Enda Gulingku.* Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.

al-Bugho, M.t.th. *Athar al-Adillah al-Mukhtalif fīhā*. Damascus: dār al-Imam al-Bukhari.

Fraleigh, J.B. 1988. *Kursus Pertama Aljabar Niskala*. Terj. Abu Osman Md. Tap & Abdul Razak Salleh. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.

Grace Eirin. (2023). Struktur Jaringan Tumbuhan. *Majalah Bobo*, Jakarta: Gramedia.

Howie, J. 1977. Topics in the theory of groupoids. Tesis Dr. Fal, University of London.

IAEA. 1995. *Coordinated Research Programme on Assessment of Environmental Exposure to Mercury in Selected Human Populations.* Vienna: International Atomic Energy Agency.

Kadir Arifin, Jamaluddin Md. Jahi, Abu Bakar Che Man, Ismail Bahari & Abd Rahim Md Nor. 2003. Perlaksanaan sistem pengurusan keselamatan dan kesihatan pekerjaan (OHSAS 18001:1999) di Malaysia: isu dan cabaran. *Prosiding Pengurusan Persekitaran 2003*, hlm. 107–115.

Law Chung Lim, Siti Masrinda Tasirin & Wan Ramli Wan Daud. 2003. A new drying model based on drying periods. *Drying Technology* 21(9): 1703–1722.

Malaysia. 1981. Akta Tanah (Kawasan Penempatan berkelompok) (Pindaan) 1981. *Warta Kerajaan 25* (8 Tambahan 1).

Mann, A.E. 1968. The palaeodemography of Australopithecus. Disertasi Dr. Fal, University of California, Berkeley.

Narimah Daud. 2015. Conservation and tourism in Tasik Chini from the perspective of MNS. Dlm. Mohd Ekhwan Toriman (pnyt.) *River Basin and Natural Lake Management.* Kuala Terengganu: Penerbit UniSZA.

Shaharir Mohamad Zain. 1990. *Beberapa Masalah Permulaan dalam Sains Hayat dan Perubatan.* Edisi ke-2. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.

Suffian A. Bakar. 2005. Pemegang saham syer rombak Lembaga Pengarah.  *Berita Harian,* 5 Ogos: 17.

al-Tabari, Abu Ja’far Muhammad ibn Jarir. t.th.  *Ikhtilaf al-fuqaha’*. Bayrut: Dar al Kutub al-‘Illmiyyah.

al-Zuḥaylī, M. M. 2000. *Al-Tadarruj Fī al-Tashrī’ Wa al-Taṭbīq Fī al-Sharī’ah al-Islāmiyyah*. Dimashq: Dar al-Qalam.

[PENTING]

Gunakan sistem pengarang tarikh mengikut gaya Penerbit UniSZA. Penulis perlu memastikan bahawa setiap entri dalam senarai rujukan ini dirujuk dalam teks. Senarai rujukan disusun mengikut abjad melainkan al-Quran. Bagi rujukan seperti al-Bugho , Ibn Zain, susunan rujukan perlu dilakukan mengikut urutan abjad berdasarkan nama pengarang selepas "al-".

Indeks

A

a wave

afterload

anginaangina pectoris

aorta

S

second right intercostal space

stenosis

sternal

angle

boarder

[PENTING]

Indeks ialah senarai kata nama atau kata masukan yang dihurai, ditakrif, dan dijelaskan. Ia merupakan daftar kata **penting** yang disusun mengikut abjad. Kata masukan utama disusun mengikut urutan abjad, manakala sub-kata masukan pula disusun mengikut abjad di bawah kata masukan utama.

Biodata

**ANIS SYAHIRAH ANUAR** merupakan seorang Profesor di Fakulti Biosumber dan Industri Makanan, UniSZA. Beliau memperoleh Ijazah Sarjana Muda Sains dalam bidang Fisiologi Tumbuhan daripada University of California, Amerika Syarikat pada tahun 2003. Beliau kemudian melanjutkan pengajian ke peringkat Ijazah Sarjana dalam bidang Agronomi di Wageningen University & Research, Belanda pada tahun 2006. Pada tahun 2010, Anis dianugerahkan Ijazah Doktor Falsafah (Ph.D.) dalam bidang Pomologi daripada Cornell University, Amerika Syarikat.

Kepakaran beliau terfokus kepada fisiologi tumbuhan, agronomi mampan, serta teknologi inovasi dalam meningkatkan kualiti dan hasil buah-buahan tropika. Hasil penyelidikannya telah diterbitkan dalam pelbagai jurnal berimpak tinggi dan beliau sering dijemput untuk membentangkan kertas kerja di persidangan antarabangsa. Di samping itu, beliau aktif terlibat dalam kerjasama penyelidikan bertaraf antarabangsa yang bertujuan untuk memajukan sistem agronomi lestari dan memperkukuhkan daya saing sektor pertanian.

[PENTING]

**Biografi ringkas pengarang**. Bagi karya yang ditulis oleh tiga orang pengarang dan ke bawah akan diletakkan di kulit belakang modul. Bagi karya yang ditulis oleh lebih dari tiga orang pengarang akan diletakkan di bahagian akhiran selepas indeks.