



Kenali Lebih Jauh Tentang Tumbuhan

ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA) PAKET B SETARA SMP/MTs KELAS VIII



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat
Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan
Tahun 2018

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) Paket B Setara SMP/MTs Kelas VIII
Modul Tema 8 : Kenali Lebih Jauh Tentang Tumbuhan

■ **Penulis:** Ir. Danang Setiyono

■ **Diterbitkan oleh:** Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan-
Ditjen Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat-Kementerian Pendidikan dan
Kebudayaan, 2018

vi+ 44 hlm + ilustrasi + foto; 21 x 28,5 cm

Modul Dinamis: Modul ini merupakan salah satu contoh bahan ajar pendidikan kesetaraan yang berbasis pada kompetensi inti dan kompetensi dasar dan didesain sesuai kurikulum 2013. Sehingga modul ini merupakan dokumen yang bersifat dinamis dan terbuka lebar sesuai dengan kebutuhan dan kondisi daerah masing-masing, namun merujuk pada tercapainya standar kompetensi dasar.

Kata Pengantar

Pendidikan kesetaraan sebagai pendidikan alternatif memberikan layanan kepada masyarakat yang karena kondisi geografis, sosial budaya, ekonomi dan psikologis tidak berkesempatan mengikuti pendidikan dasar dan menengah di jalur pendidikan formal. Kurikulum pendidikan kesetaraan dikembangkan mengacu pada kurikulum 2013 pendidikan dasar dan menengah hasil revisi berdasarkan peraturan Mendikbud No.24 tahun 2016. Proses adaptasi kurikulum 2013 ke dalam kurikulum pendidikan kesetaraan adalah melalui proses kontekstualisasi dan fungsionalisasi dari masing-masing kompetensi dasar, sehingga peserta didik memahami makna dari setiap kompetensi yang dipelajari.

Pembelajaran pendidikan kesetaraan menggunakan prinsip flexible learning sesuai dengan karakteristik peserta didik kesetaraan. Penerapan prinsip pembelajaran tersebut menggunakan sistem pembelajaran modular dimana peserta didik memiliki kebebasan dalam penyelesaian tiap modul yang di sajikan. Konsekuensi dari sistem tersebut adalah perlunya disusun modul pembelajaran pendidikan kesetaraan yang memungkinkan peserta didik untuk belajar dan melakukan evaluasi ketuntasan secara mandiri.

Tahun 2017 Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan, Direktorat Jendral Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat mengembangkan modul pembelajaran pendidikan kesetaraan dengan melibatkan pusat kurikulum dan perbukuan kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru dan tutor pendidikan kesetaraan. Modul pendidikan kesetaraan disediakan mulai paket A tingkat kompetensi 2 (kelas 4 Paket A). Sedangkan untuk peserta didik Paket A usia sekolah, modul tingkat kompetensi 1 (Paket A setara SD kelas 1-3) menggunakan buku pelajaran Sekolah Dasar kelas 1-3, karena mereka masih memerlukan banyak bimbingan guru/tutor dan belum bisa belajar secara mandiri.

Kami mengucapkan terimakasih atas partisipasi dari Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru, tutor pendidikan kesetaraan dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan modul ini.

Jakarta, Desember 2018
Direktur Jenderal

Harris Iskandar

Daftar Isi

Kata Pengantar.....	iii
Daftar Isi	iv
MODUL 8 KENALI LEBIH JAUH TENTANG TUMBUHAN	v
Petunjuk Penggunaan MODUL	v
Tujuan Yang Diharapkan Setelah Mempelajari MODUL.....	v
Pengantar MODUL	vi
UNIT 1 BAGIAN-BAGIAN TUMBUHAN	1
A. Uraian Materi	1
B. Penugasan	7
C. Uraian Materi	11
UNIT 2 TEKNOLOGI TERINSPIRASI	11
A. Uraian Materi	11
B. Penugasan	23
RANGKUMAN	28
SARAN REFERENSI.....	31
SOAL-SOAL	32
A. Soal Pilihan Ganda.....	32
B. Soal Essay.....	38
KUNCI JAWABAN	40
A. Soal Pilihan Ganda.....	43
B. Soal Essay.....	44
PEDOMAN PENILAIAN.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	50

KENALI LEBIH JAUH TENTANG TUMBUHAN

Petunjuk Penggunaan MODUL

Sebelum peserta didik memulai mempelajari isi modul ini, terlebih dahulu perhatikan beberapa petunjuk penggunaan modul berikut ini:

1. Bacalah dengan seksama bagian tujuan dan pengantar modul ini, agar peserta didik dapat memahami ruang lingkup materi yang dibahas, target capaian, serta bagaimana teknis mempelajarinya.
2. Bacalah dengan baik materi yang disajikan pada masing-masing kegiatan belajar (setiap unitnya). Catatlah kata-kata kunci yang dianggap penting, atau kosa kata yang kurang dipahami, kemudian lihat penjelasannya dari kamus ataupun ensiklopedia.
3. Untuk memperluas wawasan dan memperdalam pemahaman, pelajari sumber-sumber lain yang relevan atau melakukan diskusi dengan teman lainnya.
4. Kerjakan soal-soal latihan yang tersedia pada setiap akhir kegiatan belajar. Jika mengalami kesulitan dalam mengerjakan atau menyelesaikan soal, diskusikan dengan teman sebaya, dan konsultasikan dengan guru mata pelajaran.
5. Cocokkan jawaban Anda dengan kunci jawaban yang telah tersedia di bagian akhir modul ini dan hitunglah berapa persentase tingkat penguasaan materi pada modul ini.
6. Peserta didik dianggap tuntas dalam pembelajaran dan dapat pindah ke modul berikutnya, apabila mencapai kompetensi minimal 74% dengan indikator nilai penugasan dan latihan soal pada skala 100.

Tujuan Yang Diharapkan Setelah Mempelajari MODUL

Tujuan mempelajari modul **Kenali Lebih Jauh Tentang Tumbuhan** adalah peserta didik dapat:

1. Mengidentifikasi struktur dari akar, batang, dan daun pada tumbuhan
2. Mengidentifikasi fungsi dari akar, batang, dan daun pada tumbuhan
3. Mengidentifikasi struktur dari bunga, buah, dan biji pada tumbuhan

4. Mengidentifikasi fungsi dari bunga, buah, dan biji pada tumbuhan
5. Mengidentifikasi struktur dari jaringan yang terdapat pada tumbuhan
6. Mengidentifikasi berbagai teknologi yang terinspirasi oleh struktur jaringan yang terdapat pada tumbuhan.

Pengantar MODUL

Modul Kenali Lebih Jauh Tentang Tumbuhan membahas tentang komponen-komponen dari tumbuhan dan menemukan teknologi terinspirasi dari fungsi-fungsi dari komponen tumbuhan seperti akar, batang dan daun. Adapun unit-unit pada modul lebih difokuskan pada menjelaskan:

1. Struktur dan fungsi dari masing masing komponen tumbuhan,

Materi pada unit ini membahas tentang struktur dan fungsi akar pada tumbuhan, dimana akan menjelaskan apa itu akar?, bagaimana struktur dan bagian-bagian dari akar?, bagaimana sistem dan bentuk perakaran pada tumbuhan?, dan apa fungsi dari akar pada tumbuhan?.

Materi pada unit ini juga membahas tentang struktur dan fungsi batang pada tumbuhan, dimana menjelaskan apa itu batang?, bagaimana struktur dan bagian-bagian dari batang?, dan apa fungsi batang pada tumbuhan?.

Materi pada unit ini membahas juga tentang struktur dan fungsi daun pada tumbuhan, dimana akan menjelaskan apa itu daun?, bagaimana struktur, bagian-bagian dan bentuk dari daun?, dan apa fungsi dari daun pada tumbuhan?.

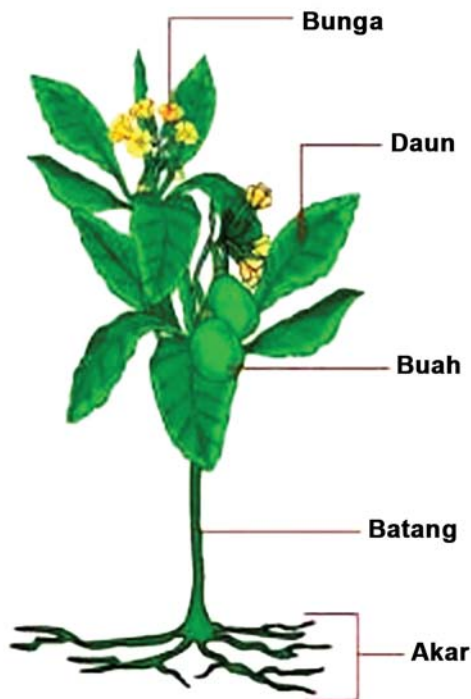
2. Mengidentifikasi berbagai teknologi yang terinspirasi oleh fungsi-fungsi dari komponen tumbuhan.

Materi pada unit ini membahas tentang berbagai macam teknologi yang terinspirasi dari fungsi komponen-komponen tumbuhan dan dapat dimanfaatkan oleh manusia dalam kehidupan sehari-hari.

UNIT 1

BAGIAN-BAGIAN TUMBUHAN

A. Uraian Materi



Gambar 1. Organ Tumbuhan

Sumber : <http://www.abimuda.com/2015/03/penjelasan-lengkap-tentang-organ-pada-tumbuhan-dan-fungsinya.html> diakses tanggal 12 April 2018, 7:04 PM

Tumbuhan merupakan makhluk hidup yang memiliki peran penting dalam kehidupan, seperti halnya menyediakan oksigen (O_2), karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral bagi makhluk hidup. Oksigen dibutuhkan oleh makhluk hidup untuk proses pernapasan,

karbohidrat dan lemak sebagai sumber energi, protein sebagai zat pembangun tubuh, vitamin dan mineral berfungsi membantu reaksi-reaksi dalam **mtumbuhan** memiliki organ-organ yang menjalankan fungsinya masing - masing, contohnya untuk menghasilkan oksigen organ tumbuhan yang berperan yaitu akar, batang, dan daun melalui proses fotosintesis.

Untuk memahami fungsi dari masing-masing organ-organ pada tumbuhan tersebut, perhatikan dan pahami penjelasan berikut.

1. Struktur dan Fungsi Akar, Batang, dan Daun

Struktur dan Fungsi Akar

Akar merupakan organ tumbuhan yang umumnya berada di bawah permukaan tanah, tidak memiliki buku-buku, tumbuh ke pusat bumi atau menuju air, warna tidak hijau (keputih-putihan atau kekuning-kuningan), dan memiliki bentuk meruncing. Berikut merupakan struktur luar akar:

- Leher akar atau pangkal akar (Collum), yaitu bagian akar yang bersambungan dengan pangkal, batang.
- Batang akar (Corpus Radicis), bagian akar yang terdapat antara leher akar dan ujungnya.
- Cabang-cabang akar (Radix Lateralis), yaitu bagian akar yang tidak langsung bersambungan dengan pangkal batang, tetapi keluar dari akar pokok, dan masing-masing dapat mengadakan percabangan lagi.
- Serabut akar (Fibrilla Radicalis), cabang-cabang akar yang halus dan berbentuk serabut.
- Rambut-rambut akar atau bulu-bulu akar (Pilus Radicalis), merupakan tonjolan sel epidermis yang berfungsi untuk memperluas daerah penyerapan akar, sehingga lebih banyak air dan unsur hara yang dapat diserap. Pada tumbuhan air jarang dijumpai adanya rambut akar.
- Ujung akar (Apex Radicis), bagian akar yang paling muda, terdiri atas jaringan-jaringan yang masih dapat mengadakan pertumbuhan.
- Tudung akar (Calyptra), bagian akar yang letaknya paling ujung, terdiri atas jaringan yang berguna untuk melindungi ujung akar yang masih muda dan lemah, serta untuk menyerap air dan garam dari dalam tanah.



Gambar Struktur akar tumbuhan
Sumber: <http://www.perpusku.com>

Terdapat dua jenis sistem perakaran pada tumbuhan, yaitu serabut dan tunggang. Tumbuhan monokotil seperti padi, jagung, dan rumput memiliki sistem perakaran serabut. Sebaliknya pada tumbuhan dikotil seperti kacang tanah dan mangga memiliki sistem perakaran tunggang. Berdasarkan tipe percabangan dan bentuknya, akar tunggang dapat dibedakan menjadi akar tunggang yang tidak bercabang atau sedikit bercabang dan akar tunggang yang bercabang



*Gambar Sistem perakaran tumbuhan (kiri) Akar Tunggang, (kanan) Akar Serabut
Sumber: <http://www.ebiologi.net>*

(ramosus). Akar tunggang yang tidak bercabang atau sedikit bercabang biasanya tidak memiliki percabangan atau hanya memiliki percabangan. Fungsi utama dari akar tunggang ini biasanya adalah sebagai tempat penimbun makanan dan merupakan bagian tumbuhan yang bisa dimakan atau dimanfaatkan. Sedangkan akar tunggang yang bercabang biasanya memiliki percabangan yang banyak dengan cabang yang membentuk percabangan lagi, berbentuk kerucut panjang, tumbuh lurus ke bawah. Banyaknya percabangan yang terbentuk memberi kekuatan yang lebih besar untuk menopang tegaknya batang, dan juga memperluas daerah perakaran sehingga air dan hara yang diserap akan semakin banyak.

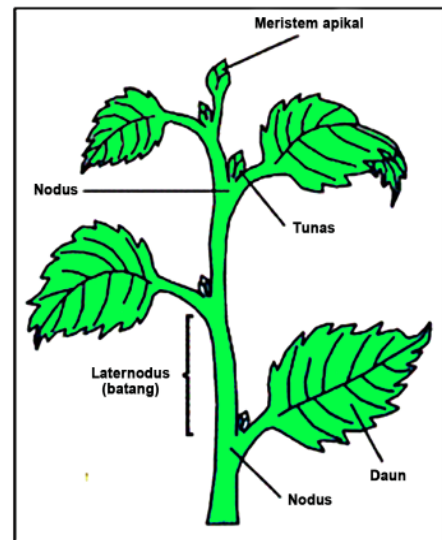


*Gambar4. (a) Akar sebagai penyimpan cadangan makanan, (b) Akar sebagai alat untuk bernafas
Sumber: Dok. Kemdikbud*

Semua akar memiliki fungsi untuk menambatkan tubuh tumbuhan di tanah atau tempat tumbuh, menyerap air dan mineral dalam tanah atau pada medium tumbuhnya. Pada beberapa tumbuhan, akar mengalami modifikasi sehingga dapat memiliki fungsi untuk menyimpan cadangan makanan misalnya pada singkong dan bengkuang serta berfungsi juga untuk menyerap oksigen atau untuk bernapas, misalnya pada tumbuhan bakau. Pada wortel dan lobak akar tunggang berfungsi menyimpan cadangan makanan yang digunakan tumbuhan selama perbungaan dan pembentukan buah. Oleh karena itu, wortel dan lobak akan dipanen sebelum perbungaan.

Struktur dan Fungsi Batang

Batang merupakan bagian tubuh tumbuhan yang berada di atas tanah, serta tempat melekatnya daun, bunga dan buah. Pada bagian batang terdapat buku (nodus) dan ruas (internodus). Buku (nodus) pada batang merupakan tempat daun, bunga dan tunas melekat, sedangkan ruas (internodus) merupakan bagian batang yang letaknya di antara buku-buku. Selain buku dan ruas, pada batang terdapat suatu tunas. Tunas yang terdapat pada sudut di antara daun dan batang dinamakan tunas aksiler. Tunas ini berpeluang menjadi cabang. Adapun bagian ujung batang terdapat tunas terminal.

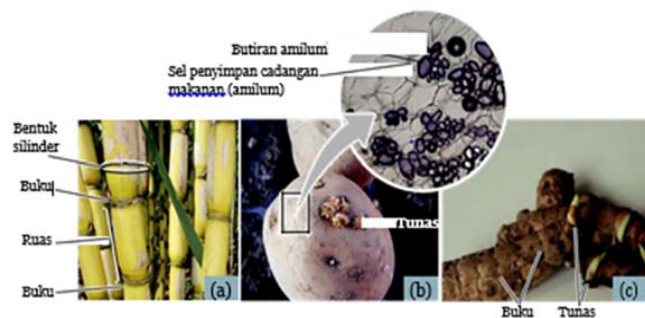


Gambar 5 Struktur batang tumbuhan
Sumber: <https://nurwahida76.wordpress.com>

Pada batang tumbuhan monokotil memiliki ruas-ruas batang terlihat jelas, sedangkan batang tumbuhan dikotil ruas-ruas batang tidak terlihat jelas. Batang memiliki banyak fungsi antara lain menyokong bagian-bagian tumbuhan yang berada di atas tanah, dan sebagai jalan pengangkutan air dan mineral dari akar menuju daun dan jalan pengangkutan makanan dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan. Pada beberapa tumbuhan, batang dapat mengalami modifikasi dan berfungsi sebagai tempat menyimpan cadangan makanan, misalnya pada tumbuhan tebu dan kentang dan rimpang kunyit. Sebagai bukti bahwa rimpang kunyit dan umbi kentang adalah batang.

Struktur dan Fungsi Daun

Daun adalah salah satu bagian organ tumbuhan yang tumbuh di ranting biasanya berbentuk tipis lebar. Pada umumnya daun berwarna hijau karena memiliki zat hijau daun atau klorofil, warna hijau daun tersebut memiliki fungsi utama yaitu sebagai penangkap energi dari cahaya matahari untuk fotosintesis. Daun merupakan salah satu organ terpenting tumbuhan dalam melangsungkan hidup. Hal tersebut karena tumbuhan merupakan organisme autotrof obligat yang harus memasok kebutuhan energi sendiri melalui konversi cahaya matahari menjadi energi kimia (fotosintesis).

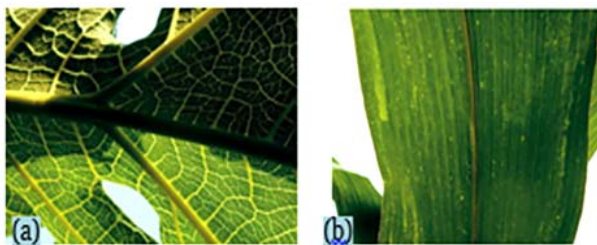


Gambar 7. Tumbuhan yang menyimpan cadangan makanan di batang, (a) Tebu, (b) Kentang, (c) Rimpang kunyit
Sumber: Dok. Kemdikbud

Struktur bagian luar daun terdiri dari pelepah daun yang berfungsi mendukung daun pada batang, tangkai daun (petiolus) yang berfungsi untuk menghubungkan pelepah atau batang dengan helai daun, helai daun (lamina) adalah salah satu bagian terpenting kebanyakan daun karena ini memiliki fungsi utama daun yakni sebagai organ fotosintetis yang paling dominan bekerja. Bentuk helai daun sangat beraneka ragam, dapat tipis atau tebal.



Gambar 8. Struktur daun tumbuhan
Sumber: <http://www.pelajaran.co.id>



Gambar 9. Perbedaan struktur luar daun monokotil dan dikotil, (a) daun pepaya (peruratan menjala), (b) daun jagung (peruratan sejajar)
Sumber: Dok. Kemendikbud

Seperti halnya sistem perakaran dan batang antara tumbuhan monokotil dan dikotil berbeda. Demikian pula dengan daun, setiap tumbuhan memiliki bentuk, ukuran, dan warna daun yang berbeda untuk mencirikan tumbuhan tersebut. Peruratan daun merupakan ciri untuk mengetahui suatu tumbuhan termasuk monokotil maupun dikotil. Daun monokotil memiliki peruratan daun yang sejajar,

sedangkan tumbuhan dikotil memiliki peruratan daun menjala.

Selain sebagai tempat berlangsungnya proses fotosintesis, daun memiliki berbagai macam fungsi yaitu sebagai berikut:

- Tempat berlangsungnya fotosintesis. Pada proses fotosintesis dibutuhkan cahaya sebagai sumber energi. Energi tersebut ditangkap oleh zat hijau daun yang disebut klorofil. Gas karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) digunakan sebagai bahan baku untuk menghasilkan glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) dan oksigen (O_2). Berikut merupakan reaksi yang terjadi pada proses fotosintesis.



Glukosa selanjutnya akan disusun menjadi zat pati/amilum ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n melalui reaksi polimerisasi. Amilum tersebut kemudian disimpan dalam akar (misalnya pada singkong), batang (misalnya pada sagu), dan buah (misalnya pada padi).

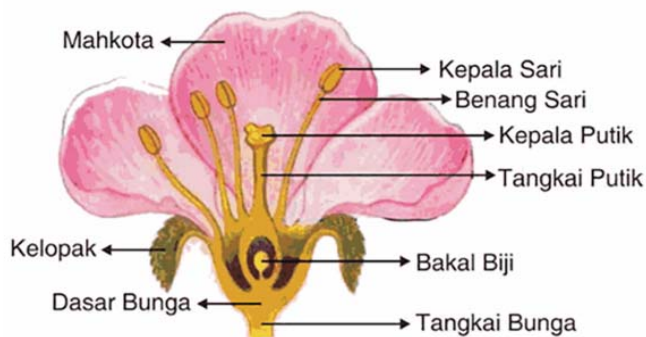
- Sebagai alat respirasi. Didalam daun terdapat stomata yang berfungsi untuk bernafas atau sebagai sebuah alat pernafasan.

- c. Sebagai alat reproduksi vegetatif. Daun sebagai alat reproduksi vegetatif ini contohnya terjadi pada tanaman cocor bebek yang membentuk tunas daun. Daunnya berfungsi untuk memperbanyak tanaman.
- d. Mengatur proses transpirasi. Untuk proses penguapan air pada daun yang melalui mulut daun atau stomata dan kutikula yang ada di permukaan daun dan lebih banyak di bagian bawah daun. Namun yang dapat mengurangi penguapan adalah kutikula yang terdapat di permukaan daun tersebut.
- e. Proses gutasi. Sebagai proses gutasi maksudnya daun menjadi tempat keluarnya cairan atau air yang berupa tetesan-tetesan.

2. Struktur dan Fungsi Bunga, Buah, dan Biji

Struktur dan Fungsi Bunga

Bunga merupakan alat reproduksi generatif pada tumbuhan. Bunga biasanya memiliki warna yang menarik dan berfungsi untuk menarik serangga atau hewan lain yang dapat membantu proses penyerbukan. Secara umum, bunga tersusun atas dua bagian utama, yaitu perhiasan bunga dan alat reproduksi bunga. Perhiasan bunga meliputi tangkai, kelopak (kaliks), dan mahkota (korola). Sedangkan alat reproduksi berupa benang sari



Gambar 10. Struktur bunga pada tumbuhan
Sumber: <http://ayuayatul.blogspot.com>

(alat kelamin jantan) dan putik (alat kelamin betina). Bunga yang memiliki bagian-bagian tersebut disebut bunga lengkap. Sedangkan bunga yang tidak memiliki salah satunya disebut bunga tidak lengkap.

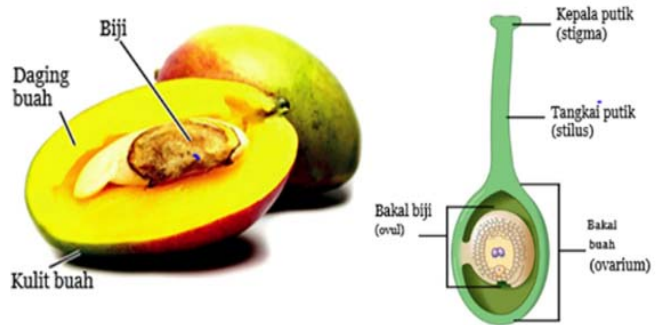
Berdasarkan keberadaan alat reproduksi dalam satu bunga, ada bunga yang memiliki benang sari dan putik dalam satu bunga. Bunga yang

demikian disebut dengan bunga sempurna. Namun, ada juga bunga yang hanya memiliki satu alat kelamin saja dalam satu bunga, benang sari saja atau putik saja. Bunga yang demikian disebut bunga tidak sempurna.

Tumbuhan monokotil dan dikotil dapat dibedakan berdasarkan karakteristik bunga, yaitu jumlah bagian-bagian bunga. Tumbuhan monokotil mempunyai bagian-bagian bunga seperti daun kelopak, daun mahkota, dan benang sari yang berkelipatan 3 (tiga). Pada tumbuhan dikotil mempunyai bagian-bagian bunga berkelipatan 4 (empat) atau 5 (lima).

Struktur dan Fungsi Buah dan Biji

Buah pada umumnya berkembang dari bagian alat kelamin betina (putik) yang disebut bakal buah yang mengandung bakal biji. Putik terdiri atas tiga bagian, yaitu bagian dasar yang menggelembung disebut bakal buah (ovarium), bagian yang memanjang disebut tangkai putik (stilus), dan kepala putik (stigma).



Gambar 11. (kiri) Buah mangga, (kanan) Struktur putik
Sumber: Dok. Kemendikbud

Buah yang lengkap tersusun atas biji, daging buah, dan kulit buah. Kulit buah yang masih muda belum mengalami pemisahan jaringan. Setelah masak, kulit buah ada yang dapat dibedakan menjadi tiga lapisan, yaitu epikarp, mesokarp, dan endokarp. Epikarp merupakan lapisan luar yang keras dan tidak tembus air, misalnya buah kelapa. Mesokarp merupakan lapisan yang tebal dan berserabut, misalnya bersabut (kelapa), berdaging (mangga dan pepaya). Endokarp merupakan lapisan paling dalam yang tersusun atas lapisan sel yang sangat keras dan tebal, misalnya tempurung (kelapa), berupa selaput tipis (rambutan).

Biji merupakan struktur yang efisien untuk berkembangbiakan dan memperbanyak. Biji berasal dari bakal biji yang berkembang setelah mengalami pembuahan. Di dalam bakal buah terdapat satu atau lebih bakal biji (ovul). Pada perkembangan selanjutnya, bakal buah akan berkembang menjadi buah sedangkan bakal biji akan berkembang menjadi biji.

B. Penugasan

Penugasan 1: Pengamatan terhadap tumbuhan yang ada di sekitar

Tujuan:

1. Peserta didik mampu mengidentifikasi tumbuhan sekitar terhadap bentuk struktur dan fungsi bagian-bagian tumbuhan,
2. Peserta didik dapat membedakan antara tumbuhan satu dengan lainnya terhadap bentuk struktur dan bagian-bagian dari tumbuhan

Media

1. Buku dan jurnal yang relevan
2. Internet

Langkah-langkah

1. Pahami pertanyaan-pertanyaan dalam penugasan dengan sebaik-baiknya.
2. Carilah buku dan jurnal yang relevan
3. Carilah informasi dengan memanfaatkan internet
4. Manfaatkan lembar jawab yang tersedia
5. Tuliskan jawaban pada lembar jawab yang tersedia, atau pada kertas tersendiri

Lakukan pengamatan terhadap tumbuhan di sekitarmu atau carilah berbagai informasi (informasi bisa didapat dari buku, pengamatan tumbuhan di sekitar, internet, majalah, atau koran). Adapun penugasannya sebagai berikut:

1. Peserta didik melakukan identifikasi terhadap 10 jenis tumbuhan yang berbeda, selanjutnya menjelaskan bentuk struktur dan fungsi dari bagian-bagian dari tumbuhan tersebut seperti: akar, batang, daun, bunga, buah dan bijinya.
2. Peserta didik mencari perbedaan bagian-bagian dari tumbuhan yang diperoleh terkait strukturnya (misalnya tumbuhan mana yang memiliki akar tunggang dan akar serabut, dikotil atau monokotil dan perbedaan lainnya sesuai dengan materi yang telah dijelaskan). Selain itu juga jelaskan mengenai perbedaan yang telah ditemukan.

Kerjakan tugas yang diberikan secara individu maupun berkelompok sesuai dengan tingkat pengetahuan dan pemahaman saat mengerjakan penugasan ini. Tuliskan hasil pengamatan seperti pada tabel dibawah ini dan presentasikan hasilnya.

Tabel 1. Pengamatan pada Bagian Akar

No.	Nama Tumbuhan	Bentuk Struktur Akar	Fungsi Utama
Contoh	Wortel	Seperti tombak	Penyerapan air dan menyimpan cadangan makanan
1			
2			
3			
4			

5			
6			
7			
8			
9			
10			

Presentasikan hasil pengamatan di depan kelas.

Tabel 2. Pengamatan pada Bagian Batang (bisa tumbuhan yang sama pada tabel 1)

No.	Nama Tumbuhan	Bentuk Struktur Batang	Fungsi Utama
Contoh	Tebu	Beruas dan berbuku jelas	Menyimpan cadangan makanan dan alat berkembangbiakan vegetatif
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Presentasikan hasil pengamatan di depan kelas.

Tabel 3. Pengamatan pada Bagian Daun (bisa tumbuhan yang sama pada tabel 1)

No.	Nama Tumbuhan	Bentuk Struktur Daun	Fungsi Utama
Contoh	Kangkung	Menyirip	Menyimpan cadangan makanan dan sebagian besar sebagai tempat fotosintesis
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Presentasikan hasil pengamatan di depan kelas.

A. Uraian Materi

Pada bagian sebelumnya telah dijelaskan tentang organ tumbuhan. Organ tumbuhan tersusun atas berbagai jenis jaringan. Jaringan adalah sekumpulan sel yang memiliki struktur yang sama yang membentuk suatu kesatuan untuk memberikan fungsi tertentu. Berdasarkan aktivitas pembelahan sel penyusun jaringan selama masa pertumbuhan dan perkembangan, jaringan tumbuhan dapat dikelompokkan menjadi jaringan meristem (jaringan embrional) dan jaringan permanen (jaringan dewasa). Selain itu juga akan dijelaskan lebih lanjut mengenai jaringan yang menyusun organ tumbuhan terutama pada akar, batang, dan daun.

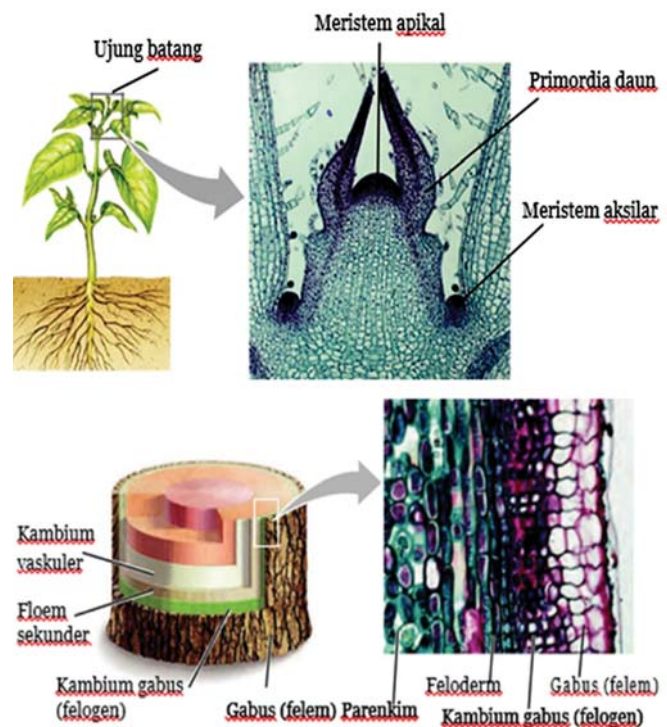
1. Macam - Macam Jaringan pada Tumbuhan

Jaringan Meristem

Jaringan meristem atau disebut juga jaringan embrional adalah jaringan yang sel-selnya aktif membelah diri secara mitosis. Hal ini menyebabkan sel-sel tumbuhan semakin bertambah dan menyebabkan tumbuhan mengalami pertambahan tinggi dan volume. Berdasarkan asal terbentuknya, jaringan meristem dapat dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu meristem primer dan meristem sekunder.

Jaringan Meristem Primer

Meristem primer adalah jaringan meristem pada tumbuhan yang sel-selnya aktif membelah. Meristem



Gambar 13. Jaringan Meristem di ujung batang
Sumber: Dok. Kemendikbud

primer pada umumnya terdapat pada ujung batang dan ujung akar oleh karena itu meristem primer menyebabkan pertumbuhan primer pada tumbuhan (pertumbuhan vertikal atau perpanjangan akar dan batang).

Jaringan Meristem Sekunder

Meristem sekunder berasal dari sel-sel dewasa yang berubah sifatnya menjadi meristematik kembali (aktif membelah kembali). Contohnya adalah kambium pembuluh (kambium vaskuler) dan kambium gabus (felogen). Kambium vaskuler merupakan lapisan sel-sel yang aktif membelah yang terletak di antara pembuluh angkut xilem dan floem. Kambium vaskuler ini banyak terdapat pada batang dan akar tumbuhan dikotil, sedangkan tumbuhan monokotil pada umumnya tidak memiliki kambium vaskuler.

Aktivitas kambium ini menyebabkan tumbuhan mengalami pertumbuhan sekunder sehingga batang menjadi besar. Aktivitas pembelahan kambium vaskuler ke arah dalam akan membentuk xilem sekunder sedangkan pembelahan ke arah luar akan membentuk floem sekunder.

Jaringan Dewasa

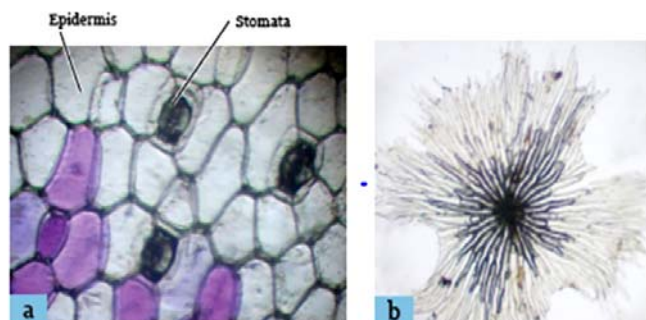
Jaringan dewasa atau disebut juga jaringan permanen merupakan jaringan yang bersifat non-meristematik atau tidak aktif membelah. Jaringan ini berasal dari pembelahan sel-sel meristem primer dan sel-sel meristem sekunder yang telah mengalami diferensiasi atau mengalami perubahan bentuk sehingga memiliki fungsi tertentu. Berdasarkan fungsinya jaringan dewasa dibedakan menjadi empat, yaitu jaringan pelindung, jaringan dasar, jaringan penyokong, dan jaringan pengangkut.

Jaringan Pelindung

Jaringan pelindung terdapat di seluruh permukaan luar tumbuhan. Tumbuhan membutuhkan jaringan pelindung untuk melindungi bagian dalam tumbuhan dari berbagai pengaruh luar yang merugikan, misalnya hilangnya air akibat suhu yang meningkat dan melindungi dari kerusakan mekanik.

Contoh dari jaringan pelindung yaitu jaringan epidermis. Sel-sel epidermis dapat berkembang (mengalami modifikasi) menjadi alat pelindung tambahan, misalnya stomata (mulut daun), sisik, trikoma (rambut-rambut), dan duri (spina).

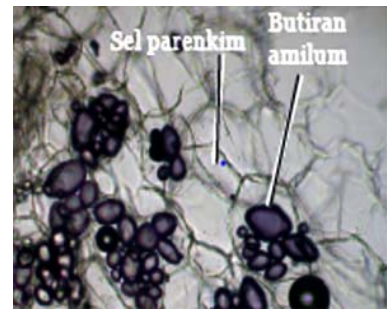
Jaringan Dasar



Gambar 15. (a) Jaringan Epidermis dan Stomata pada tumbuhan *rhoeo discolor*, (b) Sisik pada durian yang merupakan modifikasi dari epidermis durian

Sumber: Dok. Kemendikbud

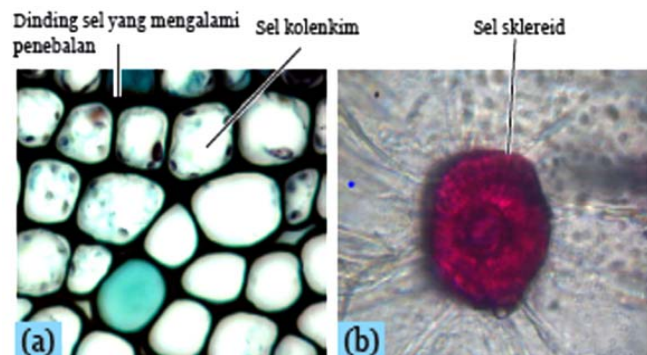
Jaringan dasar merupakan jaringan yang hampir terdapat pada seluruh bagian tumbuhan. Jaringan dasar seringkali disebut jaringan pengisi. Jaringan ini berperan penting dalam semua proses fisiologi (metabolisme) pada tumbuhan. Contoh dari jaringan dasar ini yaitu jaringan parenkim. Jaringan parenkim dapat berdiferensiasi menjadi banyak jenis jaringan parenkim lain, misalnya pada buah dan umbi parenkim berdiferensiasi menjadi parenkim cadangan makanan yang berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan bagi tumbuhan. Pada daun jaringan parenkim berdiferensiasi menjadi jaringan palisade dan jaringan bunga karang, yang berfungsi untuk proses fotosintesis.



Gambar 16. Jaringan Parenkim pada umbi kentang
Sumber: Dok. Kemendikbud

Jaringan Penyokong (Penguat)

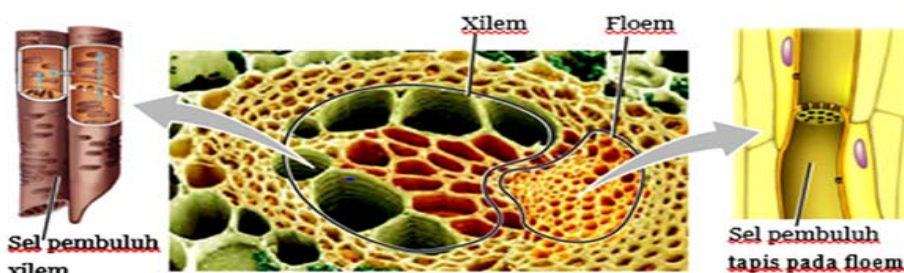
Jaringan penyokong merupakan jaringan yang berperan untuk menunjang bentuk tubuh tumbuhan. Berdasarkan bentuk dan sifatnya, jaringan penyokong dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu jaringan kolenkim dan jaringan sklerenkim. Jaringan kolenkim merupakan jaringan yang berfungsi untuk menyokong bagian tumbuhan yang masih muda.



Gambar 17. (a) Jaringan Kolenkim pada batang bunga matahari (*Helianthus annuus*), (b) Jaringan Sklereid pada buah pir
Sumber: Dok. Kemendikbud

Sel-sel jaringan kolenkim memiliki dinding sel yang mengalami penebalan, namun tidak merata. Jaringan sklerenkim merupakan jaringan penguat yang bersifat permanen. Jaringan sklerenkim berfungsi untuk menyokong tubuh tumbuhan yang sudah tua.

Berdasarkan bentuk selnya, jaringan sklerenkim dibedakan menjadi dua, yaitu jaringan serat (fiber) dan jaringan sklereid. Jaringan serat terdiri atas sel-sel yang memanjang, meruncing pada kedua ujungnya, dan tersusun membentuk benang. Jaringan serat banyak ditemukan pada jaringan xilem. Jaringan sklereid terdiri atas sel-sel yang pendek, dan memiliki bentuk yang tidak teratur. Jaringan sklereid ini banyak ditemukan pada kulit kacang atau buah pir.



Gambar 18. Jaringan Xilem dan Floem
Sumber: Dok. Kemendikbud

Jaringan Pengangkut

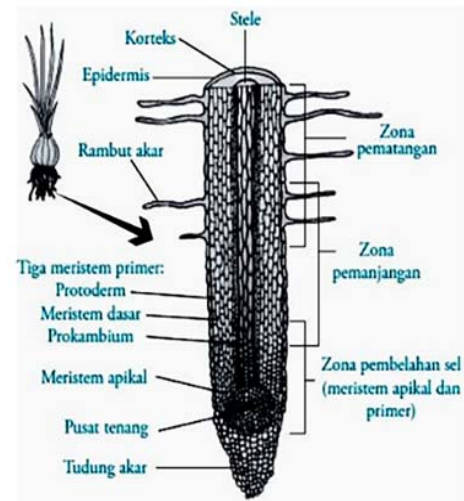
Jaringan pengangkut terdiri atas dua jenis, yaitu xilem dan floem. Xilem berfungsi untuk mengangkut air dan zat-zat terlarut di dalamnya dari akar menuju daun. Floem berfungsi untuk mengangkut makanan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan.

2. Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan

Struktur dan Fungsi Jaringan pada Akar

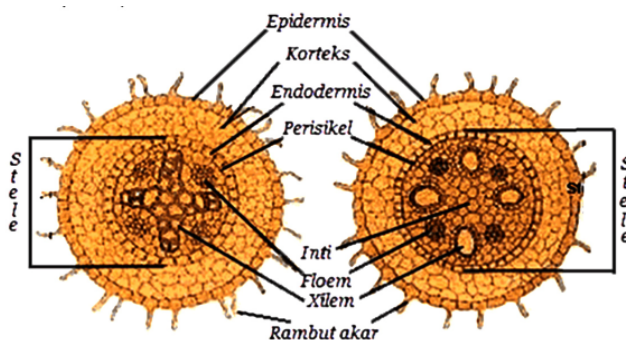
Pada bagian sebelumnya telah dijelaskan struktur akar dari luar. Pada bagian ini akan dijelaskan lebih lanjut mengenai struktur dan fungsi jaringan pada akar. Bagian akar yang secara langsung terhubung dengan batang disebut leher akar. Sementara bagian yang berada di antara leher dan ujung akar dinamakan batang akar. Selanjutnya, akar juga memiliki bagian menonjol pada batang yang membentuk cabang akar. Selain itu, ada juga akar halus bercabang-cabang yang disebut serabut akar.

Lalu, akar juga memiliki bagian yang mengalami diferensiasi pada jaringan epidermisnya. Bagian ini dinamakan rambut akar. Sementara, bagian ujung akar yang berfungsi sebagai pelindung meristem saat akar memanjang menembus tanah disebut tudung akar. Di belakang tudung akar terdapat berbagai zona pertumbuhan primer. Zona yang dimaksud adalah zona pembelahan sel, zona pemanjangan, dan zona pematangan. Pada zona pembelahan sel terdapat meristem apikal atau meristem primer.



Gambar 19. Penampang membujur akar

Sumber: <http://nafiu.com>



Gambar 20. Penampang melintang akar, (a) akar tumbuhan dikotil, (b) akar tumbuhan monokotil

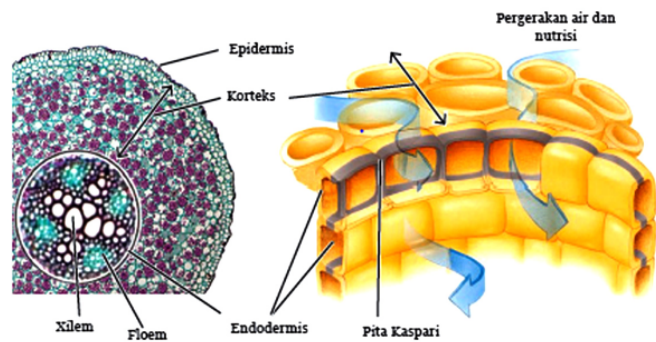
Sumber: <http://genggaminternet.com>

Meristem apikal menghasilkan sel-sel meristem dan mengganti sel tudung akar yang mengelupas saat menembus tanah. Sel pusat tenang juga terdapat pada lapisan ini. Fungsi sel pusat tenang adalah sebagai cadangan pemulihan meristem saat mengalami kerusakan. Di dalam zona ini terdapat protoderm, prokambium, dan meristem dasar. Masing-masing

akan menghasilkan tiga sistem jaringan. Zona pembelahan sel berhubungan dengan zona pemanjangan. Di dalam zona ini sel-sel mengalami perpanjangan sepuluh kali panjang asalnya. Akibatnya, ujung akar terdorong semakin jauh ke dalam tanah. Sementara zona pematangan pada akar mengalami spesialisasi dan diferensiasi sesuai fungsinya.

Selain beberapa zona tersebut, akar juga memiliki struktur tertentu. Struktur akar dari luar ke dalam berturut-turut adalah jaringan epidermis, korteks, dan stele (silinder pusat).

Epidermis merupakan selapis sel yang berasal dari protoderm. Di dalamnya terdapat dinding berketikula dan susunan sel yang rapat. Selain itu, epidermis terdapat rambut akar yang berguna memperluas permukaan sel sehingga penyerapan air dan zat terlarut lebih efisien. Lapisan berikutnya adalah korteks. Korteks terletak di antara lapisan epidermis



Gambar 21. Lapisan endodermis dan pita kaspari
Sumber: Dok. Kemendikbud

dan stele. Pada korteks terdapat sel-sel parenkim yang berdinding sel tipis. Lapisan luar korteks tersebut dinamakan eksodermis. Sementara lapisan dalamnya tersusun rapat tanpa ruang antarsel dan berbentuk kubus, yang disebut endodermis. Sel-sel endodermis ini mengalami penebalan suberin yang membentuk pita Kaspari. Adapun dinding sel endodermis yang tidak menebal dan berfungsi sebagai jalan air mengalir dinamakan sel penerus.

Prokambium pada meristem primer berkembang menjadi stele (silinder pusat). Stele terdapat pada akar bagian dalam, tepatnya di sebelah dalam endodermis. Stele tersusun dari empulur, perisikel dan berkas vaskuler (fasis) atau pembuluh pengangkut. Empulur merupakan sel-sel parenkim yang terdapat pada stele tumbuhan monokotil. Empulur ini dikelilingi oleh xilem dan floem secara bergantian. Sementara itu, lapisan terluar stele membentuk perisikel atau perikambium. Sel-sel stele pada perisikel ini mudah membelah dan membentuk cabang. Karena itu, cabang akar pertumbuhannya bersifat endogen. Sehingga stele ini dapat membentuk kambium jari-jari empulur.

Lapisan berikutnya adalah berkas vaskuler atau jaringan pengangkut. Di dalam berkas vaskuler terdapat xilem dan floem. Xilem akar dikotil terletak di pusat dan berbentuk bintang, sedangkan floemnya terletak di luar xilem. Sedangkan tumbuhan monokotil memiliki struktur yang berselang-seling. Selain itu, di antara xilem dan floem akar tumbuhan dikotil terdapat kambium atau kolateral terbuka. Sementara, pada tumbuhan monokotil tidak ada kambium atau kolateral tertutup.

Struktur dan Fungsi Jaringan pada Batang

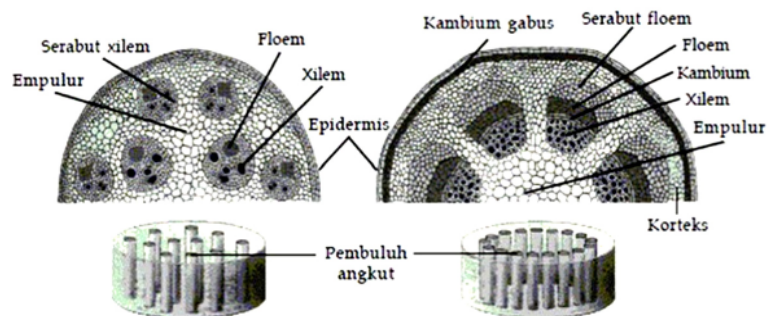
Secara umum struktur jaringan penyusun batang tumbuhan terdiri atas tiga bagian, yaitu epidermis, korteks, dan stele. Adapun struktur jaringan penyusun batang (dari luar ke dalam) beserta ciri-cirinya akan dijelaskan sebagai berikut:

- Epidermis tersusun oleh selapis sel, tersusun rapat, tanpa ruang antar sel, dinding luar terdapat kutikula yang berfungsi untuk melindungi batang dari kehilangan air yang terlalu besar. Pada tumbuhan kayu yang telah tua terdapat kambium gabus yang menggantikan fungsi jaringan primer. Aktivitas kambium gabus adalah melakukan pertukaran gas melalui celah yang disebut lentisel.
- Korteks tersusun oleh beberapa lapis sel parenkim yang tidak teratur dan berdinding tipis serta banyak ruang antarsel. Terdapat kolenkim dan sklerenkim yang berfungsi sebagai penyokong dan penguat tubuh. Pada beberapa tumbuhan, seperti tebu, kentang, dan rimpang kunyit, di daerah korteks inilah cadangan makanan disimpan.
- Stele (silinder pusat) adalah apisan terluar disebut perisikel dan didalamnya terdapat sel parenkim dan berkas pengangkut. Berkas pengangkut pada batang merupakan kelanjutan berkas pengangkut pada akar. Melalui berkas pengangkut ini, air dan mineral yang diserap akar diteruskan oleh berkas pengangkut pada batang untuk menuju daun.

Secara umum, struktur jaringan batang tumbuhan sama, yaitu terdiri atas bagian-bagian epidermis, korteks, dan stele. Akan tetapi, secara anatomis struktur batang monokotil berbeda dengan batang dikotil. Pada batang dikotil, berkas pengangkut tersusun dalam lingkaran, sedangkan pada batang monokotil, berkas pengangkut tersebar. Antara xilem dan floem pada berkas pengangkut tumbuhan dikotil terdapat kambium vaskuler yang aktif membelah.

Struktur jaringan penyusun batang tumbuhan dikotil terdiri dari epidermis, korteks, endodermis, empulur, kambium, floem, xilem, dan jari-jari empulur.

- Epidermis letaknya di bagian terluar batang. Jaringan ini berfungsi



Gambar 21. Penampang melintang batang, (kiri) batang tumbuhan monokotil, (b) batang tumbuhan dikotil
Sumber: Dok. Kemendikbud

untuk melindungi bagian batang lebih dalam dan agar batang tidak kehilangan air terlampau banyak.

- b. Korteks letaknya di antara lapisan endodermis. Sel-sel kolenkim pada korteks fungsinya sebagai jaringan penunjang. Sedangkan sel-sel parenkim sebagai jaringan dasar, pengisi, dan penyimpan zat.
- c. Stele tersusun atas perisikel dan berkas pembuluh. Perisikel letaknya sebelah dalam lapisan endodermis dan menyelubungi berkas pembuluh batang. Fungsinya memberi kekuatan pada batang. Berkas pembuluh letaknya dibagian dalam perisikel. Fungsinya untuk pengangkutan zat. Ada dua macam pembuluh yaitu xilem dan floem. Diantara dua pembuluh tersebut terdapat kambium. Xilem terletak dibagian dalam berkas pembuluh atau bagian dalam kambium. Fungsinya untuk menyalurkan air dan garam mineral dari akar ke daun. Pembuluh floem terletak pada bagian luar berkas pembuluh atau bagian luar kambium. Fungsi pembuluh floem adalah untuk mengangkut zat makanan yang dibuat di daun menuju ke seluruh tubuh tumbuhan. Kambium terletak diantara berkas pembuluh xilem dan floem. Fungsi kambium adalah untuk membentuk jaringan xilem ke arah dalam dan ke arah luar membentuk jaringan floem.

Struktur jaringan batang pada tumbuhan terdiri dari epidermis, jaringan dasar, dan berkas pembuluh.

- a. Epidermis, letaknya di bagian terluar batang. Fungsinya untuk perlindungan terhadap kehilangan air.
- b. Meristem Dasar, yaitu seluruh jaringan yang letaknya berada di bagian dalam epidermis.
- c. Berkas pembuluh, letaknya tersebar pada meristem dasar dan dilindungi sarung berkas pengangkut. Xilem dan floem berfungsi seperti pada tumbuhan dikotil.

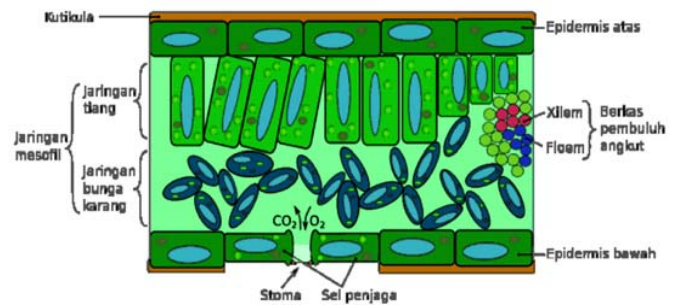
Struktur dan Fungsi Jaringan pada Daun

Seperti halnya pada bagian akar dan juga batang, bagian daun juga mempunyai tiga bagian sistem jaringan. Setiap bagian dari helai daun tersusun atas bagian selapis epidermis sebagai pelindung, bagian jaringan dasar parenkim (sering disebut mesofil), dan juga berkas vaskuler.

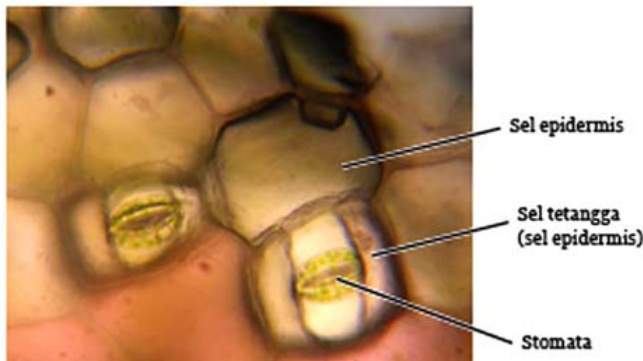
- a. Epidermis pada daun terletak pada bagian permukaan yang ada di atas daun (yang sering disebut sebagai permukaan adaksial). Pada bagian lapisan ini tidak tersedia suatu ruang antar sel-sel. Di antara bagian dari sel epidermis terdapat bagian sel

penjaga yang mempunyai fungsi dalam membantu pembentukan stomata. Berikut bagian-bagian dari epidermis.

- 1) Stomata berfungsi sebagai tempat untuk digunakan dalam proses pertukaran gas dan juga proses pertukaran air. Stomata yang terdapat pada bagian bawah daun terletak secara menyebar dan juga mempunyai jumlah yang tentunya lebih banyak dibandingkan dengan bagian permukaan yang terdapat di atas daun. Jika pada tumbuhan



Gambar 23. Penampang melintang daun
Sumber: <http://www.dosenbiologi.com>



Gambar 24. Stomata pada daun hoes discolor
Sumber: Dok. Kemendikbud

terrestrial, stomata sendiri biasanya banyak ditemukan pada area bagian permukaan yang ada di bawah daun. Sedangkan jika pada tumbuhan yang hidup di air, stomata bisa lebih banyak ditemukan pada bagian permukaan yang ada di atas daun. Stomata dapat membuka dan menutup, menyesuaikan kondisi

lingkungan. Pada tumbuhan umumnya, saat siang hari stomata membuka, sehingga karbon dioksida dapat masuk ke dalam daun untuk digunakan dalam fotosintesis. Pada tumbuhan yang hidup di daerah kering, misalnya kaktus, stomata menutup saat siang hari. Hal ini dilakukan agar tidak banyak air dalam tubuh yang hilang karena menguap lewat stomata. Pada tumbuhan tersebut stomata baru membuka saat malam hari.

- 2) Kutikula adalah bagian yang mengalami pembentukan dari suatu proses penebalan pada bagian dinding sel luar dari epidermis bagian atas. Kutikula mempunyai fungsi yakni digunakan dalam upaya mencegah proses penguapan, sehingga bisa digunakan untuk mengurangi kadar hilangnya air yang bisa terjadi melalui epidermis bagian atas.
- 3) Trikomata seringkali disebut sebagai sel rambut halus. Trikomatan mengalami proses pembentukan pada bagian epidermis atas atau pun bawah bagian daun dan mempunyai fungsi dalam upaya mencegah terjadinya suatu proses penguapan yang seringkali melampaui batas atau dengan kadar yang sangat

berlebihan sehingga akan mengurangi air yang terkandung dalam tumbuhan.

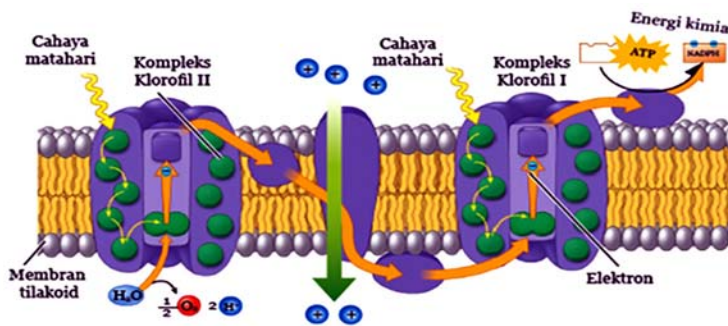
- 4) Bulliform dan velamen. Kedua bagian ini juga memiliki peran yang tidak kalah penting pada tumbuhan khususnya epidermis pada daun. Bulliform dan juga velamen merupakan bagian dari sel yang digunakan dalam upaya melakukan proses penyimpanan air yang mempunyai ukuran relatif lebih besar dibandingkan dengan ukuran sel epidermis yang lainnya.
- b. Mesofil (Jaringan Dasar) adalah suatu jaringan dasar yang terbentuk dari bagian parenkim palisade (sering disebut sebagai jaringan penyokong) dan juga bagian jaringan spons (sering disebut sebagai bunga karang). Pada tumbuhan yang tergolong dikotil, di bagian bawah dari epidermis terdapat bagian dari sel-sel parenkim. Sel-sel parenkim akan mengalami pembentukan menjadi jaringan parenkim palisade dan juga jaringan spons. Jaringan parenkim palisade adalah jaringan parenkim yang ada pada daun yang mempunyai kloroplas dengan jumlah yang relatif banyak sehingga pada bagian jaringan tersebut akan mengalami suatu proses fotosintesis. Sel yang ada pada bagian jaringan parenkim tersusun dengan sangat rapat. Pada bagian jaringan spons yang ada pada tumbuhan yang tergolong dikotil adalah bagian jaringan yang di bagian dalamnya ada suatu pembuluh pengangkut. Di bagian jaringan ini ditemukan kloroplas, namun jumlah yang ditemukan cenderung lebih sedikit daripada kloroplas yang ditemukan pada bagian jaringan parenkim palisade. Pada tumbuhan yang tergolong monokotil biasanya tidak terdapat bagian jaringan parenkim palisade, namun di bagian tersebut hanya ada bagian dari jaringan spons. Dalam suatu proses fotosintesis yang sedang terjadi pada semua bagian penyusun dari jaringan spons mempunyai bentuk membulat. Pada bagian jaringan tersebut ada ruang yang digunakan untuk antar sel. Seperti halnya pada tumbuhan yang tergolong dikotil, bagian jaringan spons yang terdapat pada tumbuhan yang tergolong monokotil pada bagian dalamnya terdapat suatu pembuluh pengangkut. Yang menjadi kekhasan dari bagian jaringan spons adalah karena adanya suatu lekukan-lekukan yang nantinya akan menjadi alat penghubung yang digunakan oleh antar sel.
- c. Berkas Vaskuler terdiri dari floem dan juga xilem yang letaknya pada bagian tulang daun, bagian tulang-tulang cabang, dan juga bagian urat-urat daun yang tampak menonjol di bagian permukaan yang ada di bagian bawah daun. Bagian xilem berguna dalam membantu mengalirkan air dan juga mineral. Sedangkan bagian dari sel-sel floem berguna dalam membantu mengedarkan zat-zat organik yang merupakan hasil dari proses fotosintesis. Berkas vaskuler bisa dikatakan sebagai lanjutan dari berkas vaskuler yang ada pada bagian batang, meskipun luasnya tidak seluas seperti pada bagian batang. Dengan adanya tulang daun pada xilem dan floem

yang letaknya di bagian tulang daun, berarti tulang daun mempunyai fungsi yang cukup penting. Fungsi tulang daun sendiri tidak hanya digunakan sebagai penguat dan juga untuk memberikan bentuk pada helaian daun, namun juga digunakan untuk membantu dalam proses transpor yang mempunyai hubungan langsung dengan bagian pembuluh-pembuluh lainnya pada tumbuhan. Berkas vaskuler pada daun, cenderung tersebar ke seluruh bagian dari helaian-helaian daun. Berkas vaskuler yang ada pada bagian tengah dari helaian daun, nantinya akan mengalami proses pembentukan menjadi tulang daun. Pola dan sketsa yang akan dibentuk oleh bagian tulangdaun seringkali disebut sebagai pertulangan daun.

3. Teknologi yang Terinspirasi oleh Struktur Tumbuhan

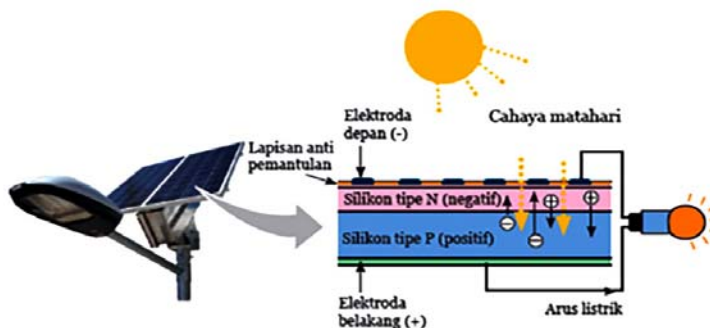
Pemahaman terhadap struktur organ dan jaringan yang ada pada tumbuhan dapat memberikan inspirasi terhadap penciptaan produk-produk elektronik yang bermanfaat bagi manusia dalam kehidupan sehari-hari. Dan berikut ini merupakan beberapa produk elektronik yang diciptakan untuk kepentingan manusia yang terinspirasi dari struktur organ, jaringan dan proses yang ada pada tumbuhan:

a. Panel Surya (Solar Cell)



Gambar 25. Reaksi pengubah energi cahaya menjadi energi kimia dalam proses fotosintesis di daun
Sumber: Dok. Kemendikbud

Panel surya merupakan alat yang dapat mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Ketika cahaya matahari menabrak permukaan panel surya menyebabkan electron (partikel penyusun atom yang bermuatan negatif) pada panel surya bergerak melalui suatu konduktor dan menjadi arus listrik. Dan, mekanisme kerja panel surya ini terinspirasi oleh mekanisme dari proses fotosintesis yang terjadi pada daun tumbuhan.

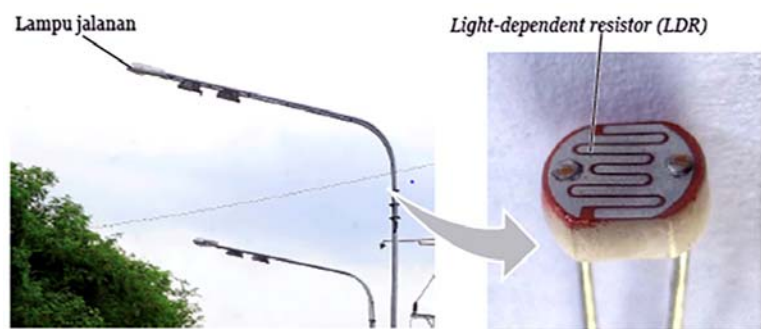


Gambar 26. Panel surya dan komponen penyusunnya, mengubah energi cahaya menjadi listrik
Sumber: Dok. Kemendikbud

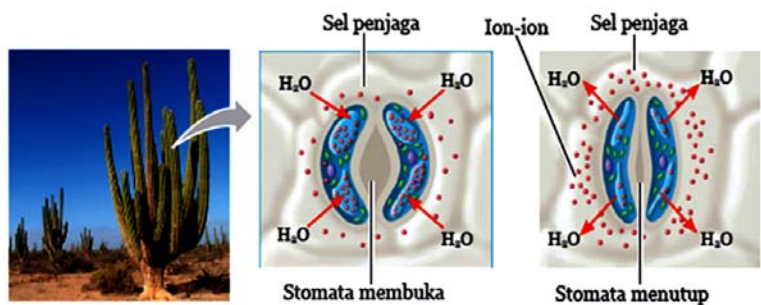
Kamu masih ingat fotosintesis bukan? Pada proses fotosintesis juga dibutuhkan cahaya dan zat hijau daun yang disebut klorofil. Melalui fotosintesis ini dihasilkan oksigen (O_2) dan glukosa ($C_6H_{12}O_6$). Saat daun terkena sinar matahari klorofil akan menyerap energi cahaya. Elektron pada kompleks klorofil akan bergerak melalui suatu saluran dan menyebabkan muatan positif ikut bergerak. Muatan positif ini selanjutnya bergerak menuju kompleks enzim yang berfungsi menghasilkan energi kimia berupa ATP dan NADPH. Energi ATP dan NADPH ini selanjutnya akan digunakan untuk mengubah CO_2 menjadi glukosa.

b. Sensor Cahaya

Beberapa lampu penerangan jalan ada yang dapat menyala sendiri ketika menjelang malam dan mati sendiri saat menjelang pagi tanpa harus dinyalakan dan dimatikan secara manual. Lampu penerangan jalan tersebut mampu menyala dan mati secara otomatis karena dilengkapi dengan sensor cahaya yang disebut **fotoresistor** atau **light-dependent resistor (LDR)** dan **sakelar pengatur on** dan **off**. Fotoresistor ini



Gambar 27. Lampu jalan dan sensor cahaya (light-dependent resistor)
Sumber: Dok. Kemendikbud



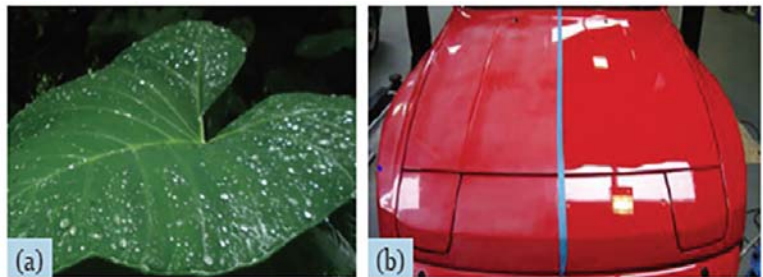
Gambar 28. Kaktus di gurun dan stomata
Sumber: Dok. Kemendikbud

mampu mendeteksi ada dan tidak adanya cahaya di lingkungan sekitar. Fotoresistor ini merupakan resistor atau hambatan listrik yang dapat diubah nilai hambatannya melalui penyinaran cahaya. Hambatan listrik dari fotoresistor ini akan berkurang jika terkena cahaya, dengan kata lain jika terdapat cahaya alat ini mampu menghantarkan listrik. Saat menjelang pagi, sinar matahari akan mengenai fotoresistor yang menyebabkan listrik mengalir menuju sakelar. Dan, aktifnya sakelar ini malah akan mematikan aliran listrik utama, sehingga lampu penerangan jalan menjadi mati. Saat menjelang malam, aliran listrik tidak dapat mengalir melalui fotoresistor ini sehingga tidak ada aliran listrik yang mengalir menuju sakelar. Akibatnya sakelar berada dalam kondisi *on* sehingga lampu penerangan menyala.

Mekanisme pada lampu penerangan tersebut juga terinspirasi oleh mekanisme yang terjadi pada tumbuhan yaitu pada tanaman kaktus. Tanaman kaktus hidup di daerah gurun yang kering. Tumbuhan kaktus memiliki stomata yang unik. Stomata kaktus akan membuka saat malam hari dan akan tertutup saat siang hari untuk mengurangi penguapan air. Proses membuka dan menutupnya stomata didukung oleh aktivitas sel penjaga stomata. Sel penjaga ini memiliki reseptor cahaya yang disebut fotoreseptor yang peka terhadap cahaya. Saat siang hari yang terik fotoreseptor pada sel penjaga akan menangkap cahaya dan menyebabkan air dalam sel penjaga dipompa keluar dengan bantuan ion-ion. Akibatnya sel penjaga akan mengecil dan lubang stomata tertutup. Saat malam hari, air dipompa lagi masuk ke dalam sel penjaga dengan bantuan ion-ion, sehingga sel penjaga menjadi lebih besar, akibatnya stomata menjadi terbuka.

c. Lapisan Pelindung dan Pengilap

Daun pada tanaman talas atau daun teratai sangat bersih dan tahan air. Hal ini dikarenakan pada penampang melintang dari kedua daun tersebut terdapat lapisan tebal yang disebut kutikula yang tersusun atas senyawa



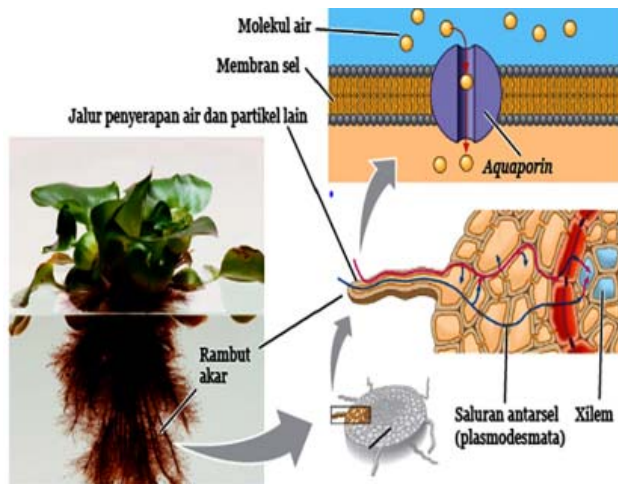
Gambar 29. Lapisan pelindung, (a) lapisan pelindung (kutikula) pada daun tumbuhan, (b) Perbandingan mobil sebelum dan sesudah dilapisi pelindung yang terbuat dari wax (lilin)

Sumber: Dok. Kemendikbud

lipid berupa lilin (wax) dan polimer hidrokarbon yang disebut kutan. Kedua senyawa ini bersifat hidrofobik atau tidak suka air, sehingga jika air mengenai lapisan ini tidak akan membasahi daun. Lapisan lilin ini juga mampu mencegah menempelnya debu atau kotoran lain dan membuat daun tetap bersih. Ilmuwan juga telah mengadopsi mekanisme ini dan menerapkannya untuk membuat cat yang tidak mudah kotor, lapisan pengilap, dan lapisan anti air, misalnya pada semir sepatu, lapisan pengilap pada mobil atau perabot rumah tangga, dan lain sebagainya.

d. Alat Pemurnian Air

Pada umumnya perairan yang ditumbuhi eceng gondok kondisi airnya jernih. Hal ini dikarenakan akar - akar eceng gondok berbentuk serabut - serabut yang banyak dan rapat mampu menyerap partikel-partikel yang terlarut dalam air sehingga air menjadi bersih. Bahkan zat-zat berbahaya seperti racun pun dapat diserap oleh eceng gondok. Pada membran sel akar terdapat lubang-lubang atau saluran kecil pada. Saluran ini terbentuk dari protein dan memiliki lubang dengan ukuran tertentu



Gambar 30. Enceng gondok dan jalur penyerapan air serta partikel lainnya
Sumber: Dok. Kemendikbud



Gambar 31. Alat pemurni air Sumber: Dok. kemdikbud

dan daya ikat tertentu pula. Salah satu salurannya bernama *aquaporin*. *Aquaporin* ini merupakan saluran (protein kanal) yang hanya dapat dilewati oleh air, sehingga partikel lain tidak dapat masuk lewat *aquaporin*. Mekanisme tersebut menginspirasi ilmuwan untuk mengembangkan teknologi penyaringan atau pemurnian air. Dengan teknologi ini air yang kotor dapat disaring, sehingga air hasil penyaringan benar-benar bersih dan aman untuk dikonsumsi.

B. Penugasan

Penugasan 1: Struktur Jaringan pada Tumbuhan

Tujuan:

1. Peserta didik mampu mengidentifikasi, kodefikasi dan memberikan penamaan pada bagian-bagian pada tumbuhan,
2. Peserta didik dapat menyebutkan dan menjelaskan fungsi dari bagian-bagian pada jaringan tumbuhan.

Media

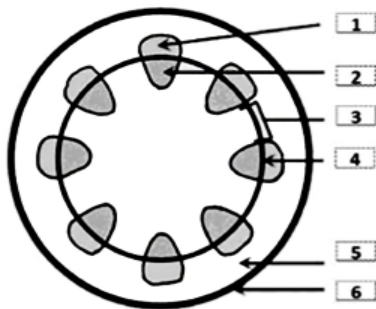
1. Buku dan jurnal yang relevan
2. Internet

Langkah-langkah

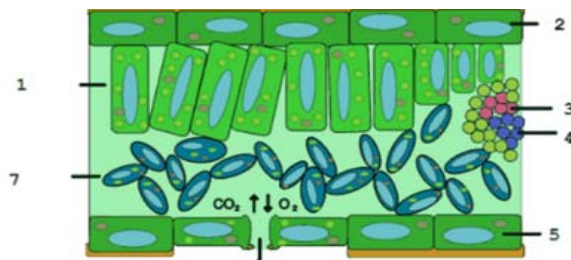
1. Pahami pertanyaan-pertanyaan dalam penugasan dengan sebaik-baiknya.
2. Carilah buku dan jurnal yang relevan
3. Carilah informasi dengan memanfaatkan internet
4. Manfaatkan lembar jawab yang tersedia
5. Tuliskan jawaban pada lembar jawab yang tersedia, atau pada kertas tersendiri

Disajikan gambar 32 dan Gambar 33, sebagai hasil pengamatan mikroskopis dari struktur jaringan tumbuhan dengan penguatan penglihatan yang tinggi, sehingga terlihat bagian-bagian dari sel penyusunnya. Adapun penugasannya sebagai berikut:

1. Peserta didik melakukan identifikasi, kodefikasi (pengkodean) dan memberi nama bagian – bagian pada gambar yang perlu diisi.
2. Peserta didik menyebutkan dan menjelaskan fungsi dari bagian – bagian tersebut serta menjelaskan keterkaitan peran dari bagian – bagian tersebut.



Gambar 32. Penampang melintang batang
Sumber: <https://www.muttaqin.com>



Gambar 33. Penampang melintang daun
Sumber: <https://www.proprofs.com>

Kerjakan tugas yang diberikan secara individu sesuai dengan tingkat pengetahuan dan pemahaman kamu saat mengerjakan penugasan ini. Tuliskan hasil pengamatan pada tabel dibawah ini dan presentasikan mengenai fungsi serta keterkaitan peran bagian – bagian yang terdapat dalam gambar tersebut.

Tabel 4. Hasil Pengamatan Jaringan Tumbuhan

No.	Nama Jaringan	Fungsi Jaringan
Jawaban untuk tugas pada gambar 32.		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
Jawaban untuk tugas pada gambar 33.		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

Presentasikan dan diskusikan.

Penugasan 2: Jaringan dan fungsinya pada tumbuhan

Tujuan:

1. Peserta didik mampu menjelaskan tentang fungsi dari masing-masing jaringan pada tumbuhan
2. Peserta didik mampu menjelaskan fungsi masing-masing jaringan pada tumbuhan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.

Media

1. Buku dan jurnal yang relevan
2. Internet

Langkah-langkah

1. Bentuklah kelompok dengan setiap kelompok 5 orang (jika penugasannya berkelompok)
2. Pahami pertanyaan-pertanyaan dalam penugasan dengan sebaik-baiknya.
3. Carilah buku dan jurnal yang relevan
4. Carilah informasi di internet
5. Manfaatkan lembar jawab yang tersedia
6. Tuliskan jawaban pada lembar jawab yang tersedia, atau pada kertas tersendiri

Kerjakanlah latihan berikut ini secara individu atau kelompok untuk mempertajam pemahaman mengenai materi jaringan tumbuhan yang telah dipelajari sebelumnya. Dan tuliskan jawaban penugasan 2 pada tabel 5.

1. Pada pertumbuhannya tumbuhan mengalami kenaikan tinggi dan ketebalan. Dengan kata lain dengan bertambahnya usia, tumbuhan akan semakin tinggi, akarnya semakin dalam dan kuat, serta batangnya semakin lebar. Jaringan apa yang berperan dalam pertumbuhan tersebut? Sebutkan dua jaringan yang berperan pada masing – masing pertumbuhan yang terjadi pada tumbuhan tersebut serta jelaskan bagaimana terjadinya!
2. Ketika tumbuhan berkembang sejak dari biji, lalu tumbuh akar, dilanjutkan dengan pertumbuhan batang hingga terus meninggi dan membesar, maka jaringan didalam tumbuhan akan menjadi semakin kompleks dan rumit. Didalam tubuh tumbuhan tersebut terdapat jaringan – jaringan dengan sel – sel yang sudah terdiferensiasi dengan bentuk dan fungsi tertentu. Sebutkan 3 (tiga) jaringan – jaringan yang sudah memiliki bentuk dan fungsi khusus tersebut! jelaskan juga fungsi khusus dari jaringan tersebut!
3. Tumbuhan dikotil memiliki meristem sekunder sehingga batang tumbuhan dikotil dapat tumbuh besar. Sedangkan tumbuhan monokotil tidak memiliki meristem sekunder sehingga batang tumbuhan monokotil tidak dapat tumbuh besar. Pohon kelapa dan palem merupakan tumbuhan monokotil. Namun, ketika kamu mengamati pohon tersebut ternyata memiliki batang yang besar. Bagaimana tumbuhan kelapa dan palem dapat memiliki batang yang besar?

Tabel 5. Lembar Jawaban Penugasan 2.

No	Lembar Jawaban Untuk Soal
a.	- Alasan:
	- Alasan:
b.	
c.	

Presentasikan dan diskusikan

RANGKUMAN

1. Organ tumbuhan merupakan kumpulan dari beberapa macam jaringan tumbuhan yang berbeda dan membentuk satu kesatuan untuk melakukan fungsi tertentu. Organ vegetatif pada tumbuhan merupakan organ tumbuhan yang berfungsi untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, terutama berguna untuk penyerapan, pengolahan, pengangkutan, dan penimbunan zat-zat makanan. Organ vegetatif tumbuhan berpembuluh terdiri atas akar, batang, dan daun.
2. Akar merupakan organ tumbuhan yang umumnya berada di bawah permukaan tanah, tidak memiliki buku-buku, tumbuh ke pusat bumi atau menuju air, warna tidak hijau (keputih-putihan atau kekuning-kuningan), dan memiliki bentuk meruncing. Akar memiliki fungsi untuk menambatkan tubuh tumbuhan pada tanah atau medium tumbuhnya, menyerap air dan mineral dalam tanah atau pada medium tumbuhnya.
3. Batang merupakan bagian tubuh tumbuhan yang berada di atas tanah, serta tempat melekatnya daun, bunga dan buah. Pada bagian batang terdapat buku (nodus) dan ruas (internodus). Batang memiliki banyak fungsi antara lain menyokong bagian-bagian tumbuhan yang berada di atas tanah, dan sebagai jalan pengangkutan air dan mineral dari akar menuju daun dan jalan pengangkutan makanan dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan.
4. Daun adalah salah satu bagian organ tumbuhan yang tumbuh di ranting biasanya berbentuk tipis leba dan pada umumnya daun berwarna hijau karena memiliki zat hijau daun atau klorofil. Daun berfungsi untuk mengambil gas karbon dioksida (CO_2) yang digunakan sebagai sumber (bahan baku) dalam fotosintesis, mengatur penguapan air (transpirasi), dan pernapasan (respirasi) tumbuhan.
5. Bunga merupakan alat reproduksi generatif pada tumbuhan. Bunga biasanya memiliki warna yang menarik dan berfungsi untuk menarik serangga atau hewan lain yang dapat membantu proses penyerbukan. Secara umum, bunga tersusun atas dua bagian utama, yaitu perhiasan bunga dan alat reproduksi bunga.
6. Buah pada umumnya berkembang dari bagian alat kelamin betina (putik) yang disebut bakal buah yang mengandung bakal biji. Buah yang lengkap tersusun atas biji, daging buah, dan kulit buah. Biji merupakan struktur yang efisien untuk berkembangbiakan dan memperbanyak.
7. Jaringan tumbuhan adalah sekumpulan sel tumbuhan yang memiliki struktur yang sama yang membentuk suatu kesatuan untuk memberikan fungsi tertentu. Berdasarkan aktivitas pembelahan sel penyusun jaringan selama masa pertumbuhan dan perkembangan, jaringan tumbuhan dapat dikelompokkan menjadi jaringan meristem (jaringan embrional) dan jaringan permanen (jaringan dewasa).

8. Jaringan meristem atau disebut juga jaringan embrional adalah jaringan yang sel-selnya aktif membelah diri secara mitosis. Berdasarkan asal terbentuknya, jaringan meristem dapat dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu meristem primer dan meristem sekunder.
9. Meristem primer adalah jaringan meristem pada tumbuhan yang sel-selnya aktif membelah. Meristem primer pada umumnya terdapat pada ujung batang dan ujung akar oleh karena itu meristem primer menyebabkan pertumbuhan primer pada tumbuhan (pertumbuhan vertikal atau perpanjangan akar dan batang).
10. Meristem sekunder berasal dari sel-sel dewasa yang berubah sifatnya menjadi meristematik kembali (aktif membelah kembali) contohnya pada kambium. Aktivitas kambium ini menyebabkan tumbuhan mengalami pertumbuhan sekunder sehingga batang menjadi besar.
11. Jaringan dewasa atau disebut juga jaringan permanen merupakan jaringan yang bersifat non-meristematik atau tidak aktif membelah. Jaringan ini berasal dari pembelahan sel-sel meristem primer dan sel-sel meristem sekunder yang telah mengalami diferensiasi atau mengalami perubahan bentuk sehingga memiliki fungsi tertentu. Berdasarkan fungsinya jaringan dewasa dibedakan menjadi empat, yaitu jaringan pelindung, jaringan dasar, jaringan penyokong, dan jaringan pengangkut.
12. Jaringan pelindung terdapat di seluruh permukaan luar tumbuhan yang berfungsi untuk melindungi bagian dalam tumbuhan dari berbagai pengaruh luar yang merugikan. Contoh dari jaringan pelindung yaitu jaringan epidermis.
13. Jaringan dasar merupakan jaringan yang hampir terdapat pada seluruh bagian tumbuhan dan seringkali disebut jaringan pengisi. Jaringan ini berperan penting dalam semua proses fisiologi (metabolisme) pada tumbuhan. Contoh dari jaringan dasar ini yaitu jaringan parenkim.
14. Jaringan penyokong merupakan jaringan yang berperan untuk menunjang bentuk tubuh tumbuhan. Berdasarkan bentuk dan sifatnya, jaringan penyokong dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu jaringan kolenkim dan jaringan sklerenkim.
15. Jaringan pengangkut terdiri atas dua jenis, yaitu xilem dan floem. Xilem berfungsi untuk mengangkut air dan zat-zat terlarut di dalamnya dari akar menuju daun. Floem berfungsi untuk mengangkut makanan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan.
16. Akar, batang, dan daun tumbuhan tersusun atas jaringan meristem dan jaringan dasar yang masing-masing memiliki fungsi tertentu untuk melaksanakan pertumbuhan dan perkembangannya.
17. Struktur organ dan jaringan tumbuhan banyak menginspirasi manusia untuk mengembangkan

teknologi yang memiliki banyak manfaat bagi manusia. Seperti halnya teknologi panel surya yang terinspirasi dari serangkaian proses pada fotosintesis, sensor cahaya, lapisan pelindung dan pengilap mobil, dan alat pemurnian air.



SARAN REFERENSI

Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor: 24 Tahun 2016 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pendidikan Dasar dan Menengah, sebagai dasar pengembangan Kurikulum 2013 Pendidikan Kesetaraan.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2017. Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/MTs, Semester 1 dan 2. Edisi Kedua (Revisi). Buku Elektronik untuk Siswa.

Slamet Prawiro Hartono, dkk., 2007. Ilmu Pengetahuan Alam Terpadu 2 SMP/MTs Klas VII. Edisi Pertama. Jakarta. PT. Bumi Aksara.

Saeful Karim, dkk., 2008. Belajar Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/MTs, Kelas VIII. Diterbitkan Pusat Perbukuan Depdiknas. Surabaya. CV. Karya Utama.

SOAL-SOAL

A. Soal Pilihan Ganda

Pilihlah salah satu jawaban yang benar. Pilihlah dan kerjakan sejumlah 20 butir soal yang saudara anggap mudah untuk menjawabnya. Selamat mengerjakan!

1. Berikut ini, merupakan bagian-bagian dari tumbuhan yang berperan dalam menghasilkan oksigen?
 - a. Akar, batang dan buah
 - b. Daun, batang dan bunga
 - c. buah, daun dan bunga
 - d. Batang, daun dan akar

2. Perhatikan pernyataan berikut!
 - 1) melindungi akar
 - 2) mengangkut air ke pembuluh berikutnya pada batang
 - 3) menyerap air dan garam mineral dari tanah
 - 4) menyampaikan makanan ke bagian akarFungsi kaliptra dan rambut akar berturut-turut sesuai nomor....
 - a. 1 dan 2
 - b. 2 dan 4
 - c. 1 dan 3
 - d. 3 dan 4

3. Bagian dari akar yang berfungsi dalam memperluas bidang penyerapan air dan garam mineral adalah....
 - a. ujung akar
 - b. korteks akar
 - c. epidermis
 - d. rambut akar

4. Ciri khas yang membedakan batang tanaman dikotil dengan tanaman monokotil adalah ...
 - a. Adanya cicin tahun dan ruas batang tidak jelasnya
 - b. Cambium dan ruas batang terlihat jelas
 - c. Pembuluh xylem dan floem yang tertata serta ruas batang terlihat jelas
 - d. Adanya cicin tahun dan ruas batang terlihat jelas
5. Fungsi utama batang bagi tumbuhan adalah ...
 - a. menegakkan tumbuhan
 - b. menyerap air tanah
 - c. mengisap udara pernapasan
 - d. penguat tumbuhan
6. Ciri utama daun sebagai organ fotosintesis adalah....
 - a. menghasilkan klorofil
 - b. adanya pertulangan daun
 - c. daun yang pipih dan lebar
 - d. memiliki stomata
7. Akar gantung pada tumbuhan beringin berfungsi untuk....
 - a. menegakkan tumbuhan
 - b. menyerap air tanah
 - c. mengisap udara pernapasan
 - d. penguat tumbuhan
8. Pengeluaran kelebihan air berupa tetesan air melalui ujung atau tepi daun disebut....
 - a. gutasi
 - b. mutasi
 - c. respirasi
 - d. transpirasi

9. Pada tumbuhan berbunga benang sari dan putik berfungsi sebagai....
- a. perhiasan bunga
 - b. mahkota bunga
 - c. alat kelamin
 - d. bakal buah
10. Bakal biji dan bakal buah terdapat pada bagian tanaman.
- a. akar
 - b. daun
 - c. bunga
 - d. biji
11. Penyerapan air melalui rambut akar terjadi secara osmosis. Pernyataan yang tepat mengenai peristiwa osmosis adalah....
- a. masuknya zat ke dalam jaringan akar
 - b. masuknya semua zat ke rambut akar
 - c. difusi air ke dalam sel akar menembus membrane sel
 - d. menyusupnya air ke ruang-ruang antar sel
12. Bunga akan membentuk buah dan biji setelah mengalami proses....
- a. penyerbukan
 - b. penyerbukan dan pembuahan
 - c. pematangan bakal buah
 - d. pematangan bakal biji
13. Bagian bunga yang menjadi daya tarik serangga karena warna dan mengeluarkan bau yang khas adalah....
- a. putik
 - b. benang sari

- c. kelopak
- d. mahkota

14. Perhatikan ciri-ciri sel berikut.

- 1) berukuran kecil
- 2) berdinding tebal
- 3) aktif membelah
- 4) memiliki vakuola yang besar
- 5) relatif kaya akan protoplasma

Ciri-ciri meristem ditunjukkan oleh nomor....

- a. 1, 2, dan 3
- b. 3, 4, dan 5
- c. 2, 3, dan 5
- d. 1, 3, dan 5

15. Saat praktikum, seorang siswa mengamati sayatan melintang daun dengan mikroskop. Hasil pengamatan menunjukkan adanya jaringan dengan ciri-ciri sebagai berikut.

- terdiri dari sel-sel hidup
- bentuk sel seperti balok
- berupa selapis sel yang tersusun rapat
- tidak ada ruang antarsel
- dilapisi kutikula

Berdasarkan ciri-ciri tersebut, siswa menyimpulkan bahwa jaringan tersebut berfungsi sebagai....

- a. pelindung
- b. tempat fotosintesis
- c. alat pengangkut
- d. tempat penyerapan

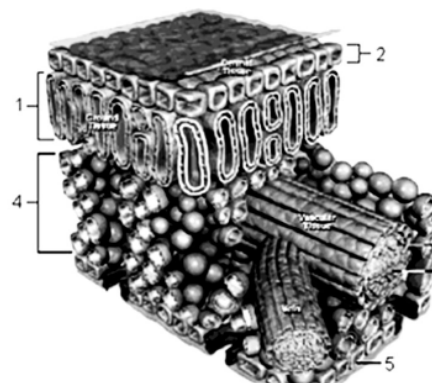
16. Perbedaan antara jaringan kolenkim dan sklerenkim yang tidak tepat adalah....

	<u>KOLENKIM</u>	<u>SKLERENKIM</u>
A.	Tersusun atas sel-sel hidup	Tersusun atas sel-sel mati
B.	Sel mengandung protoplasma	Sel tidak mengandung protoplasma
C.	Selnya tidak mampu membelah diri	Selnya mampu membelah diri
D.	Penebalan dinding sel tidak merata	Penebalan dinding sel merata

Perhatikan gambar susunan sel-sel daun berikut ini!

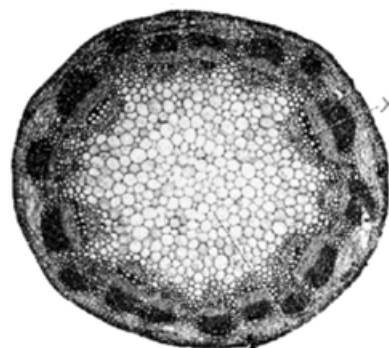
Jaringan yang berfungsi dalam proses fotosintesis ditunjukkan oleh nomor....

- a. 1 dan 2
- b. 1 dan 4
- c. 2 dan 3
- d. 2 dan 4



17. Bagian berlabel X pada gambar di bawah ini berfungsi untuk....

- a. tempat fotosintesis
- b. pelindung
- c. mengangkut air dan garam mineral
- d. mengangkut hasil fotosintesis



18. Tujuan dihilangkannya jaringan meristem apikal pada tumbuhan adalah agar tumbuhan tersebut dapat....

- a. menumbuhkan cabang lateral
- b. menghasilkan buah
- c. melakukan transpor air
- d. melakukan fotosintesis

19. Pada pengamatan preparat irisan melintang organ tumbuhan, ditemukan sel-sel perisikel dan daerah empulur yang sangat jelas. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut, organ yang dimaksud adalah....

- a. batang tumbuhan dikotil
- b. batang tumbuhan monokotil
- c. akar tumbuhan dikotil
- d. akar tumbuhan monokotil

20. Pada batang tumbuhan dikotil, aktivitas kambium vaskular ke dalam dan keluar menghasilkan....

- 1) xilem primer
- 2) xilem sekunder
- 3) floem primer
- 4) floem sekunder

Pada batang tumbuhan dikotil, aktivitas kambium vaskular ke dalam dan keluar menghasilkan....ditunjukkan oleh nomor....

- a. 1 dan 3
- b. 3 dan 2
- c. 2 dan 4
- d. 1 dan 2

21. Sehelai daun ditutupi sebagian dengan kertas timah, lalu diletakkan di tempat yang terkena cahaya matahari selama 24 jam. Daun tersebut kemudian dipetik dan dilakukan uji iodium pada permukaan atas daun. Proses tersebut merupakan cara untuk....

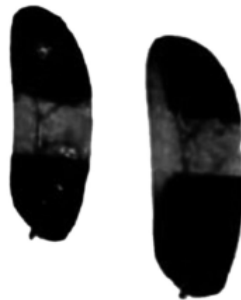
- a. mengetahui bahwa hasil fotosintesis adalah amilum
- b. mengetahui bahwa klorofil diperlukan dalam fotosintesis
- c. mengetahui bahwa pada fotosintesis terbentuk gas oksigen
- d. mengetahui bahwa amilum terdapat pada seluruh bagian daun

22. Berikut ini merupakan teknologi yang terinspirasi dari proses fotosintesis yang terjadi dalam daun adalah....

- a. panel surya
- b. alat pemurnian air
- c. *light-dependent resistor*
- d. lapisan pengilap cat mobil

B. Soal Essay

1. Sebutkan fungsi umum dari organ akar, batang, dan daun pada tumbuhan!
2. Pada organ akar dan batang tumbuhan bisa terjadi modifikasi sehingga memiliki fungsi yang berbeda-beda. Sebutkan dan berikan contoh modifikasi dari organ tumbuhan tersebut!
3. Jelaskan perbedaan tumbuhan dikotil dan monokotil berdasarkan struktur akar, batang, daunnya!
4. Berdasarkan hasil pengamatan kamu pada saat mengamati struktur anatomi batang pada kacang tanah dan jagung, jawablah pertanyaan berikut.
5. Jelaskan perbedaan morfologi dari kedua jenis tanaman tersebut!
6. Berdasarkan ciri-cirinya, termasuk kelompok tumbuhan apakah jagung dan kacang tanah?
7. Fotosintesis adalah proses penyusunan atau pembentukan senyawa kompleks dari senyawa sederhana yang dilakukan oleh tumbuhan. Sebutkan 3 faktor yang memengaruhi proses fotosintesis!
8. Pada suatu pengamatan percobaan tentang fotosintesis ditemukan data sebagai berikut. Setelah ditetesi larutan kalium iodida (KI) kondisinya seperti gambar berikut!



Sumber: Dok Kemdikbud

- a. Jelaskan pada bagian daun yang mana terjadi fotosintesis dan buktikan berdasarkan data pengamatan tersebut!

- b. Apa fungsi dari memasukkan daun yang akan diuji pada air yang mendidih?
 - c. Apa fungsi dari penggunaan alkohol dalam proses pengujian daun yang mengalami fotosintesis?
9. Tumbuhan membutuhkan berbagai bahan untuk fotosintesis. Salah satunya adalah air yang bergerak dari akar sampai ke ujung daun. Bagaimanakah cara air yang diserap dari tanah dapat sampai ke daun paling atas? Bagian tubuh tumbuhan manakah yang berperan?
10. Berdasarkan aktivitas pembelahan sel penyusun jaringan selama masa pertumbuhan dan perkembangan, jaringan tumbuhan dapat dikelompokkan menjadi jaringan meristem dan jaringan permanen. Jelaskan mengenai kedua jaringan tersebut beserta macamnya?
11. Penampang melintang akar monokotil berbeda dengan penampang melintang batangnya. Jelaskan perbedaan tersebut berdasarkan pada struktur jaringannya!
12. Teknologi panel surya (solar cell) terinspirasi dari proses fotosintesis. Jelaskan persamaan dari mekanisme kerja fotosintesis dengan mekanisme kerja panel surya tersebut!

KUNCI JAWABAN

I. Kunci Jawaban untuk Penugasan

Penugasan 1: Pengamatan terhadap tumbuhan yang ada di sekitar

1. Pada tabel 1 untuk pengamatan pada bagian akar

No	Kriteria Penilaian Per Soal	Rincian Skor	Total Skor
1	Apabila jawaban bentuk struktur akar benar	5	100
2	Apabila jawaban bentuk struktur akar benar	5	
3	Apabila jawaban bentuk struktur akar benar	5	
4	Apabila jawaban bentuk struktur akar benar	5	
5	Apabila jawaban bentuk struktur akar benar	5	
6	Apabila jawaban bentuk struktur akar benar	5	
7	Apabila jawaban bentuk struktur akar benar	5	
8	Apabila jawaban bentuk struktur akar benar	5	
9	Apabila jawaban bentuk struktur akar benar	5	
10	Apabila jawaban bentuk struktur akar benar	5	
1	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur akar benar	5	
2	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur akar benar	5	
3	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur akar benar	5	
4	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur akar benar	5	
5	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur akar benar	5	
6	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur akar benar	5	
7	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur akar benar	5	
8	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur akar benar	5	
9	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur akar benar	5	
10	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur akar benar	5	

2. Pada tabel 2 untuk pengamatan pada bagian Batang

No	Kriteria Penilaian Per Soal	Rincian Skor	Total Skor
1	Apabila jawaban bentuk struktur batang benar	5	100
2	Apabila jawaban bentuk struktur batang benar	5	
3	Apabila jawaban bentuk struktur batang benar	5	
4	Apabila jawaban bentuk struktur batang benar	5	
5	Apabila jawaban bentuk struktur batang benar	5	
6	Apabila jawaban bentuk struktur batang benar	5	
7	Apabila jawaban bentuk struktur batang benar	5	
8	Apabila jawaban bentuk struktur batang benar	5	
9	Apabila jawaban bentuk struktur batang benar	5	
10	Apabila jawaban bentuk struktur batang benar	5	

1	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur batang benar	5	100
2	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur batang benar	5	
3	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur batang benar	5	
4	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur batang benar	5	
5	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur batang benar	5	
6	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur batang benar	5	
7	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur batang benar	5	
8	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur batang benar	5	
9	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur batang benar	5	
10	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur batang benar	5	

3. Pada tabel 3 untuk pengamatan pada bagian Daun

No	Kriteria Penilaian Per Soal	Rincian Skor	Total Skor
1	Apabila jawaban bentuk struktur daun benar	5	100
2	Apabila jawaban bentuk struktur daun benar	5	
3	Apabila jawaban bentuk struktur daun benar	5	
4	Apabila jawaban bentuk struktur daun benar	5	
5	Apabila jawaban bentuk struktur daun benar	5	
6	Apabila jawaban bentuk struktur daun benar	5	
7	Apabila jawaban bentuk struktur daun benar	5	
8	Apabila jawaban bentuk struktur daun benar	5	
9	Apabila jawaban bentuk struktur daun benar	5	
10	Apabila jawaban bentuk struktur daun benar	5	
1	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur daun benar	5	
2	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur daun benar	5	
3	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur daun benar	5	
4	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur daun benar	5	
5	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur daun benar	5	
6	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur daun benar	5	
7	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur daun benar	5	
8	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur daun benar	5	
9	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur daun benar	5	
10	Apabila jawaban fungsi utama dari bentuk struktur daun benar	5	

Penugasan 2: Struktur jaringan pada tumbuhan

1. Pada tabel 4 untuk pengamatan pada jaringan tumbuhan

No	Kriteria Penilaian Per Soal	Rincian Skor	Total Skor
1	Menyebutkan nama jaringan dengan kode 1 pada gambar 32 dengan benar	8	100
2	Menyebutkan nama jaringan dengan kode 2 pada gambar 32 dengan benar	8	
3	Menyebutkan nama jaringan dengan kode 3 pada gambar 32 dengan benar	8	
4	Menyebutkan nama jaringan dengan kode 4 pada gambar 32 dengan benar	10	
5	Menyebutkan nama jaringan dengan kode 5 pada gambar 32 dengan benar	8	
6	Menyebutkan nama jaringan dengan kode 6 pada gambar 32 dengan benar	8	
1	Menyebutkan nama jaringan dengan kode 1 pada gambar 33 dengan benar	7	
2	Menyebutkan nama jaringan dengan kode 2 pada gambar 33 dengan benar	7	
3	Menyebutkan nama jaringan dengan kode 3 pada gambar 33 dengan benar	7	
4	Menyebutkan nama jaringan dengan kode 4 pada gambar 33 dengan benar	7	
5	Menyebutkan nama jaringan dengan kode 5 pada gambar 33 dengan benar	7	
6	Menyebutkan nama jaringan dengan kode 6 pada gambar 33 dengan benar	8	
7	Menyebutkan nama jaringan dengan kode 7 pada gambar 33 dengan benar	7	

2. Pada tabel 5 untuk jawaban jaringan dan fungsinya pada tumbuhan

No	Kriteria Penilaian Per Soal	Rincian Skor	Total Skor
a	Apabila menyebutkan dan memberi alasan dengan benar:		100
	1) Jaringan meristem primer	5	
	Alasannya: karena Sel-selnya aktif membelah, khusus untuk pertambahan tinggi dan pertambahan panjangnya akar ke dalam tanah	10	
	2) Jaringan meristem sekunder	5	
	Alasannya: karena Sel-selnya aktif membelah, khususnya ke arah horizontal sehingga akan bertambah besar	10	

b	Apabila dapat menyebutkan ke satu jaringan dan fungsi khususnya memberi alasan dengan benar (jika salah menyebutkan fungsinya skor 5)	15	100
	Apabila dapat menyebutkan ke dua jaringan dan fungsi khususnya memberi alasan dengan benar (jika salah menyebutkan fungsinya skor 5)	15	
	Apabila dapat menyebutkan ke tiga jaringan dan fungsi khususnya memberi alasan dengan benar (jika salah menyebutkan fungsinya skor 5)	15	
c	Apabila dapat menyebutkan: Penambahan jumlah sel Pembesaran pada masing-masing sel	10 15	

I. Kunci Jawaban untuk Soal Latihan

A. Soal Pilihan Ganda

- | | |
|-------|-------|
| 1. d | 13. b |
| 2. c | 14. d |
| 3. d | 15. a |
| 4. a | 16. c |
| 5. a | 17. b |
| 6. a | 18. c |
| 7. c | 19. a |
| 8. a | 20. a |
| 9. c | 21. c |
| 10. c | 22. a |
| 11. c | 23. c |
| 12. b | |

B. Soal Essay

Pedoman penilaian soal Essay:

No	Kriteria Penilaian Per Soal	Rincian Skor	Total Skor
1	Apabila jawaban menyatakan poin-poin berikut: Fungsi akar: • Sebagai penyerap air dan zat hara; • Penopang tumbuh tegaknya tumbuhan; • Tempat menyimpan cadangan makanan (wortel, singkong, bengkoang); • Organ reproduksi (jahe, kunyit, bengkoang); • Alat respirasi/pernafasan (beringin, tanaman bakau) Fungsi batang: • Sebagai tempat tumbuhnya daun, bunga, dan buah; • Tempat penyimpan cadangan makanan (bawang merah, kunyit, jahe); • Organ reproduksi vegetatif (singkong, ketela rambat); • Sarana pengangkut (terdapat jaringan xilem dan floem). Fungsi daun: • Tempat berlangsungnya fotosintesis; • Sistem pernafasan; • Tempat berlangsungnya proses transpirasi; • Sebagai alat perkembangbiakan vegetative	1 1 1 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1	15
2	Apabila jawaban menyatakan poin-poin berikut: Pada akar • Penimbun makanan contoh umbi-umbian • Alat pernafasan akar bakau dan bringin • Sembelit contoh akar vanili dan sirih • Alat penghisap contoh akar benalu Pada Batang • Batang di dalam tanah contoh rimpang / rizoma (kunyit, kunci, jahe) • Batang menjalar di atas tanah contoh geragih / stolon • Batang berdaging dengan kulit hijau sehingga dapat berfotosintesis contoh cladodium • Batang yang menjadi umbi contoh sudang / diskustuber	1 1 1 2 1 1 2 1	10

3	Apabila jawaban menyatakan poin-poin berikut: Berdasarkan morfologi bunga: Dikotil memiliki bunga berkelipatan 4 atau 5, untuk monokotil bunga kelipatan 3 Morfologi dasar daun: Dikotil memiliki tulang dan urat daun menyirip atau menjari, sedangkan monokotil memiliki tulang dan urat daun sejajar atau melengkung Anatomi batang: Dikotil memiliki kambium sehingga batang dapat tumbuh membesar, sedangkan monokotil tidak memiliki kambium sehingga batang tidak dapat tumbuh membesar Percabangan batang: Dikotil bercabang, sedangkan monokotil tidak bercabang Susunan akar: Dikotil berakar tunggang, sedangkan monokotil berakar serabut		10
4	Apabila jawaban menyatakan poin-poin berikut: Morfologi batang kacang tanah: • Batang berkayu dan bercabang, • Memiliki kambium, • Susunan xilem dan floem teratur dalam lingkaran. Morfologi batang jagung: • Batang tidak berkayu dan tidak bercabang, • Tidak memiliki kambium, • Susunan xilem dan floem tidak beraturan tersebar Pengelompokan pada tanaman: • Jagung masuk pada kelompok tanaman monokotil • Kacang tanah masuk pada kelompok tanaman dikotil	1 1 2 1 1 2 1 1	10
5	Apabila jawaban menyatakan poin-poin berikut: • Intensitas cahaya • Matahari • karbondioksida	2 1 2	5

6	Apabila jawaban menyatakan poin-poin berikut:		
	a. Bukti daun yang terjadi fotosintesis Bila ditetesi yodium daun berwarna biru kehitaman pertanda adanya karbohidrat.	4	10
	b. Fungsi daun yang dimasukkan air mendidih Membunuh kuman-kuman yang ada di daun untuk memudahkan pengujian	4	
	c. Fungsi alkohol pada uji daun yang fotosintesis? Untuk melarutkan klorofil dalam daun	2	
7	Apabila jawaban menyatakan urutan poin-poin berikut:		10
	• Mulai dari akar	1	
	• Menuju korteks	1	
	• Melewati pita kaspari	1	
	• Masuk ke xylem akar	1	
	• Menuju xylem batang, dan	1	
	• Selanjutnya ke xylem daun	1	
	Bagian tumbuhan yang berperan		
	• Rambut akar	1	
	• Kortek akar	1	
	• Xylem akar, batang dan daun	2	
8	Jaringan meristem ada 2:		10
	• Jaringan meristem primer, sel aktif membelah kearah atas dan bawah	1	
	• Jaringan meristem sekunder, sel aktif membelah kearah samping	1	
	Jaringan permanen:	1	
	• Sel-selnya tidak aktif membelah	1	
	• Berasal dari sel meristem primer dan sekunder		
	• Mengalami deferensiasi atau berubah bentuk	1	
	• Memiliki fungsi tertentu	1	
	Macam jaringan permanen berdasar fungsinya:		
	• Jaringan pelindung		
	• Jaringan dasar	1	
	• Jaringan penyokong, dan	1	
	• Jaringan pengangkut	1	

9	Perbedaannya yang mendasar dalam hal: Letak xylem dan floemnya		
	Pada akar xylem dan floem letaknya berseling menurut jari-jari xylem (radikal)	2	
	Pada batang keberadaan xylem dan floem letaknya menyebar Perisikel	2	
	Pada akar perisikel letaknya di dalam endodermis yang merupakan lapisan terluar silinder pusat		10
	Pada batang tidak memiliki perisikel Endodermis	2	
	Pada akar endodermis terletak antara bagian kortek dan silinder pusat	1	
	Pada batang tidak terdapat endodermis	2	
10		1	
	Persamaan mekanisme kerjanya:		
	Proses yang dilaluinya terjadi perubahan energi dengan adanya bantuan sinar matahari	2	
	Proses terjadi perubahan energi:		
	Pada panel surya, sinar matahari diubah menjadi energi listrik ketika sinar mengenai permukaan panel yang terhubung oleh konduktor-konduktor.	4	10
	Pada fotosintesis, sinar matahari yang mengenai daun dan diserap energi cahaya untuk melakukan proses kimiawi dengan bantuan enzim mengubah air dan karbondioksida menjadi glukosa sebagai sumber energi bagi makhluk hidup (berupa ATP yang diperlukan makhluk hidup untuk aktivitas)	4	
TOTAL SKOR			100

PEDOMAN PENILAIAN

1. Pedoman Penilaian Penugasan Modul (Total Skor Penugasan = TSP)

Pedoman penilaian penugasan modul merupakan jumlah rata-rata skor penugasan dari masing-masing unit di bagi jumlah unitnya, dengan ketentuan untuk masing-masing penugasan memiliki skor minimal 0 dan skor maksimal 100.

Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Unit 1} = \frac{(\text{Penugasan 1} + \text{Penugasan 2} + \text{Penugasan n})}{n \text{ penugasan unit 1}}$$

$$\text{Total Skor Penugasan} = \frac{(\text{Unit 1} + \text{Unit 2} + \text{Unit n})}{n \text{ Unit}}$$

2. Pedoman Penilaian Latihan Soal

Pedoman penilaian latihan soal dapat dilihat di bawah ini

Jenis Soal	Jumlah Soal	Skor Masimal
Pilihan Ganda	20	100
Essay	10	100

3. Penilaian Keseluruhan Kegiatan Pembelajaran Modul

Pedoman penilaian kegiatan pembelajaran modul mengikuti rumusan berikut ini:

Jenis Penilaian	Skor Perolehan (SP)	Bobot	Nilai
Penugasan (P)	Nilai TSP	20	$0,20 \times \text{TSP}$
Pilihan Ganda (PG)	Nilai PG	50	$0,50 \times \text{PG}$
Essay (Es)	Nilai Es	30	$0,30 \times \text{Es}$
TOTAL NILAI / NILAI AKHIR			

Nilai Keseluruhan kegiatan pembelajaran modul merupakan jumlah nilai dari total skor penugasan ditambah nilai dari skor pilihan ganda ditambah nilai dari Skor Essay, yang secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Nilai Akhir} = \text{Nilai (P)} + \text{Nilai (PG)} + \text{Nilai (Es)}$$

KRITERIA PINDAH / LULUS MODUL

Peserta didik dinyatakan memenuhi kriteria pindah/lulus modul apabila tugas-tugas dan soal-soal (pilihan ganda dan essay) pada Modul 8 Modul Kenali Lebih Jauh Tentang Tumbuhan telah dikerjakan semua dan peserta didik telah memahami materi dengan ketercapaian nilai minimal 74 (nilai keseluruhan). Sedangkan pengkategorian kelulusan, sebagai berikut:

Rentang Nilai (0 – 100)	Kategori	Kelulusan
$92 \leq \text{Nilai} \leq 100$	A	Lulus
$83 \leq \text{Nilai} \leq 91$	B	Lulus
$74 \leq \text{Nilai} \leq 82$	C	Lulus
$\text{Nilai} < 74$	D	Tidak Lulus

DAFTAR PUSTAKA

1. <http://www.abimuda.com/2015/03/penjelasan-lengkap-tentang-organ-pada-tumbuhan-dan-fungsinya.html> Diakses tanggal 12 April 2018 Pukul 19.00
2. <http://www.ebiologi.net/2016/01/akar-tunggang-dan-akar-serabut.html> Diakses tanggal 12 April 2018 Pukul 19.13
3. <https://nurwahida76.wordpress.com/2016/10/08/struktur-jaringan-jenis-fungsi-batang-tumbuhan.html> Diakses tanggal 12 April 2018 Pukul 19.30
4. <http://www.perpusku.com/2016/04/struktur-morfologi-dan-anatomi-akar.html> Diakses tanggal 12 April 2018 Pukul 19.32
5. <http://www.pelajaran.co.id/2017/17/pengertian-daun-fungsi-struktur-bagian-jenis-daun-dan-contoh.html> Diakses tanggal 12 April 2018 Pukul 19.50
6. <http://dosenbiologi.co.id/mengenal-daun-tunggal-folium-simplex/> Diakses tanggal 12 April 2018 Pukul 20.05
7. http://ayuayatul.blogspot.com/2013/09/fungsi-bagian-dan-struktur-bunga_28.html Diakses tanggal 12 April 2018 Pukul 20.15
8. <http://www.perpusku.com/2016/05/struktur-morfologi-dan-anatomi-buah-dan-biji.html> Diakses tanggal 13 April 2018 Pukul 19.25
9. <http://www.nafiun.com/2012/12/struktur-dan-fungsi-akar-pada-tumbuhan-gambar.html> Diakses tanggal 13 April 2018 Pukul 19.55
10. <http://genggaminternet.com/bagian-bagian-tumbuhan-struktur-dan-fungsi-akar> Diakses tanggal 13 April 2018 Pukul 20.17
11. <http://www.biologipedia.com/struktur-dan-fungsi-batang-pada-tumbuhan.html> Diakses tanggal 13 April 2018 Pukul 20.25
12. <https://dosenbiologi.com/tumbuhan/struktur-dan-fungsi-jaringan-daun> Diakses tanggal 13 April 2018 Pukul 20.40
13. <https://www.muttaqin.id/2017/08/soal-pembahasan-struktur-fungsi-jaringan-tumbuhan.html> Diakses tanggal 14 April 2018 Pukul 19.50
14. <https://www.proprofs.com/quiz-school/story.php> Diakses tanggal 14 April 2018 Pukul 20.25
15. <http://www.muttaqin.id/2017/08/soal-pembahasan-struktur-fungsi-jaringan-tumbuhan.html> Diakses tanggal 11 Juni 2018 Pukul 16.15
16. <http://kliksma/2016/07/soal-dan-pembahasan-jaringan-tumbuhan-pilihan-ganda.html>

Diakses tanggal 11 Juni 20.30

17. <http://edoc.site/bank-soal-ipa-kelas-8-kurikulum-2013-revisi-2-17-pdf-free.html> Diakses tanggal 12 Juni 2018 Pukul 20.50
18. <http://arifkaintan.blogspot.com/2014/11/soal-dan-pembahasan-bab-struktur-dan-jaringan.html> Diakses tanggal 13 Juni 2018 Pukul 13.10
19. <http://www.coretanguru.com/2017/10/contoh-soal-dan-pembahasan-struktur-dan-fungsi-tumbuhan.html> Diakses tanggal 13 Juni 2018 Pukul 20.30

BIO DATA PENULIS

Ir. Danang Setiyono, dilahirkan di Kota Kediri, 26 Juni 1965, Pendidikan terakhir S-1 Pertanian (Budidaya Pertanian) di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.

Pengalaman pekerjaan; sebagai Tenaga Fungsional Pamong Belajar BP-PAUD dan DIKMAS Jawa Timur mulai tahun 1997 hingga sekarang.

Diklat yang pernah diikuti antara lain: Diklat Teknis Pamong Belajar (1998), Diklat Fungsional Pamong Belajar Pertama (2001), Diklat *Quantum Teaching and Learning* (2003), Diklat TOT Pendidik PAUD Tingkat Dasar (2013), Diklat Calon Pelatih Pendidik PAUD Tingkat Lanjut (2015), TOT Pendidikan Keluarga (2015). Bimtek PCP Kurikulum 2013 Pendidikan Kesetaraan (2018).



Pengalaman Pengembangan Model dan Kajian: Pengembangan Model Sarana Pembelajaran Paket A setara (1997); Pengembangan Model Pertanian Organik (2002); Pengembangan Model PAUD Terintegrasi dengan POSYANDU (2003 dan 2004); Pengembangan Model Implementasi Action Research dalam Peningkatan Mutu Tutor Kesetaraan (2007); Pengembangan Model Inkuiri (2010); Pengembangan Model Inklusi di PAUD (2013 dan 2014); Pengembangan Model Pelibatan Orangtua di PAUD Inklusi (2016); dan Penyusun Modul Kesetaraan Paket B Ilmu Pengetahuan Alam (Biologi) Kelas 7 (2017).

