

# BBM 5

## BERBAGAI FUNGSI PADA TUMBUHAN

### PENDAHULUAN

Materi berbagai fungsi pada tumbuhan terdiri dari lima pokok bahasan, yakni struktur organ pada tumbuhan tingkat tinggi, reproduksi, transport dan perpindahan materi, pertumbuhan dan perkembangan, fotosintesa.

Dalam modul 5 di kelompokkan ke dalam 3 kegiatan belajar yang masing masing berusaha untuk memberikan pemahaman baik secara konseptual maupun praktek. Terdapat beberapa kegiatan mahasiswa yang harus di kerjakan melalui praktikum baik secara mandiri atau kelompok yang bertujuan untuk memfasilitasi tingkat pemahaman konsep dasar biologi sesuai dengan pokok bahasan yang dipelajari.

Kegiatan Belajar 1, tentang struktur organ pada tumbuhan tingkat tinggi, berupaya memberikan pemahaman tentang berbagai jaringan dan organ pada tumbuhan.

Kegiatan Belajar 2, tentang reproduksi, membahas reproduksi pada tumbuhan yang meliputi reproduksi secara generatif dan secara vegetatif.

Kegiatan Belajar 3, tentang transport dan perpindahan materi, memberikan pemahaman cara tumbuhan memperoleh makanan sekaligus cara pengangkutan bahan makanan tersebut baik secara ekstravaskuler maupun intravaskuler.

Materi berbagai fungsi pada tumbuhan berguna untuk membekali wawasan berpikir anda untuk mengenal tumbuhan baik secara anatomis maupun fisiologis. Secara praktis juga akan memberikan pemahaman konsep dan memberi gambaran bagaimana cara mengajarkannya.

Setelah mempelajari modul ini diharapkan anda mampu menggunakan keterampilan proses untuk memahami konsep-konsep berbagai fungsi pada tumbuhan, sekaligus juga mampu mengkomunikasikan pemahaman anda.

Untuk membantu Anda dalam mempelajari BBM ini, ada baiknya diperhatikan beberapa petunjuk belajar berikut ini:

1. Bacalah dengan cermat bagian pendahuluan ini sampai Anda memahami secara tuntas tentang apa, untuk apa, dan bagaimana mempelajari bahan belajar ini.
2. Baca sepintas bagian demi bagian dan temukan kata - kata kunci dari kata - kata yang dianggap baru. Carilah dan baca pengertian kata - kata kunci tersebut dalam kamus yang Anda miliki.
3. Tangkaplah pengertian demi pengertian melalui pemahaman sendiri dan tukar pikiran dengan mahasiswa lain atau dengan tutor Anda.
4. Untuk memperluas wawasan, baca dan pelajari sumber - sumber lain yang relevan. Anda dapat menemukan bacaan dari berbagai sumber, termasuk dari internet.
5. Mantapkan pemahaman Anda dengan mengerjakan latihan dan melalui kegiatan diskusi dalam kegiatan tutorial dengan mahasiswa lainnya atau teman sejawat.
6. Jangan dilewatkan untuk mencoba menjawab soal - soal yang dituliskan pada setiap akhir kegiatan belajar. Hal ini berguna untuk mengetahui apakah Anda sudah memahami dengan benar kandungan bahan belajar ini.

**Selamat Belajar**

## **STRUKTUR ORGAN PADA TUMBUHAN TINGKAT TINGGI**

### **PENGANTAR**

Untuk mengenal struktur tumbuhan, kita harus mempelajari dan mengenal susunan anatominya. Struktur tubuh tumbuhan tersusun atas sel yang telah mengalami diferensiasi membentuk kelompok-kelompok sel yang dikenal dengan jaringan. Jaringan yang menyusun tubuh tumbuhan terdiri dari meristem jaringan-jaringan tubuh dewasa. Setiap jaringan mempunyai struktur dan fungsi yang berbeda.

Jaringan-jaringan pada tumbuhan akan bergabung menjadi beberapa kelompok untuk menjalankan fungsi khusus yang kita kenal sebagai organ. Organ pada tumbuhan meliputi : akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji.

Setelah mempelajari modul ini diharapkan anda mampu menggunakan keterampilan proses untuk memahami konsep struktur organ tumbuhan tingkat tinggi dan mampu mengkomunikasikan pemahaman anda.

### **A. Jaringan Tumbuhan**

Jaringan pada tumbuhan terdiri atas jaringan meristem, epidermis, klorenkim, parenkim, xilem, floem, kolenkim, dan sklerenkim.

#### **1. Jaringan Meristem**

Jaringan meristem, adalah kumpulan-kumpulan sel muda yang selalu melaksanakan pembelahan atau bersifat embrional (meristematis).

Sel-sel tersebut membelah secara tidak terbatas untuk menambah jumlahnya. Pembentukan sel-sel baru dari permulaan diferensiasi pada tumbuhan terjadi di jaringan meristem. Jaringan meristem hanya terdapat di bagian-bagian tertentu dari tubuh tumbuhan.

Jaringan meristem dapat dibedakan atas dasar :

- a. Asal jaringan, yang dapat dikelompokkan menjadi :

- Meristem primer, sel-selnya berkembang langsung dari sel-sel embrional dan merupakan lanjutan pertumbuhan embrio, misalnya pada kuncup ujung batang.
  - Meristem sekunder, berkembang dari jaringan dewasa yang sudah berdeferensiasi, misalnya kambium gabus terjadi dari kolenkim dan parenkim.
- b. Letak jaringan, dapat dikelompokkan menjadi :
- *Meristem apikal* (meristem ujung), terdapat diujung akar (*koleoriza*) dan ujung pucuk (*koleoptil*). Aktivitas meristem ujung akan menghasilkan pemanjangan tubuh tumbuhan. Dari meristem ujung akan dihasilkan daun, bunga, cabang. Pertumbuhan pada meristem ujung disebut *pertumbuhan primer*.
  - *Meristem interkalar*, (meristem antara), terdapat diantara jaringan dewasa. Letaknya pada pangkal buku dan pelepah daun.
  - *Meristem lateral* (samping), letaknya sejajar dengan dengan permukaan organ. Misalnya pada kambium dan kambium gabus. Pada tumbuhan dikotil batang dan akar memertebal diri melalui proses pertumbuhan sekunder dimulai dari meristem lateral.

### **Gambar 1.1 Meristem**

Umumnya sel-sel penyusun jaringan meristem berdinding tipis, berbentuk isodiametris, kaya protoplasma, memiliki proplastida, dan tidak mengandung cadangan makanan.

### a. Meristem Primer

Meristem primer, bagian-bagiannya mempunyai tingkat yang berbeda. Pada meristem apical terdapat promeristem, terdiri dari sel initial apical dan sel-sel yang berdekatan dengannya. Bagian sel yang telah berdeferensiasi merupakan meristem primer, meristem primer akan berdeferensiasi menjadi 3 jaringan primer, yaitu :

1. *Protoderm*, merupakan lapisan paling luar sel. Bagian ini akan berkembang membentuk jaringan primer epidermis. Epidermis merupakan jaringan primer yang menutup dan melindungi seluruh jaringan primer di bawahnya. Jaringan epidermis akan mencegah kehilangan air berlebihan dan membiarkan terjadinya pertukaran gas untuk respirasi dan fotosintesa.
2. *Prokambium*, merupakan meristem yang akan membentuk jaringan pembuluh primer. Jaringan ini memiliki beberapa fungsi dan dapat dibedakan menjadi 2 sesuai dengan fungsinya, yaitu : makanan yang terbentuk hasil fotosintesis dialirkan dalam floem; sedangkan air dan garam-garam mineral dialirkan dalam xilem.
3. *Meristem dasar*, merupakan meristem yang akan membentuk jaringan dasar (korteks dan empulur). Empulur terletak di pusat batang; sedangkan korteks merupakan jaringan yang terletak di bawah epidermis yang membentang secara silinder dan mengelilingi jaringan pembuluh. Meristem dasar menyokong jaringan meristematik pada ujung pucuk.

#### □ Meristem Apikal

Terdapat di ujung batang, cabang dan akar; membentuk susunan titik tumbuh yang mengawali pembelahan dan pertumbuhan jaringan; merupakan sumber dari semua meristem dan membentuk jaringan meristem dasar (meristem primer, berupa : protoderm, meristem dasar dan prokambium).

#### □ **Meristem Interkalar**

Meristem interkalar ditemukan pada tumbuhan yang memiliki batang beruas-ruas, misal pada tumbuhan famili *Graminae*, juga pada daun pinus, dan pada tangkai bunga.

Pada Angiospermae, menurut teori Histogen dan Hanstein, ujung pucuk terdiri dari 3 daerah :

- Dermatogen, membentuk epidermis
- Periblem, membentuk kulit batang/ korteks, terdiri dari beberapa sel.
- Plerom, membentuk slinder pusat.

### **Gambar. 1.2 Tiga daerah pada ujung pucuk menurut Teori Histogen dan Hanstein**

#### **b. Meristem Sekunder**

Aktivitas meristem sekunder, ditandai dengan adanya pertumbuhan menebal pada bagian tumbuhan yang terletak jauh di ujung pucuk dan akar. Pertumbuhan ini berlangsung pada kambium dan kambium gabus (*felogen*) yang disebut dengan tumbuh lingkaran sekunder.

#### □ **Kambium**

Kambium merupakan meristem lateral, berbentuk pipa atau merupakan berkas memanjang sejajar permukaan batang dan akar. Kambium ada dua macam, yaitu : berada di antara pembuluh xilem dan floem, dan di antara berkas pembuluh angkut. Jenis kambium terdapat pada tumbuhan

dikotil, berupa kambium fasikuler dan kambium interfasikuler.

Aktivitas kambium mengarah ke luar dan ke dalam. Pembentukan kambium ke arah luar membentuk floem sekunder dan ke arah dalam membentuk xilem sekunder. Pada batang yang telah tua, sel kambium ukurannya lebih besar dari pada sel kambium yang masih muda

□ **Felogen (Kambium Gabus)**

Pembentukan felogen terjadi setelah aktivitas kambium yang membentuk berkas pengangkut sekunder. Fungsinya sebagai lapisan pelindung dan merupakan bagian dari jaringan sekunder atau periderm. Periderm terdiri atas 3 bagian yaitu :

- a. *Felem*, yaitu gabusnya, terdiri dari sel-sel mati
- b. *Felogen*, kambium gabus.
- c. *Feloderm*, dibentuk karena aktivitas felogen ke arah dalam terdiri dari sel-sel hidup.

**Gambar 1.3 Irisan Melintang Periderm**

**2. Jaringan Dewasa**

Jaringan dewasa merupakan jaringan yang sudah mengalami deferensiasi dan pada umumnya tidak melakukan pembelahan lagi. Struktur jaringan sudah

permanen, sesuai bentuk dan fungsinya. Jaringan dewasa terdiri jaringan epidermis, jaringan parenkim, jaringan penguat, jaringan pengangkut.

#### **a. Jaringan Epidermis**

Merupakan lapisan sel terluar yang menutupi permukaan organ tubuh tumbuhan baik pada akar, batang, dan daun. Bentuk dan fungsinya pada setiap organ berbeda. Epidermis pada batang dan akar berbeda, sehingga untuk akar disebut *epiblem/rhizoderm*. Struktur epidermis ada yang selapis, ada yang ganda, yang berasal dari protoderm disebut epidermis ganda. Misal epidermis ganda yang terdapat pada akar udara tanaman anggrek berperan sebagai penyerap air atau embun, disebut *velamen*.

Sifat-sifat Jaringan Epidermis :

- a. Pada daun, epidermis bermodifikasi menjadi mulut daun, trikomata, sedangkan epidermis pada batang dikotil bermodifikasi menjadi lentisel untuk pertukaran gas.
- b. Pada akar muda, epidermis bermodifikasi menjadi sel-sel bulu akar untuk menyerap air.
- c. Epidermis tidak berchlorofil, kecuali sel penutup mulut daun dan daun paku-pakuan.
- d. Sel berbentuk seperti kubus, berinti dan tidak mempunyai rongga antar sel.
- e. Sebagai jaringan pelindung, sering dilapis kutikula (lapisan lilin)

Bentuk-bentuk khusus epidermis, antara lain :

##### 1. *Stomata* (mulut daun)

*Stomata*, merupakan celah kecil diantara sel epidermis, terdiri atas sel penutup berchlorofil (*guard cell*) dan sel tetangga (*neben cell*) tidak berchlorofil. Berdasarkan atas susunan sel tetangga, mulut daun tumbuhan dikotil terdapat : tipe diasitik, tipe anisositik, tipe anomositik, tipe aktinosistik dan tipe parasistik



**Gambar 1.4 Tipe Stomata : A. Anomositik; B. Anisositik;  
C. Parasitik; D. Diastik; E. Aktinosistik**

2. *Trikoma*

Berupa tonjolan sangat halus, terdiri dari satu atau lebih sel. Sel-sel ini dapat melakukan penebalan sekunder, dan terdapat trikoma yang kehilangan protoplasma.

3. *Bulu Akar*

Merupakan tonjolan pada sel epidermis akar muda. Bulu akar berdinding tipis dengan vakuola besar. Bulu akar dibentuk di meristem akar.

**Gambar 1.5 (a) Bentuk luar akar; (b) Bulu akar**

## b. Jaringan Parenkim (Jaringan Dasar)

Jaringan parenkim terbentuk dari jaringan meristem dasar, sedangkan jaringan parenkim yang ada di berkas pengangkut, dibentuk oleh prokambium atau kambium. Jaringan parenkim terdiri atas sel-sel hidup yang tidak cukup berspesialisasi, jadi dapat berubah lagi menjadi sel meristem. Dengan demikian, jaringan parenkim masih bisa membelah. Kondisi demikian menjadi penting, karena dapat memperbaiki bagian-bagian tumbuhan yang rusak dan untuk proses regenerasi. Fungsi fisiologi sel parenkim dapat mengalami diferensiasi dan bisa melakukan proses fotosintesa, penyimpanan bahan-bahan organik.

Jaringan parenkim ditemukan pada korteks akar, batang, mesofil daun, daging buah dan endosperm biji. Pada xilem dan floem berperan sebagai pengalir air dari trakea ke trakeida, dan pembawa bahan organik pada sel pembuluh yang tipis.

Struktur sel parenkim, memiliki gambaran sebagai berikut : dinding sel parenkim tipis, terutama yang mengandung kloroflas dan berfungsi sebagai penyimpan cadangan makanan, namun ada pula yang tebal terdiri dari zat hemiselulosa. Isi sel parenkim yang mengandung kloroflas berfungsi untuk asimilasi disebut klorenkim. Dalam sel parenkim terdapat cadangan makanan dalam bentuk larutan (gula terlarut, protein, minyak, lemak atau kristal amilum).

Jenis-jenis sel parenkim, memiliki bentuk yang berbeda, misalnya :

*Parenkim palisade*, penyusun mesofil daun, bentuk selnya panjang, mengandung banyak kloroflas. *Parenkim sponsa* (bunga karang), sebagai penyusun mesofil daun, ruang antar selnya relatif besar dengan susunan sel yang tidak teratur. *Parenkim lipatan*, dinding selnya melipat ke arah dalam dan mengandung kloroflas. Misal pada mesofil daun padi, dan daun pinus.

Berdasarkan fungsinya parenkim dapat dibedakan menjadi : *Parenkim asimilasi*, dalam sel selnya terdapat kloroflas, yang berperan dalam fotosintesa, terdapat mesofil daun, dan pada batang berwarna hijau, pada

tumbuhan tingkat tinggi dikenal dengan klorofil-a ( $C_{55}H_{70}O_5N_4Mg$ ) dan klorofil-b ( $C_{55}H_{72}O_6N_4Mg$ ). *Parenkim pengangkut*, terdapat pada batang dengan sel berbentuk memanjang menurut arah angkut. *Parenkim air*, terdapat pada tumbuhan xerofit, epipit, sebagai bentuk adaptasi terhadap musim kering, tidak mengandung klorofil, vacuola sel besar dan mengandung sedikit plasma kadang berlendir seperti pada *Aloe vera*. *Parenkim penimbun*, terdapat dalam bagian tubuh tanaman, misal pada empulur batang, umbi dan akar. *Parenkim udara*, ruang antara selnya besar, sel berbentuk bulat atau bintang, misal pada daun *Canna*.

### c. Jaringan Penguat

Jaringan ini disebut *stereom*, terdiri dari kolenkim dan sklerenkim, fungsinya untuk memberi kekuatan terhadap bagian tubuh tanaman, sehingga disebut juga sebagai jaringan penyokong.

*Kolenkim*, adalah jaringan hidup, memiliki banyak sifat parenkim, berfungsi sebagai penguat pada organ muda maupun tua. Kolenkim terdapat pada bagian batang, bagian bunga, daun, buah dan akar. Pada monokotil tidak terdapat kolenkim. Sel-sel kolenkim memanjang ke arah poros yang ditandai oleh adanya sel primer tebal dan tidak berlignin. Penebalan dindingnya tidak secara merata di seluruh permukaan dinding dalam sel, tetapi di sudut-sudut sel. Pada irisan membujur, kolenkim memperlihatkan bagian yang nampak tebal dan tipis. Biasanya kolenkim terbentuk di bawah epidermis. Ada juga yang dipisahkan dari epidermis oleh beberapa sel parenkim.

Berdasarkan penebalan pada dinding sel sel, kolenkim dapat dibedakan menjadi : (a) kolenkim sudut (*angular*): pada irisan melintangnya terlihat adanya penebalan di sudut-sudut sel; (b) kolenkim tubular, penebalannya merata di dinding sel, sehingga ruang sel terlihat seperti tabung; (c) kolenkim lempeng (*lamellar*), penebalan dindingnya sejajar permukaan organ; (d) kolenkim lakunar, penebalannya terdapat di bagian dinding sel yang menghadap rongga antar sel.

*Sklerenkim*, berperan sebagai jaringan penunjang yang tumbuh aktif pada bagian tumbuhan yang dewasa. Bentuk sel jaringannya bermacam-

macam, disebabkan oleh perkembangannya yang berbeda-beda. Sklerenkim dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu serabut dan sel batu (*sklereid*).

**Gambar 1.6 Kolenkim**

**Gambar 1.7 Sklerenkim**

*Serabut*, terdiri dari sel-sel yang panjang dan sempit, berujung runcing. Sel-selnya berkumpul menjadi sebuah jalur panjang. Pada saat masih muda dan tumbuh aktif, ujung dindingnya saling rapat dan terlihat runcing.

Sklereid, berasal dari jaringan parenkim dengan penebalan dinding yang terlihat berlapis-lapis. Bentuknya sangat bervariasi dari isodiametrik sampai tidak beraturan. Walaupun memiliki variasi bentuk, sklereid dapat dikelompokkan menjadi : (a) *Brakisklereid*, berbentuk bulat, terdapat pada floem, kortek, kulit batang, dan daging buah ; (b) *makroklereid*, berbentuk seperti batang; (c) *osteosklereid*, berbentuk tulang paha dengan ujung yang membesar, terdapat pada mesofil daun dan kulit biji; (d) *trikosklereid*, bentuknya panjang dan bercabang, terdapat pada mesofil daun; (e) *asteroskleroid*, bentuknya seperti bintang pada daun.

Pada umumnya skleroid merupakan sel-sel mati waktu dewasa tetapi banyak sklereid yang mengandung protoplasma selama organ yang ditempatinya masih hidup.

### **Gambar 1.8 Beberapa Bentuk Sklereid**

#### **d. Jaringan Pengangkut**

Setiap tumbuhan yang mempunyai jaringan pengangkut disebut tumbuhan vaskuler. Jaringan pengangkut terdiri dari xilem dan floem dan bersama-sama

disebut sebagai berkas vaskuler (berkas pembuluh pengangkut). Xilem dan floem merupakan jaringan yang kompleks dengan ciri-ciri khusus.

*Xilem* (pembuluh kayu), disusun oleh tipe-tipe sel yang berbeda, baik yang masih hidup maupun yang telah mati. Xilem tersusun atas trakeid dan trakea sebagai sistem penghantaran yang meluas ke seluruh bagian tumbuhan. Kadang jaringan ini juga berfungsi sebagai jaringan penyokong. *Trakeid*, Disusun atas sel yang agak memanjang, dalam irisan melintang, terlihat persegi dengan dinding ujung yang meruncing. Sel-selnya akan mati setelah dewasa, pada saat sel berlignin saja yang tetap tinggal. Fungsi trakeid adalah sebagai unsur penopang dan penghantar air. *Trakea*, berasal dari trakeid. Setelah dewasa trakea dan trakeid berbentuk bulat panjang, berdinding sekunder, terdiri dari lignin dan tidak mengandung klorofil. Ujung trakea banyak pori, yang berfungsi untuk masuknya air dan zat hara. Komponen trakea, lebih pendek dan lebih lebar dari trakeid, berlignin dan dindingnya mengalami penebalan berupa gelang, cincin, dan berpilin.

*Floem* (pembuluh tapis), juga merupakan jaringan kompleks yang terdiri dari komponen pembuluh tapis dan sel penyerta. Terdapat juga parenkim dan *sklereid* (serat serabut). Floem berfungsi untuk mengangkut hasil asimilasi (bahan organik), terutama karbohidrat dan hormon, asam amino dalam jumlah sedikit. Floem berasal dari perkembangan kambium ke arah luar (*floem primer*), sementara xilem ke arah dalam (*xilem primer*). Yang selanjutnya akan diikuti oleh pertumbuhan sekunder yang berasal dari pertumbuhan primer.

*Xilem* dan *floem* merupakan system berkas pembuluh angkut, yang letaknya berdampingan. Berdasarkan letak xilem terhadap floem dan ada tidaknya kambium, dikenal beberapa tipe pembuluh angkut : (1) *kolateral terbuka*, diantara xilem dan floem terdapat kambium, misal pada tumbuhan dikotil; (2) *kolateral tertutup*, diantara xilem dan floem tidak terdapat kambium; (3) *radial*, xilem dan floem tidak membentuk suatu berkas. Walaupun ke duanya berdampingan tetapi berada pada jari-jari tubuh yang berbeda dan dipisahkan oleh parenkim, misal pada akar: (4) *bikolateral*,

memiliki urutan floem dalam, xilem, kambium dan floem luar. Tipe pembuluh ini terdapat pada tumbuhan monokotil; (5) *konsentris amfivasal*, xilem mengelilingi floem, terdapat pada monokotil berkambium); (6) *konsentris amfikribal*, xilem dikelilingi floem, terdapat pada paku-pakuan.

### **Gambar 1.9 Floem (a) Batang Ecballium; (b) Batang Cucurbita**

## **B. Organ Tumbuhan**

Pada pembahasan tumbuhan biji, kita harus mempelajari organ tubuh utamanya yaitu akar, Batang, dan daun.

### **1. Akar**

Akar tumbuhan umumnya tumbuh di bawah tanah, dan berfungsi untuk menyerap air dan garam-garam anorganik dari larutan tanah, namun ada pula tumbuhan yang akarnya tumbuh di udara misal anggrek. Setiap akar tumbuh dari meristem ujung (*akar primer*), dan akar yang terbentuk dari bagaian akar dewasa disebut akar adventif.

Jaringan penyusun akar, dapat dibedakan dalam keadaan pertumbuhan primer dan sekunder. Dalam irisan tangensial, pertumbuhan akan primer, akan memiliki bagian : (a) *Kaliptra* (tudung akar), berfungsi sebagai organ pelindung meristem dan melumasi akar

untuk mengurangi gesekan antara ujung akar dan butir tanah pada saat menembus tanah. Karena memiliki zat tertentu terkadang tudung akar berfungsi untuk mengatur pola pertumbuhan bagian akar yang lain; (b) *daerah meristem*, terdapat di sebelah dalam tudung akar yang selalu membelah. Tujuannya untuk menambah jumlah sel dan memperbaiki sel yang rusak; (c) *daerah elongasi* (pemanjangan), sel-sel baru yang terbentuk dari meristem membesar dan mengakibatkan akar tumbuh memanjang; (d) *daerah penyerapan*, tumbuh rambut-rambut akar, yang merupakan modifikasi dari sel-sel epidermis akar muda; (e) *daerah diferensiasi*, merupakan tempat sel-sel menjadi matang, terlihat adanya perbedaan jaringan penyusun akarnya.

Pada irisan melintang akar, terlihat dari luar ke dalam jaringan sebagai berikut : (a) *epidermis*, merupakan lapisan terluar dari akar, susunannya sangat rapat dan tidak mempunyai ruang antar sel. Sel epidermis akar berinti satu dan tidak berklorofil. Dinding selnya tipis, terdiri dari bahan selulosa dan pectin untuk menyerap air (*sifat semipermeabel*) dan juga sel epidermis bisa membentuk rambut akar (*trikoblas*) ; (b) *korteks*, berada sebelah dalam epidermis, terdiri dari sel parenkim berdinding tipis dengan rongga antar sel untuk pertukaran zat; (c) *endodermis*, terdiri atas sel yang saling berhubungan berbentuk silinder. Endodermis memisahkan parenkim korteks dengan silinder pusat/stele dan berkas pengangkut di dalamnya; (d) *stele atau silinder pusat*, merupakan bagian paling dalam dari akar, terdiri dari jaringan, yaitu perisikel atau perikambium, berkas pembuluh angkut dan empulur.

(a)

(b)

**Gambar. 1.10 Struktur Akar (a) Monokotil; (b) Dikotil**



## **LATIHAN / KEGIATAN MAHASISWA**

### **Tujuan :**

1. Mengamati dan mengenal sel-sel penyusun jaringan-jaringan pada akar.
2. Menjelaskan hasil pengamatan jaringan penyusun akar

### **Alat dan Bahan**

Alat : - Mikroskop

Bahan : - Irisan melintang akar jagung  
- preparat slide

### **Cara Kerja**

1. Amati preparat slide atau irisan melintang akar jagung di bawah mikroskop
2. Coba gambarkan hasil pengamatan, lalu sebutkan nama-nama jaringan yang bisa diamati.

### **Hasil Pengamatan dan Diskusi**

1. Buat laporan kerja tentang hasil pengamatan anda.
2. Bandingkan dan diskusikan dengan hasil kerja teman anda.

Untuk lebih memantapkan pemahaman anda mengenai uraian di atas, cobalah jawab pertanyaan-pertanyaan di bawah ini.

1. Apa yang membedakan antara jaringan meristem primer dengan meristem sekunder ?
2. Apa yang dimaksud dengan jaringan dewasa ?, coba sebutkan bagian yang menyusunnya.
3. Apakah perbedaan fungsi xilem dengan floem ?
4. Jelaskan letak atau posisi xilem dan floem pada akar tanaman dikotil dan monokotil !
5. Apa fungsi utama epidermis akar ?

## 2. Batang

Batang pada tumbuhan merupakan poros percabangan bagian tumbuhan yang berada di atas tanah, umumnya bagian tersebut berdaun. Batang memiliki bagian buku tempat daun melekat dan bagian ruas merupakan bagian di antara dua buku.

Batang mempunyai pertumbuhan yang tidak terbatas, di ujung batang terdapat titik vegetasi yang tidak terbatas, mempunyai kemampuan untuk terus menerus membentuk sel baru. Pertumbuhan meristem apikal pada batang *dicotyledonae* dan *monocotyledonae* terlihat perbedaan khas. Akibatnya struktur anatomi batangnya mempunyai jaringan yang berbeda.

Struktur batang dikotil bervariasi, berasal dari meristem apikal yang terus menerus membelah, sehingga batang tumbuh memanjang, kemudian tumbuh berdiferensiasi menjadi jaringan primer. Jaringan primer tersebut meliputi bakal daun, tunas ketiak, epidermis, korteks, ikatan pembuluh dan empulur.

*Epidermis* batang dikotil, terdiri atas selapis sel, tertutup oleh kutikula. Sebagian besar sel epidermis terdiri atas sel-sel yang tidak berspesialisasi, disebut epidermis sejati dan tidak melekat sebagai kulit. Dinding sel epidermis tidak mudah ditembus air dan berfungsi melindungi batang/jaringan di bagian dalamnya.

*Korteks* batang tersusun oleh parenkim, mengandung kloroflas, ruang antar sel dibagian tengah terlihat jelas dan berfungsi untuk pertukaran gas. Bagian luar korteks tersusun dari sklerenkim. Pada batang muda, lapisan terdalam korteks mengandung butir-butir amilum, disebut sarung tepung. Pada beberapa tumbuhan dikotil, ada yang mempunyai pita kapsari, di bagian tengah korteks.

*Stele*, adalah bagian terdalam organ batang tumbuhan, yang terdiri dari jaringan :  
(a) *Berkas pengangkut*, pada tanaman dikotil terdiri dari xilem dan floem yang tersusun dalam ikatan pembuluh, karena letaknya berdekatan; (b) *empulur*, terdiri atas jaringan parenkim, dengan ruang antar sel yang jelas. Bagian luarnya terdiri dari sel yang kecil dan rapat, terdapat kelenjar minyak, kristal dan lain-lain; (c) *perikambium*, disebut juga sebagai perisikel, merupakan jaringan yang meringkari pembuluh angkut, bagian dalamnya berbatasan dengan floem primer, dan bagian luarnya oleh endodermis atau dengan korteks; (d) *jari-jari empulur*, terdiri dari sederetan sel seperti pita radier, mulai dari empulur sampai floem. Dalam selnya terdapat butir kristal amilum.

### **Gambar 1.11 Struktur Batang Dikotil**

Batang monokotil memiliki meristem apikal yang kecil, meristem ini akan berkembang menjadi bakal daun, tunas ketiak dan epidermis. Ikatan pembuluhnya terletak tidak beraturan diseluruh bagian penampang batang, contoh pada batang tanaman jagung (*Zea mays*). Jumlah ikatan pembuluhnya sangat banyak, bisa mencapai 200 atau lebih.

Ikatan pembuluh pada batang monokotil terpisah-pisah berbentuk kolateral, tidak ditemukan kambium (kolateral tertutup). Akibatnya tidak terdapat pertumbuhan sekunder.

### **Gambar 1.12 Struktur Batang Monokotil**

#### **3. Daun**

Bentuk dan ukuran daun sangat bervariasi, terdapat daun lengkap yaitu daun yang mempunyai helai daun (*lamina*), tangkai daun (*petiola*) dan pelepah (*vagina*). Sementara daun tidak lengkap yaitu daun yang hanya mempunyai lamina dan petiolus atau lamina dan vagina. Kalau hanya lamina saja maka disebut daun duduk (*sessilis*). Daun berfungsi menerima sinar matahari sehingga bentuknya pipih.

Struktur anatomi daun , nampak pada hasil sayatan melintang daun normal (mesofit) terdiri dari : jaringan epidermis, jaringan mesofil, jaringan pembuluh angkut, dan jaringan sekresi.

Epidermis daun, terdapat di permukaan atas dan bawah helai daun. Epidermis disusun oleh selapis sel, tidak berklorofil, susunan selnya rapat sehingga tidak mempunyai rongga antar sel. Epidermis daun mengalami modifikasi dan menjadi *stomata* (mulut daun) dan *trikomata* dan kelenjar minyak.

Stomata, umumnya terdiri dari sel penutup yang berklorofil dan sel tetangga (*neben cell*). Stomata berfungsi sebagai saluran pertukaran gas dan pengatur kapasitas penguatapan tumbuhan.

Trikomata, merupakan rambut-rambut halus yang menutupi permukaan daun, merupakan tonjolan epidermis daun dan dapat menebal. Berfungsi untuk melindungi daun dari kerusakan mekanis atau sebagai rambut kelenjar.

Jaringan sekretori pada daun, berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses sekresi atau pengeluaran senyawa dari tubuh tumbuhan.

Mesofil, merupakan susunan jaringan yang terdapat di antara epidermis atas dan bawah. Mesofil disebut juga daging daun yang tersusun atas jaringan palisade (tiang), dan jaringan spons (bunga karang), mengandung berkas pembuluh angkut. Pembuluh angkut pada daun terdapat pada bagian tulang daun, xilem terletak sebelah atas menghadap ke jaringan palisade berupa rongga agak besar berdinding tebal. Sedangkan floem, terdiri atas sekelompok sel, terdapat sebelah bawah xilem.

Tulang daun merupakan lanjutan dari tangkai daun dan berasal dari batang. Berfungsi dalam transportasi air dan zat hara, sebagai kelanjutan dari akar dan batang, atau sebagai penyokong helai daun.

### **Gambar 1.13 Struktur Daun (Zea mays)**

LATIHAN / KEGIATAN MAHASISWA

**Tujuan :**

1. Mengamati struktur jaringan daun
2. Memahami hubungan antar jaringan dan mengetahui fungsi tiap-tiap

jaringan daun

**Alat dan Bahan :**

- Air
- Preparat daun
- Silet
- Mikroskop
- Object glass
- Cover glass

**Cara Kerja :**

1. Buat irisan melintang daun *Rheodiscolor* setipis mungkin, lalu letakan di kaca preparat (*object glass*) dalam setetes air, dan tutup dengan *cover glass*
2. Lakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop dan gambarkan setiap jaringan yang terlihat.

**Hasil Pengamatan dan Diskusi**

1. Setelah membuat gambar struktur jaringan, bagaimana bentuk stomata, sebutkan dan diskusikan jaringan lain yang ditemukan. !
2. Melalui stomata berlangsung proses transpirasi, sebutkan macam-macam transpirasi pada tumbuhan. !

Untuk lebih memahami pembahasan di atas, cobalah jawab pertanyaan di bawah ini :

1. Sebutkan perbedaan batang dikotil dan monokotil !
2. Sebutkan sel-sel penyusun mulut daun dengan cirri-cirinya !
3. Terangkan tentang proses yang berlangsung pada berkas pembuluh angkut di daun !
4. Bagaimana proses berlangsungnya proses pengangkutan pada daun ?
5. Sebutkan jaringan utama mesofil daun !

**4. Bunga**

Bunga bukanlah organ pokok pada tumbuhan, tetapi merupakan organ tambahan hasil modifikasi atau perubahan bentuk dari organ pokok yang beradaptasi sesuai dengan

fungainya. Bunga merupakan organ untuk berkembangbiak dalam tumbuhan angiospermae dan gymnospermae disebut juga *strobilus*.

Bunga lengkap adalah bunga yang mempunyai bagian : (1) kelopak (*kaliks*); (2) mahkota bunga (*corolla*); (3) benang sari (*stamen*); (4) putik (*pistillum*); (5) tangkai bunga ; dan (6) bakal biji. Berdasarkan benang sari dan putik yang dimilikinya maka bunga dapat dibedakan : *bunga jantan*, yaitu bunga yang mempunyai benang sari dan tidak memiliki putik; *bunga betina*, yaitu bunga yang hanya memiliki putik; *bunga hermaphrodit*, yaitu bunga yang mempunyai benang sari dan putik.

Tumbuhan yang memiliki bunga jantan dan betina dalam satu pohon disebut tumbuhan berumah satu, sedangkan berumah dua bilamana masing-masing pohon pada jenis yang sama hanya memiliki bunga jantan dan bunga betina saja.

### **Gambar 1.14 Penampang Melintang Bunga**

#### **5. Buah**

Buah merupakan organ tumbuhan yang mengandung biji. Buah biasanya berkembang dari alat-alat pembiakan betina, tetapi seringkali bagian-bagian lain pada bunga ikut dalam menyusun buah. Bagian luar buah disusun oleh kulit buah yang melingkungi biji.

Kulit buah sebelum masak tidak mengalami perubahan jaringan yang berarti. Selama perkembangan buah, jumlah sel bertambah dan jaringan di dalamnya tetap muda. Buah yang telah masak kulit buah dapat dibedakan menjadi tiga bagian utama yaitu : eksokarp, mesokarp, dan endocarp. Eksokarp dan endocarp hanya terdiri dari satu sampai beberapa lapis sel, sedang pada mesokarp sering tebal terutama, pada buah berdaging.

Pada mesokarp yang berkembang sering terdapat berkas pembuluh tersebar pada jaringan dasar buah yang mungkin berair (pepaya) atau berserabut (kelapa). Endokarp sering juga keras (kelapa), karena mengandung sel-sel batu. Perkembangan buah, biji serta embrio tumbuhan berlangsung secara bersamaan.

Terdapat beberapa buah yang tidak berasal dan berekembang dari alat pembiakan betina, antara lain nanas, nangka, jambu mete, dan apel. Nanas berasal dari pertumbuhan dasar bunga. Bagian yang biasa dimakan dari nangka adalah daun-daun bunga yang tumbuh bersatu, yaitu tenda bunga dan ibu tangkai bunga. Buah jambu mete berasal dari tangkai bunga yang menggebung. Buah apel berasal dari pertumbuhan dasar bunga. Buah demikian biasanya disebut buah semu, dan kebalikannya adalah buah sejati.

Beberapa jenis tipe buah (kotak, polong, buni, batu, silikua, pepo ), buah polong kebanyakan dimanfaatkan buahnya, seperti asam dan berbagai lalap (jaat, kacang panjang, buncis, dan kapri). Tetapi banyak pula buah polong dimakan bijinya yang masih muda, misalnya pete, kacang tanah dan kemlandingan (petai cina).

### **Gambar. 1.15 Struktur dan Aneka buah Semu**



## 6. Biji

Biji dihasilkan setelah tumbuhan mengalami pembuahan dan di dalamnya mengandung embrio sebagai calon individu baru. Embrio yang memulai mengadakan pertumbuhan akan terbentuk *epikotil*, yang akan menjadi batang dan daun, *hypokotil*, yang akan tumbuh menjadi akar. Biji memiliki endosperm, yaitu bagian biji yang mengandung makanancadangan embrio. Biji lapisan terluar ditutupi oleh kulit biji. Tumbuhan yang memiliki hypokotil dan epikotil disebut *berkutub dua*; pada tumbuhan paku (Pteridophyta) merupakan tumbuhan berkutub satu, karena keluarnya akar berasal dari bagian batang. Air dapat masuk ke dalam biji melalui hilum dan mikrofil.

## RANGKUMAN

- (1) Sel-sel penyusun jaringan tumbuhan berasal dari pembelahan sel embrional dan mengalami diferensiasi sehingga terbentuk system jaringan, dikenal dengan jaringan meristem primer dan meristem sekunder.
- (2) Jaringan meristem primer selalu membelah, disusun oleh sel-sel muda dan terdapat di ujung akar dan pucuk tumbuhan, berfungsi untuk memperpanjang tumbuhan. Jaringan meristem sekunder atau kambium berperan dalam penebalan batang dan akar.
- (3) Jaringan dewasa merupakan jaringan yang sudah mempunyai struktur dan fungsinya yang tetap. Jaringan ini terdiri dari jaringan epidermis, korteks, endodermis, pembuluh angkut dan silinder pusat.
- (4) Jaringan dasar (parenkim) terbentuk dari meristem dasar, terdiri dari sel-sel hidup, mempunyai bermacam-macam bentuk sesuai dengan fungsinya.
- (5) Xilem dan floem walaupun berbeda fungsi, tetapi berasal dari sel yang sama (prokambium dan kambium), Sesuai dengan letak xilem terhadap floem menyusun suatu ikatan pembuluh (pada dikotil).
- (6) Pada tumbuhan monokotil, letak kedua pembuluh (xilem dan floem ) tersebar, tidak dalam satu ikatan.
- (7) Epidermis akar karena berperan dalam penyerapan air, maka terdapat modifikasi sel epidermis, menjadi sel-sel bulu akar sehingga terjadi perluasan bidang penyerapan.
- (8) Batang pada umumnya terdiri dari bagian pokok, yaitu epidermis, korteks dan stele. Stele terdiri dari berkas pengangkut, perisikel dan jari-jari empulur.
- (9) Jaringan penyusun daun terdiri dari jaringan epidermis dan mesofil yang berada diantara epidermis atas dan bawah. Mesofil terdiri dari : jaringan pagar, jaringan bunga karang dan berkas pembuluh angkut.
- (10) Daun amat peka terhadap perubahan lingkungan yaitu berpengaruh

terhadap struktur daun, persediaan air bagi tumbuhan atau intensitas cahaya.

## TES FORMATIF I

### **Petunjuk : Pilih salah satu jawaban yang paling tepat**

1. Pada batang tua terdapat sejumlah sel untuk petukaran gas, yaitu :
  - a. sel-sel gabus
  - b. sel-sel xilem
  - c. sel-sel floem
  - d. sel-sel lenti
  
2. Bila di antara pembuluh tapis dan kayu terdapat kambium, jaringan pembuluh angkut ini bertipe :
  - a. kolateral tertutup
  - b. bikolateral
  - c. kolateral terbuka
  - d. radial
  
3. Di permukaan epidermis bisa di dapatkan semacam rambut halus untuk mencegah kerusakan mekanis, disebut :
  - a. trikomata
  - b. kutikula
  - c. stomata
  - d. perikambium
  
4. Jaringan daun yang paling padat dengan kloroplas, yaitu :
  - a. jaringan spons
  - b. jaringan mesofil
  - c. jaringan epidermis
  - d. jaringan tiang
  
5. Sel-sel penyusun parenkim spons mempunyai rongga antar sel yang besar dan banyak. Rongga ini berhubungan dengan proses :
  - a. pengangkutan air
  - b. fotosintesa
  - c. pertukaran gas
  - d. penghantaran hasil asimilasi
  - e. penunjang helai daun

## BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Cocokkanlah jawaban Anda dengan dengan kunci jawaban tes formatif 1 yang terdapat dibagian akhir modul ini, Hitunglah jawaban anda yang benar. Kemudian gunakan rumus di bawah ini :

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban yang benar}}{5} \times 100 \%$$

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai :

- 90 – 100 % = baik sekali
- 80 - 89 % = baik
- 70 - 79 % = cukup
- < 69 % = kurang

Bila tingkat penguasaan Anda mencapai 80 % ke atas, berarti Anda sudah baik dalam menguasai materi itu. Tetapi, bila masih di bawah 80 % Anda harus mengulang dulu bagian yang tidak dikuasai.

## Glosarium

- Floem sekunder : merupakan floem yang terjadi karena pertumbuhan sekunder
- Jaringan palisade : bagian daun yang mengandung kloroflas
- Jaringan bunga karang : bagian daun yang banyak mengandung rongga udara
- Kambium intravaskuler : kambium yang letaknya diantara xilem dan floem.
- Kambium intervaskuler : kambium yang letaknya diantara dua berkas ikatan pembuluh.
- Kolenkim: Jaringan dasar yang terdapat pada dasar epidermis batang, berfungsi sebagai penguat pada batng muda yang sedang tumbuh dan tangkai daun.
- Meristem : Jaringan tumbuhan yang sel-selnya aktif membelah diri dan menghasilkan sel yang berbeda menjadi jaringan lain.

- Perisikel : lapisan sel-sel yang letaknya di sebelah dalam endodermis.
- Sklerenkim : Jaringan berserat atau berkayu pada tumbuhan, yang terdiri atas sel berdinding tebal karena adanya selulosa atau lignin.
- Stele: silinder pusat, ikatan pembuluh pada dikotil yang letaknya teratur, bersama-sama dengan empulur membentuk silinder

## REPRODUKSI

### PENGANTAR

Semua makhluk hidup di dunia baik manusia, hewan dan tumbuhan berupaya untuk mempertahankan kelangsungan hidup jenis atau keturunannya, oleh karena itu, makhluk hidup mengadakan reproduksi atau perkembangbiakan.

Sangat beragam cara makhluk hidup berkembangbiak ada yang dengan membelah diri, dengan menghasilkan spora, membentuk tunas, menghasilkan biji, menghasilkan sperma atau sel telur dan sebagainya. Dengan memahami makhluk hidup bereproduksi kita dapat mengambil manfaatnya untuk kesejahteraan hidup.

Dalam pembahasan KB-2 ini, kita akan membahas tentang cara reproduksi pada tumbuhan, yang meliputi reproduksi secara generatif dan secara vegetatif.

#### a. Reproduksi Secara Generatif (Seksual)

Reproduksi secara generatif adalah terjadinya individu baru yang didahului dengan peleburan dua sel gamet. Peristiwa ini disebut sebagai proses pembuahan (fertilisasi), pada tumbuhan berbiji akan terjadi kalau didahului proses penyerbukan (persarian) terlebih dahulu.

Penyerbukan adalah peristiwa sampainya serbuk sari pada tujuan. Pada tumbuhan *Gymnospermae*, tujuan serbuk sari adalah tetes penyerbukan, sedangkan pada tumbuhan *Angiospermae*, tujuan serbuk sari adalah kepala putik.

*Gymnospermae* adalah tumbuhan berbiji terbuka, disebut demikian karena bijinya tidak ditutupi oleh daging buah. Bunga jantan dan betina merupakan alat perkembangbiakan pada tumbuhan berbiji terbuka. Bunga jantan dan bunga betina mungkin terpisah seperti pada pakis haji tapi bisa juga terletak pada satu pohon misalnya pada pohon pinus. Bunga jantan menghasilkan serbuk sari yang terletak dalam kotak spora dan bunga betina menghasilkan sel telur yang terletak dalam bakal biji (*ovulum*).

*Angiospermae* adalah tumbuhan berbiji tertutup, disebut demikian karena bijinya ditutupi oleh daging buah. Alat perkembang biakan pada tumbuhan berbiji tertutup adalah bunga jantan dan bunga betina. Bunga jantan mempunyai alat jantan yakni benang

sari yang terdiri dari kepala sari (*antera*) yang di dalamnya penuh dengan serbuk sari sebagai sel jantan dan tangkai kepala sari (*filamen*), sedangkan putik merupakan alat kelamin betina yang terdiri dari kepala putik (*stigma*), tangkai putik (*stilus*), dan bakal buah (*ovarium*). Serbuk sari dibentuk dalam antera dan ovum dibentuk dalam ovarium.

Pembuahan pada tumbuhan berbiji dikenal ada dua macam proses pembuahan, yaitu pembuahan tunggal pada *Gymnospermae*, dan pembuahan ganda pada *Angiospermae*.

Proses pembuahan pada *Gymnospermae*, serbuk sari yang masuk ke dalam ovulum melalui mikrofil akan membentuk buluh serbuk. Pada buluh serbuk ini terbentuk dua inti yang akan membuahi sel telur yang terletak dalam ovulum. Ovum yang telah di buahi di dalamnya akan berkembang menjadi biji yang di dalamnya terdapat embrio yang kelak akan tumbuh menjadi tumbuhan baru. Sedangkan pada tumbuhan *Angiospermae*, serbuk sari yang telah menempel pada kepala putik akan membentuk buluh serbuk menembus tangkai putik menuju ovulum. Di dalam buluh serbuk dibentuk 3 buah inti. Satu inti untuk petunjuk jalan menuju ovulum, dua buah inti lainnya adalah inti sperma untuk pembuahan. Gametopit betina yang terletak pada ovulum mempunyai 8 buah inti yang terdiri dari 3 buah antipoda, 2 buah inti endosperma, 2 inti sinergid dan sebuah sel telur. Ketika dua buah inti sperma membuahi sel telur dan inti endospermae, peristiwa ini disebut pembuahan ganda, karena pembuahan berlangsung dua kali.

### **Gambar 2.1 Pembuahan Tunggal pada Pinus (*Gymnospermae*)**

## Gambar 2.2 Pembuahan Ganda (Angiosprmae)

### b. Reproduksi Secara Vegetatif (Aseksual)

Perkembangbiakan pada tumbuhan dikenal ada dua kelompok, yaitu reproduksi pada tumbuhan tingkat rendah dan reproduksi pada tumbuhan tingkat tinggi. Perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan tingkat rendah berlangsung secara : membelah diri (tumbuhan bersel satu), membuat tunas, dan pembentukan spora. Sementara untuk perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan tingkat tinggi terdiri dari :

(1) *Pembentukan tunas*

Tunas akan tumbuh pada bagian batang yang memiliki bakal tunas. Dengan lingkungan seperti kelembaban, temperatur, derajat keasaman (pH) dan cadangan makanan yang cukup maka tunas akan tumbuh. Misalnya pada pakis haji dan bamboo.

(2) *Rhizoma (Akar tinggal)*

Rhizoma, merupakan batang yang tertinggal dalam tanah, batang ini tumbuh secara horizontal atau sejajar dengan permukaan tanah. Batang ini masih berhubungan dengan bagian tubuh induknya. Misalnya : temu lawak, kunir, jahe, laja/lengkuas, alang-alang.

(3) *Umbi batang*

Umbi merupakan cadangan makanan dan padanya terdapat mata tunas yang akan tumbuh bila di tanam. Misalnya : ubi jalar, kentang.

(4) *Umbi lapis*

Tunas akan tumbuh dari bagian batang yang terdapat di dalam tanah. Tunas yang tumbuh biasanya disebut siung. Misalnya : bawang merah, bawang daun, bawang putih.

(5) *Geragih*

Geragih adalah batang yang menjalar di atas tanah, bila tertimbun batang ini akan tumbuh. Titik tumbuh ada pada mata ruas. Misalnya : pegagan, rumput teki.

(6) *Tunas adventif*

Tunas adventif ke luar dari bagian akar yang menyembul pada permukaan tanah. Tunas ini akan tumbuh menjadi tanaman yang baru. Misalnya : kersen, sukun, kesemek.

(7) *Mencangkok*

Mencangkok adalah menyayat bagian kulit sampai kambiumnya dibuang dan pada sayatan tersebut disimpan tanah sebagai perangsang terjadinya pertumbuhan akar. Misalnya : mangga, jambu air, jambu batu. Tujuannya untuk mendapatkan turunan yang sama persis seperti induknya.

(8) *Menempel (okulasi)*

Tujuan menempel adalah guna mendapatkan tanaman yang mempunyai sifat berbeda dalam satu pohon. Biasanya yang dijadikan batang bawah adalah tanaman yang kuat akarnya, tahan penyakit dan hama, sedang bagian yang ditempel adalah tanaman yang menghasilkan sesuai dengan keinginan kita (buahnya bagus, warna bunga menarik, rasanya manis, dst). Misalnya mawar, mangga, jeruk.

(9) *Merunduk*

Cara ini dilakukan dengan jalan merunduk cabang tanaman dan ditimbun dengan tanah. Pada bagian yang ditimbun dengan tanah akan tumbuh akar dan tunas. Misalnya : alamanda, tebu, apel.



(10) *Menyambung*

Menyambung adalah membuat sambungan batang dari dua jenis tanaman yang satu famili. Tujuannya untuk mendapatkan tanaman yang berbeda dalam satu pohon. Ujung secara keseluruhan disambung pada batang bawah. Kemudian pada sambungan diikat dengan tali plastik secara teratur. Misalnya : tomat dengan terung.

(11) *Menyetek*

Menyetek merupakan cara yang paling populer dalam mengembangbiakan tanaman. Potongan batang yang ditanam akan segera tumbuh akar dan berkembang jadi tumbuhan baru. Misalnya ketela pohon, ubu jalar, beluntas, tebu.

### **LATIHAN**

Untuk lebih memahami pembahasan di atas, cobalah jawab pertanyaan di bawah ini :

1. Keuntungan apakah yang dapat diperoleh apabila membiakan tanaman dengan jalan stek dari pada dengan penanaman biji ?
2. Mengapa tidak ada orang yang berhasil menanam pisang dengan bijinya ? peristiwa apa yang terjadi pada tanaman pisang tersebut ?
3. Bandingkan keuntungan dan kerugian yang diperoleh manusia apabila memperbanyak tanaman dengan jalan okulasi dan kawin silang.?
4. Mengapa akar dan batang bisa tumbuh memanjang dan membesar ?

## RANGKUMAN

1. Reproduksi yaitu kemampuan hidup untuk menghasilkan individu baru yang sejenis. Tujuannya untuk mempertahankan jenis agar tidak punah.
2. Reproduksi dibedakan menjadi : reproduksi vegetatif (aseksual), kalau individu baru terbentuk tanpa peleburan sel kelamin; reproduksi generatif (seksual), lahirnya individu baru melalui peleburan sel-sel gamet jantan dan betina.
3. Fertilisasi yaitu peleburan antara sel kelamin jantan dengan betina; dan dibedakan atas pembuahan tunggal dengan pembuahan ganda.

## TES FORMAIF II

### Petunjuk : Pilih salah satu jawaban yang paling tepat

1. Dalam pembentukan sel kelamin jantan atau spermatogenesis kromosom yang dihasilkan adalah (1n) disebut kromosom
  - a. haploid
  - b. polipoid
  - c. triploid
  - d. tetraploid
2. Alat perkembangbiakan pada lumut yang menghasilkan spermatozoid adalah
  - a. antheridium
  - b. archegonium
  - c. protalium
  - d. ovulum
3. Peristiwa menempelnya serbuk sari pada kepala putik pada tumbuhan angiospermae disebut
  - a. pembuahan
  - b. penyerbukan

- c. pembiakan
  - d. pembelahan
4. Pembentukan saluran yang dilakukan oleh cairan spermatozoid bertujuan untuk memberi jalan pada 2 inti yang akan bergabung dengan :
- a. ovum
  - b. inti endosperma
  - c. inti antipoda
  - d. inti sinergid
5. Bunga jantan yang menghasilkan serbuk sari pada gymnospermae, terletak pada;
- a. ovulum
  - b. protalium
  - c. kotak spora
  - d. mikrofil

**BALIKAN DAN TINDAK LANJUT**

Cocokkanlah jawaban Anda dengan kunci jawaban tes formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini, Hitunglah jawaban anda yang benar. Kemudian gunakan rumus di bawah ini :

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban yang benar}}{5} \times 100 \%$$

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai :

- 90 – 100 % = baik sekali
- 80 - 89 % = baik
- 70 - 79 % = cukup
- < 69 % = kurang

Bila tingkat penguasaan Anda mencapai 80 % ke atas, berarti Anda sudah baik dalam menguasai materi itu. Tetapi, bila masih di bawah 80 % Anda harus mengulang dulu bagian yang tidak dikuasai.

## **Glosarium**

- Embriologi adventif : yaitu embrio yang terjadi dari selain kandung lembaga.
- Fragmentasi : adalah pematangan yang terjadi pada suatu bagian tubuh tumbuhan, kemudian patahan tersebut akan tumbuh menjadi tumbuhan baru. Misalnya : Oscillatoria, Spyrogira
- Pembelahan biner : yaitu pembelahan satu sel menjadi dua sel, langsung tanpa melalui fase pembelahan (amitosis). Misalnya Navicula dan Chroococcus.
- Tunas Adventif : yaitu tunas yang tumbuh selain di ketiak daun atau di ujung ranting tetapi misalnya tumbuh di bagian daun, ujung daun dan permukaan daun.
- Kultur Jaringan : sepotong jaringan suatu organ tumbuhan, khususnya organ daun, yang ditanamkan dalam medium biakan agar tertentu di laboratorium, setelah tumbuh individu baru dipindahkan ke medium tumbuh aslinya.

## TRANSPORTASI DAN PERPINDAHAN MATERI

### PENGANTAR

Setiap makhluk hidup memerlukan zat-zat makanan untuk melangsungkan hidupnya. Bahan-bahan makanan tersebut diperoleh dari lingkungan. Demikian juga dengan tumbuhan. Tumbuhan memperoleh bahan-bahan kebutuhan hidup dari udara dan tanah melalui organ-organnya.

Pada daun terdapat stomata yang berperan sebagai lubang keluar masuk  $\text{CO}_2$  dan  $\text{O}_2$  dari tumbuhan ke udara dan sebaliknya.  $\text{CO}_2$  diperlukan untuk fotosintesis dan dikeluarkan sebagai hasil respirasi. Sebagian  $\text{O}_2$  hasil fotosintesa digunakan untuk respirasi dan sebagian dikeluarkan oleh tumbuhan.

Selain batang, daun juga berperan sebagai jalan keluar masuk uap air antara tumbuhan dan udara. Pada akar melalui bulu akar, akan mengambil air dan garam-garam mineral serta sedikit  $\text{O}_2$  dari dalam tanah.

Di dalam tubuh tumbuhan, daun harus memasok karbohidrat yang diperlukan untuk metabolisme dan pertumbuhan akar; dan akar harus memasok daun dengan air dan garam-garam mineral. Distribusi makanan dua arah ini dalam tumbuhan vaskuler darat dilaksanakan melalui suatu sistem transport.

### Mekanisme Transportasi

Sistem transport tersebut melibatkan beberapa proses yang saling berhubungan, diantaranya adalah : proses penyerapan (*absorpsi*), proses pengangkutan dan sirkulasi, proses pemindahan (*translokasi*) dan proses pengeluaran air (*eliminasi*).

Mekanisme pemindahan materi atau bahan makanan pada tumbuhan diawali dengan proses penyerapan. Penyerapan zat hara, air atau ion-ion terlarut, terjadi melalui proses difusi, osmosis, imbibisi dan transpor aktif. Dengan proses tersebut air tanah dan terlarut lainnya dapat diserap oleh bulu-bulu akar dan diangkut melalui sistem transport

ke organ tubuh yang membutuhkan, juga zat makanan hasil fotosintesa dapat disalurkan ke bagian-bagian tumbuhan.

*Difusi*, merupakan gerakan penyebaran suatu partikel (air, molekul zat terlarut, gas atau ion) dari daerah berpotensial kimia lebih tinggi ke daerah potensial kimia lebih rendah, yang disebabkan oleh adanya energi kinetis. Difusi dapat juga merupakan pergerakan molekul dari bagian yang memiliki kepekatan tinggi ke bagian yang memiliki kepekatan rendah, baik melalui membran, atau tanpa membran. Difusi bersifat pasif terdapat gradien konsentrasi (perbedaan konsentrasi antara bagian).

*Osmosis*, pada hakekatnya adalah difusi. Osmosis adalah difusi dari tiap pelarut melalui selaput semipermeabel. Air merupakan pelarut universal, jadi secara sederhana osmosis adalah difusi air melalui selaput permeabel secara diferensial dari suatu tempat yang berkonsentrasi tinggi ke rendah.

*Imbibisi*, yaitu peristiwa penyerapan air yang disertai dengan kenaikan volume yang bersifat reversible. Misal ketika kita merendam biji kacang kering ke dalam air, beberapa lama kemudian volume biji itu bertambah (menggelembung).

*Transportasi aktif*, yaitu Bergeraknya zat-zat makanan disebabkan oleh adanya gradien konsentrasi, kenyataannya ada juga gerak ion dan molekul melawan suatu gradien konsentrasi. Ketika sel melakukan transport melawan daya difusi pasif harus menggunakan energi.

Air dan semua zat yang diserap oleh tumbuhan harus diangkut ke seluruh bagian tubuh tumbuhan untuk keperluan hidupnya. Proses pengangkutannya berlangsung secara : (1) transportasi ekstravaskuler, dan (2) transportasi intravaskuler.

Transportasi ekstravaskuler, merupakan proses pengangkutan bahan-bahan yang terjadi di luar berkas pembuluh angkut. Transportasi ini berjalan dari sel ke sel dengan arah horizontal dan dapat terjadi juga lewat ruang antar sel. Alur pengangkutannya dimulai dari bulu akar → epidermis → korteks → endodermis → xilem. Sifat pengangkutan ekstravaskuler lambat.

Transportasi intravaskuler, merupakan proses pengangkutan yang berlangsung di dalam berkas pembuluh angkut, yaitu melalui xilem (pembuluh kayu) dan floem (pembuluh tapis). Karakteristik pembuluh angkut xilem adalah : berperan dalam mengangkut air dan zat-zat terlarut dari dalam tanah, arahangkutnya bermula dari sel-sel

bulu akar, terus ke xilem (ke arah daun), dipengaruhi oleh daya kapilaritas, tekanan akar, daya isap daun dan transpirasi. Sedangkan karakteristik floem adalah : berperan mengangkut hasil asimilasi dari daun ke seluruh bagian tubuh tumbuhan, mekanisma pengangkutannya melalui aliran masa (*bulk flow*), aliran sitoplasma.

Pengangkutan pada pembuluh angkut xilem, dimulai dengan air bergerak secara vertikal menuju ke daun. Gerak air di dalam xilem bersifat menentang gaya gravitasi (gaya berat), yang bisa mencapai beberapa meter. Dengan demikian terdapat kekuatan untuk mengatasi gaya gravitasi, tenaga itu adalah berupa tekanan akar, daya isap daun, dan sifat kapilaritas buluh angkut.

### **Gambar 3.1 Pengangkutan Air**

Tekanan akar, terlihat ketika orang menyadap air gula aren, air gula kelapa dari tandan bunga, atau ketika kita menebang batang pisang, terlihat air keluar. Hal ini menunjukkan adanya tekanan akar pada tumbuhan tersebut. Tekanan pada beberapa jenis tanaman berbeda tergantung besar kecil dan tinggi rendahnya tumbuhan.

Daya isap daun, berlangsung karena jaringan daun mempunyai daya/potensial lebih kecil dari pada jaringan batang dan akar. Bersamaan dengan adanya transpirasi

peristiwa tarik menarik molekul air akan terus berlanjut, oleh karenanya kemampuan daya isap daun akan ditentukan oleh adanya transpirasi (penguapan).

Transpirasi sendiri mempunyai pengaruh besar terhadap tumbuhan, misalnya : proses absorpsi air dan zat hara, proses pengangkutan air dan zat hara, dan pengaturan suhu tubuh tumbuhan. Laju penguapan melalui daun dipengaruhi oleh : suhu udara, luas bidang daun, tekanan udara, kelembaban dan arus angin.

Transportasi pada pembuluh floem, akan mengangkut hasil fotosintesa dari tumbuhan hijau. Gula sukrosa, asam amino, dan senyawa organik lainnya akan dibawa dari daun ke bagian tubuh tumbuhan lainnya, yang dipengaruhi oleh adanya plasmodesma yang menghubungkannya.

Kecepatan transport pada pembuluh floem, tergantung kecepatan zat-zat terlarut, tingkat ketebalan kalose suatu polisakarida, keadaan jaringan protein. Bila terjadi kelebihan gula akan diangkut ke tempat penimbunan di batang, akar, buah, nectar, yang selanjutnya berperan sebagai cadangan makanan.

Mekanisma pengangkutan tersebut, merupakan proses aktif metabolisme dari floem, karena setiap keadaan yang menurunkan aktivitas metabolisme akan menurunkan aktivitas pengangkutan.

## **LATIHAN/TUGAS MAHASISWA**

### **Tujuan :**

1. Mengamati pengangkutan air pada batang.
2. Memperhatikan jaringan buluh angkut batang sedang mengangkut air.

### **Alat dan Bahan**

1. Batang tumbuhan
2. Larutan eosin
3. Botol Erlenmeyer, ember
4. Pisau silet
5. Mikroskop



## **Cara Kerja**

1. Disiapkan batang tumbuhan segar lengkap dengan akar, masukan ke dalam ember berisi air.
2. Botol Erlenmeyer di isi dengan eosin
3. Potong batang tanaman tadi di dalam air
4. Masukan batang yang sudah dipotong ke dalam Erlenmeyer (permukaan irisan menempel ke dalam botol.
5. Amati pergerakan eosin pada batang
6. Sayat secara melintang batang tersebut, dan simpan di bawah mikroskop, amati lintasan eosin di dalam jaringan batang.

## **Hasil Pengamatan dan Diskusi**

1. Mengapa menggunakan tanaman air (*Balsamina sp*) ?
2. Mengapa menggunakan larutan eosin bukan air.

## RANGKUMAN

- (1) Untuk memenuhi kebutuhan materi dan mempertahankan keseimbangan fisiologi di dalam tubuh, tumbuhan melakukan beberapa aktivitas, diantaranya adalah absorpsi (penyerapan), transportasi (pengangkutan), atau translokasi (pemindahan), dan transpirasi (pelepasan air melalui stomata).
- (2) Pengangkutan bahan-bahan pada tumbuhan terjadi melalui proses difusi, osmosis, dan transpor aktif.
- (3) Pengangkutan air dan zat terlarut melalui pembuluh kayu (xilem).
- (4) Pengangkutan hasil fotosintesis melalui pembuluh tapis (floem)
- (5) Transportasi ekstravaskuler adalah pengangkutan air atau larutan di luar berkas pembuluh angkut. Dalam prosesnya bisa terjadi secara *apoplas* (transponya melalui ruang antar sel) dan *simplas* (transponya melewati sitoplasma dan vacuola)

### TES FORMATIF 3

**Petunjuk : Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat**

1. Air yang diangkut dari sel bulu akar samapi ke daun menantang gaya gravitasi.

Salah satu faktor penunjangnya adalah :

- a. proses transpirasi
  - b. difusi – osmosis
  - c. daya isap daun
  - d. transpor simplas
2. Kalau larutan/gas bergerak dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah tanpa selaput batas disebut peristiwa :
    - a. osmosis
    - b. plasmolisis
    - c. difusi

- d. imbibisi
3. Yang diangkut oleh pembuluh tapis dari jaringan daun keseluruhan bagian tumbuhan yaitu :
- mikronutrien
  - karbohidrat
  - air dan mineral
  - unsur esensial
4. Yang tidak termasuk faktor dalam mempengaruhi suatu proses difusi yaitu :
- suhu
  - kepekatan zat
  - tekanan
  - partikel absortif
5. Transportasi di dalam xilem dipengaruhi hal-hal berikut, kecuali :
- daya kapilaritas
  - daya isap daun
  - jumlah air
  - tekanan akar

### **BALIKAN DAN TINDAK LANJUT**

Cocokkanlah jawaban Anda dengan kunci jawaban tes formatif 3 yang terdapat di bagian akhir modul ini, Hitunglah jawaban anda yang benar. Kemudian gunakan rumus di bawah ini :

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban yang benar}}{5} \times 100 \%$$

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai :

- 90 – 100 % = baik sekali  
 80 - 89 % = baik  
 70 - 79 % = cukup  
 < 69 % = kurang

Bila tingkat penguasaan Anda mencapai 80 % ke atas, berarti Anda sudah baik dalam menguasai materi itu. Tetapi, bila masih di bawah 80 % Anda harus mengulang dulu bagian yang tidak dikuasai.

### **JAWABAN TES FORMATIF**

#### **FORMATIF 1**

1. d
2. c
3. b
4. b
5. d

#### **FORMATIF 2**

1. a
2. a
3. b
4. d
5. A

#### **FORMATIF 3**

1. c
2. c
3. b
4. A
5. d

### **GLOSARIUM**

- Absorpsi : penyerapan ; masuknya cairan atau zat terlarut ke dalam sel atau jaringan.
- Difusi : gerakan penyebaran suatu molekul (air, molekul zat terlarut, gas atau ion ) dari daerah yang konsentrasinya tinggi ke daerah yang konsentrasinya rendah.
- Imbibisi : peresapan atau penyusupan air pada suatu ruang antar sel atau dinding sel tumbuhan.
- Isotonik : suatu keadaan dari dua larutan yang samanilai osmosisnya; dua larutan yang memiliki tekanan osmosis yang sama.
- Kapilaritas : daya adhesif dan kohesif yang menggerakkan air naik di dalam pipa kapiler.
- Kohesi : daya tarik menarik antara dua molekul berbeda, misalnya molekul air dengan dinding kaca atau permukaan benda.
- Osmosis : merupakan difusi air dari daerah yang memiliki potensial air lebih tinggi ke daerah yang potensial airnya lebih rendah, melalui membran semi atau selektif permeabel

- Plasmolisis : peristiwa lepasnya plasmalema (membran plasma) dari dinding sel karena dehidrasi (hilangnya air sel) bila sel berada di lingkungan larutan yang hipertonis.

### DAFTAR PUSTAKA

Brock, T.D. dkk. (1997). *Biology of Microorganisma*, New Jersey : Prentice Hall Inc.

Campbell, N.A. (1993) *Biology, Third Edition*. Redwood City : Benjamin Cumming Publishing Company

Kimbal, J. W (1989) *Biologi*, Edisi ke-5 Jakarta : Erlangga

Storer, T.L dkk. (1978). *General Zoology*, New Delhi : Tata Mc Graw-Hill Publising Company LTD