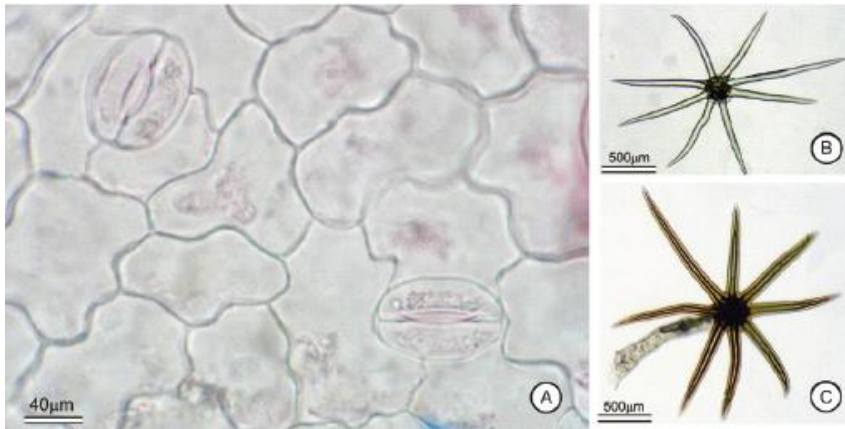


PENUNTUN PRAKTIKUM ANATOMI, FISILOGI, DAN PERKEMBANGAN TUMBUHAN I



Disusun oleh
MARINA SILALAH
FAJAR ADINUGRAHA

UKI PRESS
Pusat Penerbitan dan Publikasi Universitas Kristen Indonesia
Jl. Mayjen Sutoyo No. 2. Cawang Jakarta Timur
2019

Diterbitkan oleh:

UKI PRESS

Pusat Penerbitan dan Publikasi Universitas Kristen Indonesia

Jl. Mayjen Sutoyo No. 2. Cawang Jakarta Timur

13630-Indonesia

021-8092425

PENUNTUN PRAKTIKUMANATOMI, FISIOLOGI, DAN PERKEMBANGAN TUMBUHAN I

oleh Marina Silalahi dan Fajar Adinugraha

ISBN 978-623-7256-42-7

Editor Naskah

Indri Jatmoko

Dicetak di Jakarta 2019



Foto halaman sampul epidermis dan stomata *Solanum torvum* A. Pemukaan adaksial dengan dinding sinus antiklinal; B. Trikoma sessile porrect-stellate; C. Trikoma stalked porrect-stellate (Nurit-Silva *et al.*, 2011)

KATA PENGANTAR

Penuntun Praktikum ini disiapkan untuk membantu mahasiswa memahami struktur dan anatomi tumbuhan khususnya tumbuhan tingkat tinggi atau yang dikenal dengan Spermatophyta. Pengenalan tumbuhan melalui anatomi merupakan merupakan salah satu langka untuk menghubungkan struktur organ tumbuhan dihubungkan dengan fungsinya.

Penuntun praktikum ini terdiri dari IX Bab yang struktur berbagai organ tumbuhan mulai dari sel, modifikasinya dan organ vegetatif maupun generatif tumbuhan Spematophyta. Spermatophyta terdiri dari 2 kelompok besar yaitu Pinophyta dan Magnoliophyta namun dalam kegiatan ini dipilih berbagai spesies tumbuhan yang mudah diperoleh di lingkungan sekitar maupun tumbuhan yang dengan preparat awetan yang telah tersedia di Laboratorium Biologi FKIP UKI.

Penuntun praktikum ini masih banyak kekurangan baik dari segi isi maupun teknis penulisan. Penulis mengharapkan masukan dari berbagai pihak untuk penyempurnaan penuntun praktikum ini. Semoga Penuntun praktikum Anatomi, Fisiologi dan Perkembangan Tumbuhan I ini ini membawa kemajuan bagi mahasiswa UKI, khususnya prodi Biologi FKIP UKI.

Salam

Penulis

DAFTAR ISI

| | Hal |
|---|-----|
| COVER..... | i |
| KATA PENGANTAR..... | iii |
| DAFTAR ISI..... | iv |
| DAFTAR GAMBAR..... | v |
| BAB I SEL I..... | 1 |
| BAB II SEL II..... | 12 |
| BAB III EPIDERMIS | 20 |
| BAB IV PARENKIM, KOLENKIM & SKLERENKIM..... | 28 |
| BAB V JARINGAN PENGANGKUT..... | 37 |
| BAB VI AKAR..... | 47 |
| BAB VII BATANG..... | 54 |
| BAB VIII DAUN..... | 68 |
| BAB IX BUNGA, BUAH DAN BIJI..... | 82 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 93 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | | Hal |
|--------|--|-----|
| 1.1. | Sel tumbuhan dan berbagai komponen intraselluler..... | 1 |
| 1.2. | Mikroskop yang digunakan oleh Robert Hook..... | 2 |
| 1.3. | Ukuran berbagi sel..... | 3 |
| 1.4 | Osmosis pada sel tanaman..... | 4 |
| 1.5 | Butir-butir amiloplas | 5 |
| 3.1 | Anatomi daun <i>Solanum torvum</i> Sw..... | 22 |
| 3.2 | SEM potograf dari <i>Solanum torvum</i> Sw..... | 23 |
| 3.3 | Micrograf elektron stomata..... | 23 |
| 4.1 | Jaringan pengangkut pada tumbuhan merupakan jaringan kompleks..... | 31 |
| 5.1 | Arah pengangkutan air dari bawah ke atas (xilem) dan hasil fotosintesis dari atas ke bawah (floem).... | 38 |
| 6.1 | Transection dari akar tumbuhan monokotil gandum muda (<i>Triticum</i> sp.) | 49 |
| 6.2 | Sayatan melintang dari akar tumbuhan dikotil..... | 49 |
| 6.3 | Modifikasi akar..... | 50 |
| 7.1 | Morfologi dan anatomi batang secara umum..... | 55 |
| 7.2 | Gambar sayatan melintang dari batang tumbuhan dikotil | 56 |
| 7.3 | Struktur dan perkembangan jaringan pada batang tumbuhan dikotil..... | 57 |
| 7.4 | Batang <i>Amaranthus brasiliensis</i> (Amaranthaceae).. | 57 |
| 7.5 | Sayatan melintang dari batang <i>Tilia</i> | 58 |
| 7.6 | Anatomi batang <i>Solanum torvum</i> Sw..... | 59 |
| 7.7 | Penampang melintang <i>Styrax sumatrana</i> | 60 |
| 7.8 | Penampang melintang <i>Styrax paralleloneurus</i> | 60 |

| | | |
|------|---|----|
| 7.9 | Batang dalam cross section dari <i>Zea mays</i> (jagung) | 61 |
| 7.10 | Jenis-jenis berkas pembuluh pada batang..... | 62 |
| 8.1 | Struktur anatomi daun..... | 69 |
| 8.2 | Penampang melintang daun kacang hijau dengan genotif sensitif terhadap naungan..... | 69 |
| 8.3 | Penampang melintang daun genotipe kacang hijau toleran naungan..... | 70 |
| 8.4 | Tipe-tipe susunan sel penjaga pada berbagai stomata kompleks pada tumbuhan..... | 71 |
| 8.5 | Struktur daun tumbuhan konifer (<i>Pinus</i> sp.) | 72 |
| 8.6 | Sayatan melintang dari daun <i>Solanum torvum</i> | 74 |
| 8.7 | Anatomi tulang utama daun <i>A. brasiliانا</i> (Amaranthaceae) | 74 |
| 8.8 | Anatomi helaian daun <i>A. brasilianna</i> (Amaranthaceae) | 75 |
| 8.9 | Struktur tulang daun utama <i>A. brasilianna</i> | 76 |
| 8.10 | Modifikasi dari daun..... | 76 |
| 8.11 | Sayatan melintang dari batang <i>Echinopsis calochlora</i> | 77 |
| 9.1 | Sayatan longitudinal dari organ vegetatif tumbuhan..... | 83 |
| 9.2 | Organ bunga dengan inisiasinya pada meristem bunga <i>Arabidopsis</i> | 83 |
| 9.3 | Skema bunga dari kembang merak (<i>Caesalpinia pulcherrima</i>) | 83 |
| 9.4 | Perbandingan permukaan struktur serbuk sari..... | 84 |
| 9.5 | Butir pati <i>Tradescantia pallida</i> | 84 |
| 9.6 | Struktur ovarium dan posisi bunga..... | 85 |
| 9.7 | Bunga apel dan struktur buahnya..... | 86 |
| 9.8 | Modifikasi dari penyebaran biji..... | 87 |

BAB I

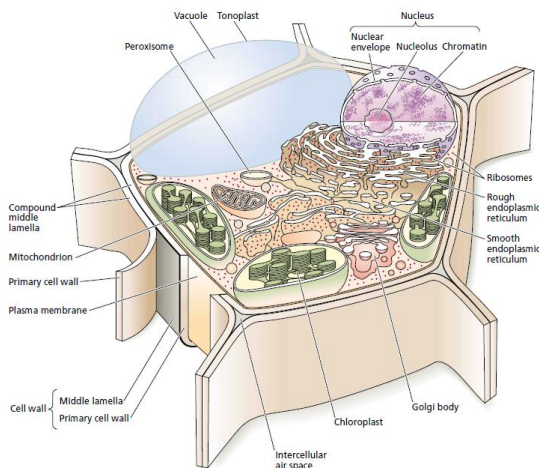
SEL

A. TUJUAN PRAKTIKUM

Mengenal berbagai bentuk, ukuran dan struktur sel tumbuhan dengan mengamatinya di bawah mikroskop cahaya.

B. LANDASAN TEORI

Sel merupakan unit struktural terkecil dari makhluk hidup termasuk tumbuhan. Semua tumbuhan tersusun oleh sel (Gambar 1.1). Sel tanaman memiliki ukuran atau panjang 10-100 μm namun terkadang berbagai jenis tumbuhan memiliki ukuran sel yang lebih panjang. Robert Hooke (1665) berkebangsaan Inggris merupakan orang yang pertama mengungkapkan sel. Hooke mengamati gabus dari oak dengan menggunakan mikroskop primitif (Gambar 1.2) yang menyatakan bahwa ruang kosong yang terdapat di dalam gabus adalah sel. Selanjutnya pada akhir abad ke tujuh belas dan pertengahan abad ke delapan belas Matthias Schleiden dan Theodor Schwann serta Rudolf Virchow menyatakan teori sel. Teori sel menyatakan bahwa sel merupakan unit terkecil dari makhluk hidup.



Gambar 1.1. Sel tumbuhan dan berbagai komponen intraselluler yang dikelilingi sistem membran seperti tonoplast, membran inti, dan membran dari organel lain (Taiz and Zeinger 2016).

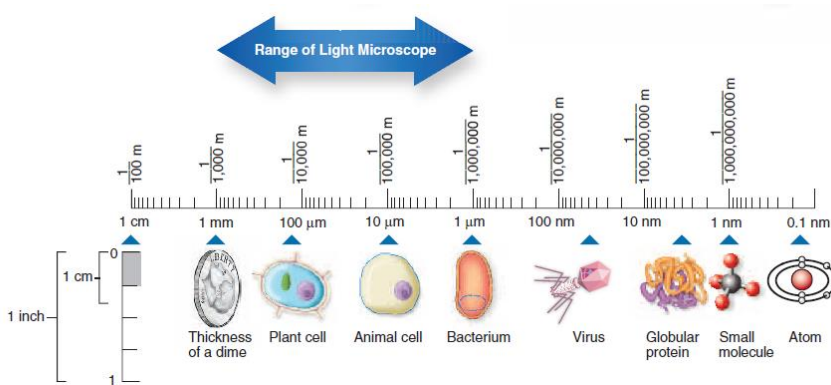


Gambar 1.2. Mikroskop yang digunakan oleh Robert Hook (Taiz and Zeinger 2016).

Sel tumbuhan memiliki struktur yang berbeda dengan stuktur sel hewan maupun sel bakteri dan sel jamur. Sel tumbuhan memiliki berbagai organel yang tidak dimiliki oleh organisme lainnya seperti dinding sel, vakuola, dan kloroplas. Dinding sel tumbuhan mengakibatkan sel tumbuhan berbentuk kaku dan memiliki bentuk yang tetap. Dinding sel tumbuhan dibedakan menjadi dinding sel primer dan dinding sel sekunder. Dinding sel primer dibangun oleh selulosa sedangkan dinding sel sekunder dibangun oleh lignin. Vakuola merupakan organel sel tumbuhan yang berfungsi untuk mempertahankan tekanan turgor, sedangkan kloroplas merupakan organel sel

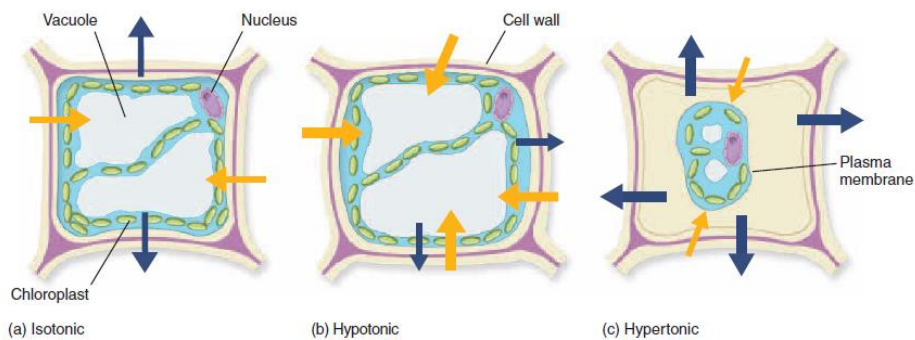
yang berfungsi sebagai tempat fotosintesis. Kloroplas mengakibatkan daun dan organ tumbuhan lainnya bewarna hijau.

Sel memiliki keragaman bentuk dan ukuran. Gambar 1.3 menunjukkan ukuran dari berbagai tingkatan dari berbagai macam sel yang dapat diamati dengan menggunakan mikroskop.



Gambar 1.3. Ukuran berbagai sel yang dapat diamati dengan menggunakan mikroskop.

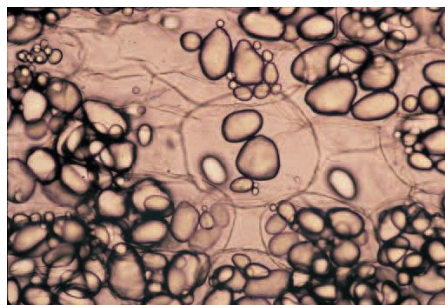
Sel tumbuhan memiliki berbagai organel seperti dinding sel, membran sel, mitokondria, sitoplasma, kloroplast, inti sel, aparatus golgi dan retikulum endoplasma. Membran sel merupakan organel sel yang berfungsi untuk mengatur konsentrasi sel dalam sitoplasma. Membran sel bersifat selektif permeabel yang hanya melewatkan zat-zat tertentu ke dalam sel. Kemampuan zat melewati membran sel dipengaruhi oleh ukuran partikel dan polaritasnya. Air merupakan zat yang dapat melalui sel. Masuknya air ke dalam sel disebut dengan osmosis. Peristiwa osmosis sangat dipengaruhi oleh konsentrasi air (Gambar 1.4).



Gambar 1.4. Osmosis pada sel tanaman. Tanda panah menunjukkan arah pergerakan air. (a) pada larutan isotonic solution, jumlah air yang masuk dan keluar sel sama. (b) dalam larutan hipotonik (encer) mengakibatkan jumlah air yang masuk ke dalam sel lebih banyak dibandingkan yang keluar sel, sehingga mengakibatkan sitoplasma menjadi lebih encer dibandingkan keadaan normal (c) Sel tumbuhan yang berada dalam larutan hipertonik mengakibatkan volume air yang masuk ke dalam sel jauh lebih sedikit dibandingkan volume air yang keluar dari dalam sel. Hal ini mengakibatkan sel menjadi mengkerut.

Sel tumbuhan memiliki beberapa organel khusus yang berfungsi untuk tempat fotosintesis atau yang dikenal sebagai plastida. Plastida yang paling umum dikenal adalah kloroplas (plastida yang berwarna hijau). Kloroplas diduga merupakan bakteri autotrof yang berendosimbiosis dengan sel eukariot. Hal tersebut mengakibatkan struktur kloroplas mirip dengan bakteri yaitu memiliki DNA dan ribosom. DNA yang terdapat di dalam kloroplas memiliki struktur mirip dengan DNA bakteri dan ribosomnya juga berukuran 70 S (ukuran ribosom bakteri). Kloroplas memiliki membran luar yang strukturnya mirip dengan dengan struktur membran eukariotik, sedangkan membran dalam memiliki kesamaan struktur dengan bakteri prokariot.

Selain warna hijau plastida juga dapat berkembang menjadi warna lain sehingga dikenal dengan kromoplas. Plastida pada tumbuhan dikenal dalam dua bentuk yaitu proplastida dan plastida. Proplastida merupakan plastida yang belum “dewasa” dan tidak mengandung pigmen sehingga dikenal juga dengan nama leukoplas. Pada perkembangan lebih lanjut leukoplas dapat berubah dan mengandung berbagai jenis pigmen seperti hijau, merah, kuning, orange, dan lain-lain. Pada berbagai tanaman kromoplas dapat mengandung pigmen seperti karotin yang mudah ditemukan pada umbi wortel (*Daucus carota*), warna biru atau misalnya pada bunga kembang telang (*Clitoria alternata*). Pada umbi kentang (*Solanum tuberosum*) terdapat plastida yang tidak aktif yang berfungsi untuk menyimpan butir-butir amilum sehingga dikenal dengan nama amiloplas (Gambar 1.5). Pada buah kelapa sawit (*Elaeis guianensis*) plastidanya berisi kandungan minyak yang oleh manusia dimanfaatkan sebagai minyak nabati. Pada tanaman kacang-kacangan (*Fabaceae*) sebagian butir minyak disimpan dalam kotiledon.



Gambar 1.5. Butir-butir amiloplas yang ditemukan pada umbi kentang (*Solanum tuberosum*)

C. ALAT DAN BAHAN

- ✓ Mikroskop
- ✓ Pinset
- ✓ Blade/silet
- ✓ Pipet tetes
- ✓ Air
- ✓ Objek glass
- ✓ Cover glass
- ✓ Tissue
- ✓ Trikoma Kapuk (*Ceiba petandra*)
- ✓ Empulur Singkong (*Manihot esculenta*)
- ✓ Umbi Bawang Merah (*Allium cepa*)
- ✓ Umbi Wortel (*Daucus carota*)
- ✓ Umbi Kentang (*Solanum tuberosum*)

D. CARA KERJA

1. Preparat atau bahan segar trikoma kapuk (*Ceiba petandra*)

Kapuk (*Ceiba pentandra*) merupakan salah satu penghasil serat yang telah lama digunakan manusia. Serat kapuk merupakan trikoma atau modifikasi dari jaringan epidermis yang terdapat pada biji kapuk. Trikoma pada kapuk biasanya berupa rambut-rambut panjang. Ukuran trikoma ini sangat bervariasi tergantung pada ukuran biji. Secara empirik terlihat biji yang besar memiliki ukuran yang lebih panjang dan bentuknya silindris dan kuat. Oleh manusia trikoma ini digunakan sebagai bahan untuk isian bantal maupun sebagai bahan tekstil. Secara empirik terlihat bahwa struktur trikoma kapuk mirip dengan trikoma serat kapas (*Gossypium* sp.). Bila ditelusur lebih dalam trikoma kapuk berasal dari epidermis biji, sedangkan trikoma

kapas berasal dari epidermis buah. Trikoma kapas mudah berpilin dibandingkan dengan trikoma kapuk. Hal tersebut berhubungan dengan perbedaan struktur selnya. Trikoma kapuk memiliki bentuk silindris dengan banyak rongga didalamnya dan intinya sudah tidak ada lagi sehingga dapat dikelompokkan menjadi sel yang sudah mati. Sitoplasma pada trikoma kapuk sudah kosong dan memiliki rongga udara sehingga kalau ditetesi dengan air akan mudah masuk ke dalam sel. Untuk melihat lebih struktur trikoma kapuk dapat dilakukan dengan meletakkan sehelai trikoma di atas objek gelas kemudian ditutup dengan gelas penutup atau cover gelas. Kemudian tetesi air dan amati di bawah mikroskop di mulai dari perbesaran kecil (4 x 10) hingga (40 x 10).

2. Preparat atau bahan segar empulur singkong (*Manihot esculenta*)

Batang singkong (*Manihot esculenta*) memiliki jaringan dasar berwarna putih yang disebut dengan empulur. Pada umumnya empulur singkong berwarna putih dan mudah ditemukan pada batang yang masih muda. Cara mengeluarkan empulur singkong dari batang dapat dilakukan dengan melepaskan kayu dari empulurnya. Untuk mengamati struktur empulur dilakukan dengan membuat irisan tipis melintang empulur. Untuk membuat irisan tipis perlu dipertimbangkan ketajaman blade. Irisan empulur diletakkan di atas objek gelas kemudian ditutup dengan cover gelas. Gambar hasil pengamatanmu dan gambar hasil pengamatan. Secara umum empulur singkong memiliki tidak memiliki inti lagi, sehingga terlihat seperti sel kosong.

3. Preparat awetan atau sayatan segar sel epidermis umbi lapis bawang merah (*Allium cepa*)

Bawang merah (*Allium cepa*) memiliki umbi yang dikenal dengan nama umbi lapis (bulb). Umbi ini merupakan pelepah daun yang berdaging saling bertumpukan. Setiap lapisan umbi memiliki dua sisi yaitu sisi dalam dan sisi luar. Sisi luar memiliki warna lebih terang dengan struktur yang lebih kasar dibandingkan sisi dalam. Untuk mengamati sel bawang dapat dilakukan dengan membuat sayatan membujur sisi bagian dalam. Sisi bagian dalam lebih mudah di sayat dibandingkan sisi bagian luar. Kemudian sayatan diletakkan di atas objek gelas dan ditutup dengan cover gelas. Amatilah struktur sel yang terdapat pada sel bawang. Gambar hasil pengamatan kamu dan jelaskan bagian-bagiannya.

4. Sayatan segar umbi wortel (*Daucus carota*)

Sel penyusun jaringan dasar umbi wortel memiliki kromoplas yang mengandung butir pigmen berwarna orange. Untuk mengamati kromoplas pada wortel dapat dilakukan dengan membuat sayatan tipis secara melintang pada jaringan parenkim umbi wortel. Sayatan tersebut diletakkan pada objek gelas dan ditutup cover gelas. Amatilah di bawah mikroskop mulai dari perbesaran kecil hingga besar hingga kamu menemukan kromoplasnya. Gambar hasil pengamatanmu dan tuliskan bagian-bagiannya.

5. Preparat atau sayatan segar umbi kentang (*Solanum tuberosum*)

Umbi kentang merupakan modifikasi batang yang digunakan sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan khususnya karbohidrat. Karbohidrat tersimpan dalam butir-butir amiloplas. Untuk mengamati bagian tersebut dapat dilakukan dengan membuat sayatan tipis secara melintang pada jaringan parenkim umbi kentang. Letakkan sayatan

tersebut di atas objek gelas kemudian ditutup dengan cover gelas. Untuk memperjelas pengamatan dapat juga ditambahkan dengan satu tetes air. Kemudian amati dibawah mikroskop mulai dari perbesaran kecil hingga besar dan gambar hasil pengamatanmu. Amati butir pati tersebut. Kemudian berilah satu tetes Yodium, butir-butir pati tampak berwarna biru. Berapa macam butir pati yang anda temukan?

E. HASIL PENGAMATAN

| | |
|---|---|
| <p>Gambar Trikoma Kapuk (<i>Ceiba petandra</i>)</p> | <p>Gambar Trikoma Kapuk (<i>Ceiba petandra</i>).</p> |
| <p>Gambar Empulur Singkong (<i>Manihot esculenta</i>)</p> | <p>Gambar Empulur Singkong (<i>Manihot esculenta</i>)</p> |

| | |
|---|---|
| <p>Gambar Sel Epidermis Bawang Merah (<i>Allium cepa</i>)</p> | <p>Gambar Sel Epidermis Bawang Merah (<i>Allium cepa</i>)</p> |
| <p>Gambar Umbi Wortel (<i>Daucus carota</i>)</p> | <p>Gambar Umbi Wortel (<i>Daucus carota</i>)</p> |
| <p>Gambar Umbi Kentang (<i>Solanum tuberosum</i>)</p> | <p>Gambar Umbi Kentang (<i>Solanum tuberosum</i>)</p> |

F. KESIMPULAN

BAB II

SEL II

A. TUJUAN PRAKTIKUM

Untuk mengamati dan mengetahui bentuk, struktur sel dan berbagai macam zat ergastik, struktur dinding sel yang terdapat pada berbagai sel tumbuhan.

B. LANDASAN TEORI

Sel tumbuhan merupakan satuan unit fungsional maupun struktur dari penyusun organisme tumbuhan. Pada sel tumbuhan terdapat berbagai macam organel-organel yang memiliki fungsi dan struktur yang berbeda-beda. Bila dilihat dari segi volumenya, vakuola merupakan organel sel tumbuhan yang paling besar terutama pada sel yang sudah dewasa dan bahkan dapat mencapai hingga 90% dari volume protoplasma. Jumlah vakuola maupun ukurannya bervariasi antara satu species maupun umurnya. Secara umum pada sel dewasa memiliki ukuran vakuola yang besar namun jumlahnya lebih sedikit dibandingkan dengan jaringan meristem. Sel pada jaringan meristem memiliki jumlah vakuola yang lebih banyak, namun ukurannya kecil-kecil.

Sebagian besar vakuola pada umum berisi air, namun pada berbagai jenis tumbuhan juga ditemukan gula, alkaloid, dan zat warna. Kandungan senyawa pada vacuola akan mempengaruhi pH-nya. Sebagai contoh tanaman *Catharanthus roseus* menyimpan alkaloidnya berbagai senyawa seperti ajmalisin, katarantin di dalam vacuolanya sehingga pH nya menjadi basa. Berbagai jenis gula juga dapat disimpan di vacuola seperti sukrosa, maltosa, fruktosa maupun jenis gula lain. Pati tidak pernah ditemukan dalam vakuola tetapi selalu dalam sitoplasma.

Pigmen dalam tumbuhan ditemukan dalam plastida dan dalam vacuola. Pigmen yang terdapat dalam vacuola adalah flavonoid yaitu antosianin dan flavon, yang terlarut dalam cairan vacuola yang menyebabkan warna pada buah dan bunga. Warna jambon, merah, ungu dan biru berasal dari cairan vacuola. Pada kubis merah maupun *Rhoeo discolor* antosianin hanya terdapat pada lapisan epidermis sedangkan pada bagian dalam tidak mengandung antosianin. Flavol dan favonol terserap kuat di daerah ultraviolet dari spektrum cahaya dan dapat dideteksi oleh serangga. Senyawa ini mengakibatkan warna kuning muda dan krem bening pada daun mahkota bunga.

Zat ergastik merupakan zat yang dihasilkan oleh tumbuhan yang diproduksi sebagai adaptasi terhadap lingkungan. Berbagai jenis zat atau senyawa ergastik yang dihasilkan tumbuhan seperti pati, badan lemak atau lipid, aleuron dan berbagai jenis kristal. Pati merupakan jenis senyawa ergastik yang paling banyak dan umum ditemukan adalah pati. Sebagian butir pati juga dapat disimpan dalam sitoplasma. Butir pati yang dihasilkan oleh tumbuhan dapat disimpan pada berbagai organ seperti batang tebu (*Saccharum officinarum*), batang sagu (*Metroxylon sagu*), akar singkong (*Manihot utilissima*), akar ubi (*Ipomoea batatas*), irut (*Maranta arundina*), biji jagung (*Zea mays*), dan biji padi (*Oryza sativa*).

Selain menyimpan butir pati, pada sel tumbuhan juga dapat disimpan berbagai jenis protein terutama dalam biji. Salah satu bentuk protein yang banyak ditemukan pada biji adalah aleuron yang mudah ditemukan pada sereal seperti pada jagung (*Zea mays*). Aleuron terdapat pada jaringan terluar. Zat ergastik lain yang dapat ditemukan dalam biji tumbuhan adalah lemak, minyak maupun malam. Berbagai jenis tumbuhan seperti kulit buha kelapa sawit (*Elaeis guanensis*) dan endospermanya biji kelapa (*Cocos nucifera*) banyak menyimpan minyak.

Berbagai kristal ditemukan pada berbagai sel di berbagai organ tumbuhan. Pada tumbuhan tingkat tinggi kristal kalsium oksalat paling umum ditemukan seperti pada kulit buah aren (*Arenga pinnata*). Kalsium oksalat pada kulit buah aren mengakibatkan rasa gatal bila terkena kulit manusia. Kristal dalam bentuk kalsium malat dan kalsium karbonat agak jarang ditemukan.

C. ALAT DAN BAHAN

- ✓ Mikroskop
- ✓ Pinset
- ✓ Blade/silet
- ✓ Pipet tetes
- ✓ Air
- ✓ Objek glass
- ✓ Cover glass
- ✓ Preparat awetan daun adam dan hawa (*Rhoeo discolor*)
- ✓ Daun segar *Rhoeo discolor*
- ✓ Tanaman *Begonia* sp.
- ✓ Daun kikaret (*Ficus elastica*)
- ✓ Biji jarak (*Ricinus communis*)
- ✓ Batok kelapa (*Cocos nucifera*)
- ✓ Preparat awetan *Pinus* sp.

D. CARA KERJA

1. Sayatan membujur daun adam dan hawa (*Rhoeo discolor*)

Rhoeo discolor merupakan tanaman hias yang mudah ditemukan di berbagai pekarangan termasuk pekarangan Universitas Kristen Indonesia. Tanaman ini termasuk tanaman sukulen dengan

daun yang berdaging. Permukaan atas daun berwarna hijau sedangkan permukaan bawah berwarna keunguan. Warna tersebut berhubungan dengan kandungan antosianinnya yang umumnya disimpan dalam vacuola. Untuk mengamati struktur jaringan epidermis *Rhoe discolor* dapat dilakukan dengan dengan membuat sayatan membujur bagian permukaan bawah daun. Sayatan diletakkan di atas objek gelas dan ditutup dengan cover gelas kemudian diamati dengan mikroskop. Untuk memudahkan pengamatan dapat ditambahkan dengan air sedikit. Kemudian amatilah struktur jaringan epidermisnya serta perhatikan bagian antosianinnya. Gambar hasil pengamatanmu.

2. **Preparat Sayatan Melintang Tangkai Daun *Begonia* sp.**

Indonesia merupakan salah satu pusat keanekaragaman *Begonia* sp. Semua jenis *Begonia* dapat dimakan dan hampir semuanya merupakan herba yang akan kandungan air dan banyak digunakan sebagai tanaman hias. *Begonia* diciri dengan bentuk helaian daun yang asimetris. Pada tanaman *Begonia* sering ditemukan kristal. Untuk mengamati kristal yang terdapat pada *Begonia* dapat dilakukan dengan membuat sayatan tipis secara melintang pada tangkai daunnya. Sayatan tipis diletakkan di atas objek gelas kemudian ditutup dengan cover gelas kemudian diamati di bawah mikroskop. Gambar hasil pengamatan kamu dan amati kristal yang berbentuk kubus dan drus yang terdapat di dalam sel.

3. **Preparat Sayatan Melintang Daun Tua *Ficus elastica***

Pada daun tua, epidermis bisa berlapis 3. Disinilah terdapat sel-sel besar berisi sistolit yang terdiri atas kerangka selulosa dimana terhablur kalsium karbonat dalam bentuk alerokristal halus. Keseluruhannya berbentuk seperti sekelompok buah anggur.

Sayatlah daun secara melintang lalu gambarlah sel-sel epidermis daun *Ficus* dengan salah satu sel mengandung sistolit.

4. **Preparat Kerokan Endosperma *Ricinus communis***

Ambilah sedikit kerokan endosperma biji jarak letakkan dalam kaca objek. Amati di bawah mikroskop dengan medium air. Amati kristal protein aleuron.

5. **Preparat Kerokan Endokarp *Cocos nucifera***

Endokarp kelapa (tempurung kelapa) terdiri dari jaringan sklereid. Jaringan sklereid terdiri dari sel-sel berbentuk bulat seperti batu yang keras (sel batu). Sel batu keras karena dindingnya tebal sekali mengandung lignin. Oleh karena itu noktah yang dibentuk terlihat sebagai saluran-saluran yang disebut saluran noktah.

6. **Preparat Awetan Trakeid *Pinus merkusii***

Kayu Pinus didominasi oleh trakeid. Trakeid merupakan sel yang bentuknya panjang dengan ujung pangkal yang runcing. Antara satu dan lain sel tersusun tumpang tindih. Trakeid adalah sel penyalur dengan dinding cukup tebal. Pada dinding sel terdapat noktah-noktah terlindung yang berguna untuk aliran air. Pelajari struktur noktah terlindung, bagaimana strukturnya jika dilihat dari muka dan dari samping?

E. HASIL PENGAMATAN

| | |
|---|---|
| <p>Gambar epidermis daun <i>Rhoeo discolor</i></p> | <p>Gambar epidermis daun <i>Rhoeo discolor</i></p> |
| <p>Gambar sayatan melintang tangkai daun <i>Begonia</i> sp.</p> | <p>Gambar sayatan melintang tangkai daun <i>Begonia</i> sp.</p> |
| <p>Gambar sayatan melintang daun tua <i>Ficus elastica</i></p> | <p>Gambar sayatan melintang: daun tua <i>Ficus elastica</i></p> |

| | |
|--|--|
| <p>Gambar endosperma <i>Ricinus communis</i></p> | <p>Gambar endosperma <i>Ricinus communis</i></p> |
| <p>Gambar endokarp <i>Cocos nucifera</i></p> | <p>Gambar endokarp <i>Cocos nucifera</i></p> |
| <p>Gambar Trakeid <i>Pinus merkusii</i></p> | <p>Gambar Trakeid <i>Pinus merkusii</i></p> |

F. KESIMPULAN

BAB III

JARINGAN EPIDERMIS

A. TUJUAN PRAKTIKUM

Mengamati bentuk, struktur, dan susunan sel epidermis pada berbagai jenis tumbuhan

B. LANDASAN TEORI

Organ tumbuhan dibangun oleh berbagai jenis jaringan antara lain jaringan epidermis, jaringan dasar dan jaringan pengangkut. Jaringan epidermis merupakan jaringan yang ditemukan pada lapisan terluar atau jaringan yang terdapat di permukaan setiap organ tumbuhan. Jaringan epidermis pada umumnya terdiri dari satu lapisan saja namun beberapa tumbuhan ada yang memiliki banyak lapisan. Secara umum jaringan epidermis berfungsi sebagai pelindung atau sebagai perantara dengan lingkungan sekitar.

Pada organ daun jaringan epidermis berfungsi untuk mengatur masuk dan keluarnya oksigen dan karbondioksida. Pada tumbuhan yang hidup di daerah kering atau xerofit daun sering memiliki lapisan kutikula yang dilapisi dengan lilin yang berfungsi untuk mengurangi transpirasi atau penguapan. Pada umumnya jaringan epidermis berbentuk pipih, rapat, dan jaringan epidermis yang terdapat di daun tidak memiliki kloroplas atau transparan sehingga tidak menghalangi masuknya cahaya masuk ke jaringan palisade. Berbagai jaringan epidermis pada daun dapat mengalami modifikasi menjadi stomata atau mulut daun. Stomata pada umumnya dibangun oleh sel penjaga (guard sel) yang berfungsi untuk mengatur membuka dan menutupnya stomata.

Pada berbagai species tumbuhan, jaringan epidermis dapat mengalami modifikasi menjadi trikoma. Trikoma pada tumbuhan ada yang menghasilkan kelenjar dan ada yang tidak berkelenjar. Secara empirik tumbuhan yang memiliki banyak trikoma dapat dikenali dengan meraba permukaan. Tumbuhan yang memiliki trikoma tebal akan terasa kasar bila diraba.

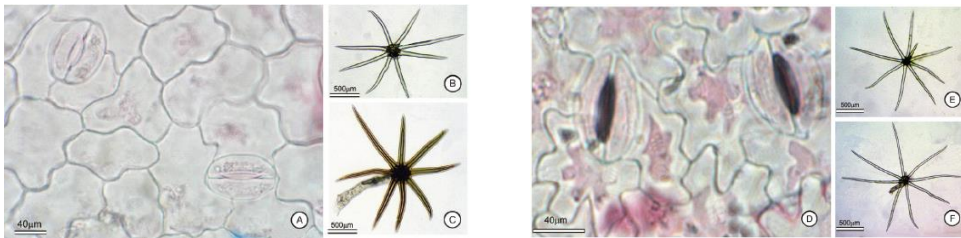
Trikoma

Berbagai jenis tumbuhan seperti kecibeling (*Srobilanthes cripus*), kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*) memiliki trikoma. Bentuk trikoma yang dimiliki tumbuhan akan mempengaruhi struktur permukaan daunnya. Sebagai contoh trikoma *Srobilanthes cripus* pendek, kaku dengan bagian basalnya yang kuat dan kokoh serta jumlahnya banyak mengakibatkan permukaannya sangat kasar ketika diraba. Daun *Orthosiphon stamineus* memiliki trikoma lebih halus dan panjang serta bagian basal yang ramping, dan jumlahnya relatif sedikit mengakibatkan bila daunnya diraba tidak terlalu kasar. Beberapa jenis tumbuhan seperti durian (*Durio zibethinus*) memiliki trikoma yang menyerupai sisik, dengan bagian basal (“tangkai”) yang tipis sehingga muda lepas ketika diraba. Pada tumbuhan jelatang, trikomanya mengandung kelenjar dan bagian distal atau ujung dari trikoma muda patah. Hal tersebut mengakibatkan rasa gatal bila kita menyentuh daun jelatang. Pada kapuk randu (*Ceiba petandra*) trikomanya mirip seperti benang halus yang dihasilkan pada bagian bijinya.

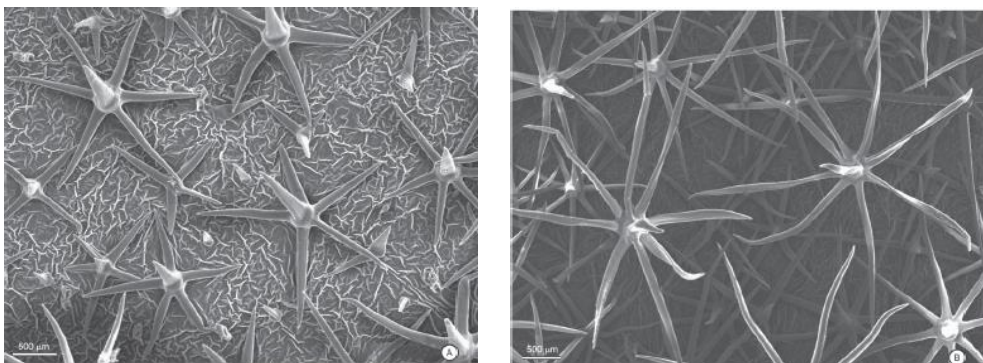
Stomata

Stomata atau yang dikenal dengan mulut daun merupakan modifikasi dari jaringan epidermis. Stomata dibangun oleh sel penjaga, dan sel tetangga. Jumlah, letak dan bentuk stomata pada setiap jenis tumbuhan bervariasi dan juga dapat digunakan sebagai salah satu untuk identifikasi tumbuhan. Pada tumbuhan darat atau daerah kering pada umumnya stomata terdapat pada

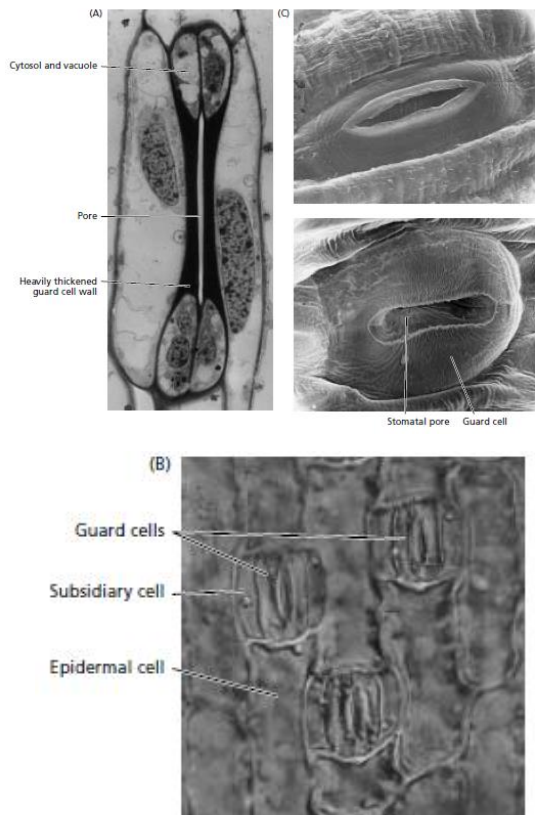
bagian permukaan bawah daun. Pada tumbuhan di daerah kering stomata letaknya tersembunyi jauh dari permukaan daun. Pada tumbuhan di air atau tempat lembab biasanya memiliki stomata di permukaan atas daun. Bila ditinjau dari bentuk dan letak sel tetangga terhadap sel penutup maka pada tumbuhan dikotil dapatlah dibedakan tipe stoma diasitik, parasitik, anomositik dan anisositik. Berdasarkan tinggi rendahnya letak sel penutup terhadap sel epidermis sekitarnya dikenal stoma kriptopor dan faneropor.



Gambar 3.1. Anatomi daun *Solanum torvum* Sw. A dan D. Epidermis dan stomata (anisositik dan anomositik): A. Pemukaan adaksial dengan dinding sinus antiklinal; B. Trikoma sessile porrect-stellate; C. Trikoma stalked porrect-stellate; D. Permukaan abaxial dengan dinding antiklinal yang bergelombang; E-F. Trikoma porrect-stellate.



Gambar 3.2. SEM potograf dari *Solanum torvum* Sw. A, B. Indument daun: A. Permukaan adaxial (atas) dengan trikoma sessile porrect-stellate dan midpoint yang tereduksi; B. Permukaan abaxial (bawah) dengan trikoma stalked porrect-stellate.



Gambar 3.3. Micrograf elektron stomata. (A) stoma dari rumput. Ujung yang membengkak pada setiap ujung sel penjaga (guard cell) dan kandungan sitosolik dan dihubungkan dengan dinding sel yang sangat tebal. Pemisahan lubang somata oleh dua bagian tengah (midportions) dari sel penjaga; (B) Sedge dari stomata kompleks dari *Carex* yang dilihat dengan menggunakan mikroskop cahaya. Setiap stomata kompleks terdiri dari dua sel penjaga yang mengelilingi pori dan dipait oleh dua sel tetangga; (C) Mikrograf dari Scanning electron dari epidermis bawang.

C. ALAT DAN BAHAN

- ✓ Mikroskop
- ✓ Silet
- ✓ Objek glass
- ✓ Cover glass
- ✓ Daun waru (*Hibiscus tiliaceus*)

- ✓ Daun durian (*Durio zibethinus*)
- ✓ Daun nusa indah (*Mussaenda* sp)
- ✓ Daun kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*)
- ✓ Daun *Begonia* sp.
- ✓ Daun jagung (*Zea mays*)
- ✓ Daun *Rhoeo discolor*
- ✓ Daun karet hias (*Ficus elastica*)
- ✓ daun *Allamanda cathartica*

D. CARA KERJA

1. Preparat Trikoma Tangkai Daun Waru (*Hibiscus tiliaceus*)

Ambillah daun waru lengkap dengan tangkai daunnya. Keriklah trikoma bagai atas tangkai daun (berbatasan dengan heaian daun) dengan menggunakan cover gelas atau pinset, kemudian letakkan di atas objek gelas. Tetesi sedikit air kemudian tutup dengan objek gelas lalu amati di bawah mikroskop mulai perbesaran kecil sehingga kamu menemukan trikoma yang berbentuk bintang. Lalu gambar hasil pengamatanmu.

2. Preparat Trikoma Permukaan Bawah Daun Durian (*Durio zibethinus*)

Ambillah daun durian usahakan yang agak tua. Keriklah bagian permukaan bawah daun dengan menggunakan cover gelas lalu letakkan di atas objek gelas dan amati di bawah mikroskop samapai kamu menemukan trikoma yang berbentuk sisik.

3. Preparat Trikoma Daun Nusa Indah (*Mussaenda* sp.)

Sayatlah epidermis daun sebelah bawah, akan mudah ditemukan trikoma multiseluler yang mengandung zat warna antosianin yang berwarna merah.

4. Preparat Trikoma Kelenjar Dan Stomata Daun Kumis Kucing (*Orthosiphon stamineus*)

Sayatlah epidermis daun sebelah bawah, amati struktur trikoma kelenjarnya dan stomata tipe diasitik.

5. Sayatan Paradermal Permukaan Bawah Daun *Allamanda cathartica*

Sayatlah epidermis bawah daun sejajar permukaan, amati struktur dan tipe stomata *parasitik*.

6. Preparat Sayatan Paradermal Dan Melintang Daun Jagung (*Zea mays*)

Sayatlah daun sejajar permukaan dan secara melintang. Pada sayatan paradermal akan terlihat bentuk sel epidermis segi empat panjang dengan dinding antiklinal berlekuklekuk. Di antara sel-sel besar terdapat sel-sel kecil yang disebut sel kerdil. Pada sel kerdil sering didapati silika dan zat gabus (pada praktikum kedua zat tersebut sukar dikenali). Pada sayatan melintang akan terlihat (kalau kebetulan tersayat) sel-sel yang lebih besar dan gemuk. Sel-sel ini disebut *sel buliform* dan berfungsi untuk menggulung daun pada saat kekeringan. Sel-sel buliform terdapat pada epidermis atas, disini juga terdapat trikoma.

7. Preparat Sayatan Melintang Daun *Rhoeo discolor*

Sayatlah secara melintang, amati struktur sel penutup stoma *faneropor*. Penebalan dindingnya berperan dalam mekanisme buka tutupnya celah. Kloroplas hanya terdapat pada sel penutup. Ruang

nafas cukup besar, sel epidermis lain dan sel mesofil lebih besar dibandingkan dengan sel penutup.

**8. Preparat Sayatan Melintang Daun Karet Hias (*Ficus elastica*)
Dalam Sudan III.**

Buatlah sayatan melintang dari permukaan atas dan bawah daun *Ficus elastica*, lalu amati di bawah mikroskop. Gambarlah hasil pengamatanmu dan bandingkan susunan stomata dibagian permukaan atas dan bagian bawah. Amati juga bentuk sel penjaga dan sel tetangga yang membangun stomata.

E. HASIL PENGAMATAN

| | |
|---|---|
| <p>Gambar trikoma tangkai daun waru (<i>Hibiscus tiliaceus</i>)</p> | <p>Gambar trikoma tangkai daun waru (<i>Hibiscus tiliaceus</i>)</p> |
| <p>Gambar trikoma permukaan bawah daun durian (<i>Durio zibethinus</i>)</p> | <p>Gambar trikoma permukaan bawah daun durian (<i>Durio zibethinus</i>)</p> |

| | |
|---|---|
| <p>Gambar trikoma daun nusa indah (<i>Mussaenda</i> sp)</p> | <p>Gambar trikoma daun nusa indah (<i>Mussaenda</i> sp)</p> |
| <p>Gambar stomata daun kumis kucing (<i>Orthosiphon stamineus</i>)</p> | <p>Gambar stomata daun kumis kucing (<i>Orthosiphon stamineus</i>)</p> |
| <p>Gambar paradermal permukaan bawah daun <i>Allamanda cathartica</i></p> | <p>Gambar paradermal permukaan bawah daun <i>Allamanda cathartica</i></p> |

| | |
|--|--|
| <p>Gambar sayatan paradermal dan melintang daun jagung (<i>Zea mays</i>)</p> | <p>Gambar sayatan paradermal dan melintang daun jagung (<i>Zea mays</i>)</p> |
| <p>Gambar sayatan melintang daun <i>Rhoeo discolor</i></p> | <p>Gambar sayatan melintang daun <i>Rhoeo discolor</i></p> |
| <p>Gambar sayatan melintang daun karet hias (<i>Ficus elastica</i>)</p> | <p>Gambar sayatan melintang daun karet hias (<i>Ficus elastica</i>)</p> |

F. KESIMPULAN

BAB IV

JARINGAN PARENKIM, KOLENKIM DAN SKLERENKIM

A. TUJUAN PRAKTIKUM

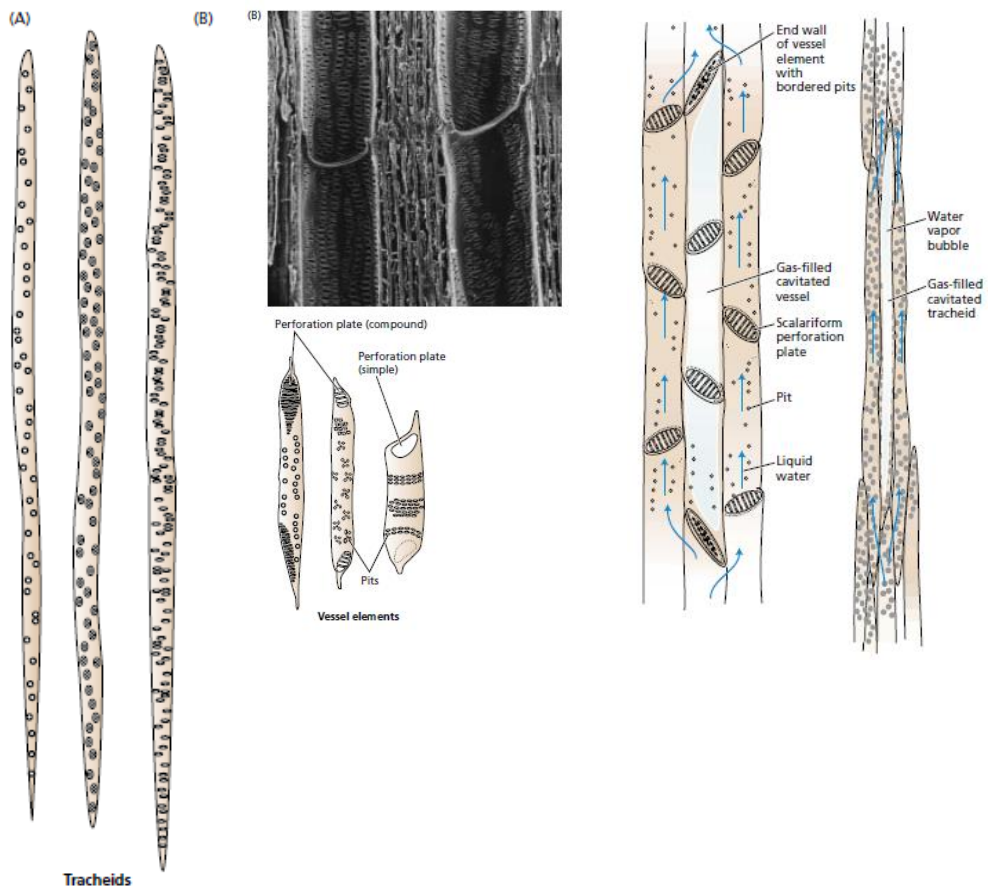
Mengamati berbagai bentuk, struktur, susunan, tipe dan letak jaringan parenkim, kolenkim dan sklerenkim.

B. LANDASAN TEORI

Tumbuhan memiliki berbagai jaringan dasar yang dibedakan berdasarkan struktur dinding sel maupun bentuknya antara lain parenkim, kolenkim dan sklerenkim. Parenkim merupakan jaringan dasar yang paling banyak ditemukan pada berbagai jenis tumbuhan. Secara umum parenkim memiliki ciri-ciri dindingnya tipis, memiliki noktah sederhana, bentuknya isodiametris atau polihedron dan sebagian ada yang memiliki kloroplas. Bentuk jaringan parenkim yang isodiametri mengakibatkan banyaknya ruang-ruang antar sel yang ditemukan pada jaringan parenkim.

Jaringan parenkim memiliki fungsi yang beragam antara lain sebagai tempat fotosintesis, tempat penyimpanan cadangan makanan, tempat penyimpanan air. Di bagian daun jaringan dasar dibedakan menjadi jaringan palisade (jaringan tiang) dan jaringan spons (jaringan bunga karang). Jaringan parenkim yang terdapat di daun berfungsi untuk fotosintesis. Jaringan parenkim yang berfungsi untuk penyimpanan udara sering juga disebut dengan aerenkim. Hal tersebut mengakibatkan jaringan parenkim pada tumbuhan air memiliki banyak rongga. Pada berbagai jenis tumbuhan yang menghasilkan umbi seperti kentang (*Solanum tuberosum*), singkong (*Manihot esculenta*), jaringan parenkim berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan berupa pati, gula atau tepung. Pada tumbuhan xerofit ataupun anggrek epifit, terdapat parenkim yang berguna untuk menyimpan air.

Bila dibandingkan dengan jaringan parenkim, jaringan kolenkim memiliki struktur yang lebih kokoh. Hal tersebut berhubungan dengan adanya penebalan dinding sel sekunder pada jaringan kolenkim, sehingga secara visual dinding sel jaringan kolenkim lebih tebal, dibandingkan dengan jaringan parenkim namun penebalan dindingnya relatif tidak merata. Penebalan dinding sel jaringan kolenkim dibangun oleh pektin dan selulosa, bersifat elastik. Jaringan kolenkim mudah ditemukan diberbagai batang tumbuhan herba seperti bayam (*Amaranthus* sp.) dan juga kankung (*Ipomoea* sp).



Gambar 4.1. Jaringan pengangkut pada tumbuhan merupakan jaringan kompleks (Taiz and Zeinger 2016).

Posisi jaringan dasar pada tumbuhan bervariasi. Sebagai contoh jaringan pada daun jaringan kolenkim banyak ditemukan pada bagian helaian, tangkai maupun tulang daun. Sel-sel yang menyusun jaringan kolenkim merupakan jaringan hidup oleh karena itu jaringan tersebut dapat mengalami pertumbuhan dan perkembangan. Jaringan kolenkim memiliki ruang antar sel yang lebih sedikit dan lebih kecil bila dibandingkan dengan susunan jaringan parenkim. Hal tersebut berhubungan dengan struktur dinding sel jaringan kolenkim yang mengalami pertumbuhan sekunder.

Walaupun dinding sel jaringan kolenkim telah mengalami penebalan dinding sel sekunder, namun penebalan tersebut tidak merata. Berdasarkan posisi dinding sel yang mengalami penebalan jaringan kolenkim dibedakan menjadi kolenkim angular dan kolenkim lamelar. Jaringan kolenkim angular merupakan jaringan kolenkim yang mengalami penebalan dibagian sudut-sudut sel, sedangkan kolenkim lamelar merupakan sel kolenkim pangan mengalami penebalan dinding di sisi tangensialnya saja.

Selain jaringan parenkim dan kolenkim, jaringan dasar lainnya yang terdapat pada tumbuhan adalah jaringan sklerenkim. Pada tumbuhan jaringan sklerenkim berfungsi sebagai penyokong dan penguat. Jaringan sklerenkim mengalami penebalan dinding sel yang lebih tebal dibandingkan dengan jaringan kolenkim dan juga penebalan dinding sel pada jaringan sklerenkim lebih merata sehingga lebih kuat. Dinding sel pada jaringan sklerenkim dibangun oleh lignin yang sangat tebal. Walaupun demikian sel penyusun jaringan sklerenkim merupakan jaringan hidup.

Berdasarkan bentuk dan ukurannya, jaringan sklerenkim dibedakan menjadi serat dan sklereid. Serat pada umumnya memiliki ukuran yang lebih panjang dan lebih lentur, sedangkan sklereid ukurannya pendek dan kaku. Pada berbagai sel yang menyusun serat dapat berupa sel yang ujungnya runcing. Dalam kehidupan sehari-hari serat yang dihasilkan tumbuhan dapat

digunakan sebagai tali-temali. Serat dapat ditemukan pada berbagai jenis tumbuhan seperti kulit kayu waru laut (*Hibiscus tiliceus*), daun pandan (*Pandanus* spp.), dan kulit akar sidaguri (*Sida rhombifolia*).

Sklereid disebut juga dengan sel batu memiliki bentuk pendek dan kaku dengan dinding yang sangat tebal. Sel sklereid dapat ditemukan di berbagai jenis tumbuhan seperti temputung kelapa (*Cocos nucifera*), kulit biji kelapa sawit (*Elaies guianensis*), kulit biji karet (*Hevea brasiliensis*). Sel batu yang dimiliki oleh tumbuhan mengakibatkan strukturnya sangat kuat.

C. ALAT DAN BAHAN

- ✓ Mikroskop
- ✓ Cover gelas
- ✓ Objek glass
- ✓ Silet/ cutter
- ✓ Batang *Zea mays* (jagung)
- ✓ Tangkai daun *Canna* sp.
- ✓ Tangkai daun *Colocasia esculenta* (talas)
- ✓ Tangkai daun *Limnocharis flava* (genjer)
- ✓ Batang *Solanum nigrum*

D. CARA KERJA

1. Sayatan Melintang Korteks Batang *Zea mays* (jagung)

Secara morfologi batang jagung memiliki kulit yang licin dan kokoh, namun pada bagian dalamnya dibangun oleh jaringan mirip “gabus” atau mirip empulur. Bagian empulur batang jagung dibangun oleh jaringan parenkim. Bila dilihat di bawah mikroskop akan terlihat jaringanjaringan yang banyak memiliki ruang antar sel. Untuk mengamati jaringan parenkim pada empulur jagung buatlah sayatan

melintangnya. Kemudian sayatan empulur batang jagung dengan menggunakan blade lalu hasil sayatan diletakkan di atas cover gelas kemudian amati di bawah mikroskop. Gambarlah hasil pengamatanmu.

2. Sayatan Melintang Tangkai Daun *Canna* sp.

Canna sp memiliki daun dengan tangkai daun yang relatif berongga. Rongga pada tangkai daun *Canna* dibangun oleh jaringan parenkim yang berisi udara. Untuk mengamati jaringan parenkim pada *Canna* dapat dilakukan dengan membuat sayatan tipis bagian tengah tangkai daun *Canna*. Sayatan diletakkan di atas objek gelas kemudian ditutup dengan cover gelas dan ditetesi dengan sedikit air. Lalu amati di bawah mikroskop dan gambar hasil pengamatanmu serta beri keterangan pada setiap gambar .

3. Sayatan Melintang Tangkai Daun *Colocasia esculenta* (talas)

Buatlah sayatan melintang tangkai daun talas, amati adanya ruang berukuran besar yang dibatasi oleh sel-sel parenkima yang tersusun relatif rapat. Sel-sel parenkima beserta ruang udara yang terdapat di dalamnya secara keseluruhan disebut *aerenkima*. Perhatikan adanya idioblas berisi *rafida* (kristal bentuk jarum). Gambar *aerenkima* serta *rafidanya*.

4. Sayatan Melintang Tangkai Daun *Limnocharis flava* (Genjer) atau *Eichornia crassipes*

Buatlah sayatan melintang tangkai daun genjer atau eceng gondok, amati adanya adanya ruang antar sel yang besar (*aerenkim*). Pada eceng gondok *aerenkim* terdapat pada alat pengapung tumbuhan air. Gambarlah *aerenkim* dan tunjukkan bagian-bagiannya.

5. Sayatan Melintang Batang *Solanum nigrum*

Ambillah batang muda dari *Solanum nigrum* kemudian buat sayatan tipis penampang melintangnya. Sayatan diletakkan di atas cover gelas dan ditutup dengan cover gelas dan diamati di bawah mikroskop. Gambar hasil pengamatanmu dan beri keterangan dari setiap jaringan yang kamu peroleh.

6. Sayatan melintang dan membujur batang *Zea mays*.

Pada batang tua jagung jaringan sklerenkima mudah sekali dibedakan dari jaringan yang lain karena bentuknya bulat dengan dinding yang lebih tebal berwarna kuning karena adanya lignin. Pada sayatan melintang di dekat epidermis terlihat untaian jaringan serat mengelilingi batang, terdapat pula dekat xylem dan floem pada setiap berkas pembuluh. Pada sayatan membujur bentuk sel serat terlihat memanjang dengan ujung pangkal meruncing dan dinding tebal, tersusun tumpang tindih. Amati dan gambar jaringan itu.

E. HASIL PENGAMATAN

| | |
|--|--|
| | |
| Gambar Sayatan melintang korteks batang <i>Zea mays</i> (jagung) | Gambar Sayatan melintang korteks batang <i>Zea mays</i> (jagung) |

| | |
|---|---|
| <p>Gambar Sayatan melintang tangkai daun <i>Canna</i> sp.</p> | <p>Gambar Sayatan melintang tangkai daun <i>Canna</i> sp.</p> |
| <p>Gambar Sayatan melintang tangkai daun <i>Colocasia esculenta</i> (talas)</p> | <p>Gambar Sayatan melintang tangkai daun <i>Colocasia esculenta</i> (talas)</p> |
| <p>Gambar Sayatan melintang tangkai daun <i>Limnocharis flava</i> (genjer)</p> | <p>Gambar Sayatan melintang tangkai daun <i>Limnocharis flava</i> (genjer)</p> |

| | |
|--|--|
| <p>Gambar Sayatan melintang batang <i>Solanum nigrum</i></p> | <p>Gambar Sayatan melintang batang <i>Solanum nigrum</i></p> |
| <p>Gambar Sayatan melintang batang <i>Zea mays</i></p> | <p>Gambar Sayatan membujur batang <i>Zea mays</i>.</p> |

F. KESIMPULAN

BAB V

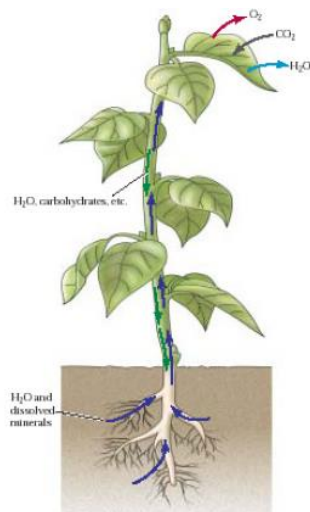
JARINGAN PENGANGKUT

A. TUJUAN PRAKTIKUM

Mengamati bentuk, struktur, susunan dan posisi jaringan pengangkut pada berbagai organ tumbuhan spermatophyta.

B. LANDASAN TEORI

Untuk mengangkut air dan unsur hara, tumbuhan menggunakan jaringan pengangkut. Berdasarkan jenis sel penyusunnya jaringan pengangkut dikelompokkan menjadi jaringan kompleks karena dibangun oleh berbagai jenis sel. Secara umum jaringan pengangkut pada tumbuhan dibedakan menjadi xilem dan floem. Jaringan xilem merupakan jaringan yang berfungsi untuk mengangkut air dan garam-garam mineral dari dalam tanah menuju seluruh bagian tumbuhan. Jaringan floem merupakan jaringan pengangkut yang berfungsi untuk mengangkut hasil fotosintesis dari daun menuju seluruh organ tumbuhan (Gambar 5.1).



Gambar 5.1. Arah pengangkutan air dari bawah ke atas (xilem) dan hasil fotosintesis dari atas ke bawah (floem).

1. Xilem

Xilem merupakan jaringan kompleks yang dibangun dan mengandung berbagai sel trakeid, trakea (pembuluh kayu), serat-serat, sel-sel parenkim dan kolenkim. Pada umumnya semakin kompleks atau semakin besar tumbuhan maka jaringan pengangkutnya semakin kompleks. Dalam kehidupan sehari-hari jaringan pengangkut adalah bagian kayu. Berikut ini akan dijelaskan bagian-bagian dari xilem.

Trakeid

Trakeid merupakan bagian utama yang membangun jaringan xilem biasanya dibangun oleh sel yang panjang dan pada bagian pangkalnya meruncing atau runcing. Sel trakeid merupakan jaringan yang mengalami penebalan dinding sekunder yang dibangun oleh lignin atau sel kayu sehingga strukturnya sangat keras. Pada keadaan dewasa sel trakeid merupakan sel mati (tidak memiliki inti) dan pada saat inilah sel trakeid berfungsi untuk mengangkut air. Selain berfungsi untuk mengangkut air, trakeid juga berfungsi untuk penyokong dan penguat, hal tersebut berhubungan dengan penebalan dinding sel sekunder sehingga memiliki struktur yang kokoh. Berdasarkan struktur penebalan pada dinding selnya, sel trakeid dibedakan menjadi trakeid cincin, trakeid spiral, trakeid jala, trakeid tangga dan trakeid noktah.

Trakea

Sel lain dari penyusun xilem adalah trakea atau sering juga disebut dengan pembuluh kayu. Sel trakea dibangun oleh sel-sel pendek dengan diameter yang besar sehingga kelihatan lebih lebar. Pada perkembangan yang lebih lanjut, dinding sel yang menyekat atau membatsai setiap sel dapat melebur antara satu sel dengan sel lainnya sehingga dapat membentuk satu saluran yang memanjang. Sama halnya dengan sel trakeid, sel trakea juga merupakan sel mati (inti sel sudah tidak ada) dan fungsi transportasi

terbentuk setelah selnya mati. Oleh karena inti sel tidak ada maka sel trakea kehilangan sifat totipotensinya. Berdasarkan penebalan dan bentuk dinding selnya, trakea dibedakan menjadi: cincin, spiral, jala, tangga dan noktah. Pembuluh kayu atau trakea pada umumnya hanya ditemukan di tumbuhan Angiospermae (Magnoliophyta), namun tidak pada Gymnospermae (Phynophyta).

Berdasarkan letaknya pembuluh kayu yang berbentuk incin dan yang berbentuk spiral ditemukan pada protoxilem yaitu xilem primer yang terbentuk sebelum tumbuhan mengalami pertumbuhan primer (pertumbuhan memanjang) dari jaringan yang terdapat disekelilingnya. Pada tumbuhan Liliopsida atau tumbuhan monokotil pada saat embrio protoxilem rusak namun tetap kelihatan pada saat tumbuhan menjadi dewasa. Ruangan yang terbentuk karena kerusakan sel-sel protoxilem dan adanya pertumbuhan memanjang disebut dengan ruangan reksigen. Setelah pertumbuhan memanjang sel-sel selesai atau pertumbuhan primer selesai maka akan dibentuk metaxilem.

Serat dan Serat Trakeid

Serat dan serat trakeid merupakan sel yang mengalami penebalan dinding sel sekunder. Dalam perkembangannya, sel serat dan serat trakeid mengalami pertumbuhan dinding sel sekunder sehingga lumen atau rongga yang terbentuk semakin sempit, disisi lain ukuran noktah menyusut. Hal tersebut mengakibatkan beberapa sel menyatu sehingga terbentuk serat yang lebih panjang. Dinding sel pada serat terus mengalami penebalan sehingga lumen yang ada sebelumnya menjadi lebih kecil sehingga terkasng tidak dapat lagi berfungsi sebagai pengangkutan namun berfungsi sebagai serat yang kuat. Serat tersebut oleh manusi dapat dimanfaatkan menjadi bahan tekstil maupun tali-temali. Dalam perkembangannya semakin kompleks suatu berkas xilem

maka semakin sedikit trakeidnya, hal tersebut karena serat tidak berfungsi sebagai penyaluran air dan garam mineral.

Parenkima xilem

Parenkim merupakan jaringan dasar yang pada sebagian tumbuhan berfungsi sebagai cadangan makanan. Parenkim yang terdapat pada berkas pengangkut disebut dengan parenkim xilem. Pada tumbuhan yang memiliki xilem sekunder, sel-sel parenkim bentuknya memanjang dengan susunan yang vertikal yang disebut dengan parenkim xilem atau parenkim kayu. Sel-sel parenkim xilem akan tersusun secara radial (seperti jari-jari) dan menghubungkan antara empulur dan korteks yang disebut dengan jari-jari empulur.

2. Floem

Floem merupakan jaringan kompleks yang dibangun oleh berbagai sel yang berfungsi untuk mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh organ tumbuhan yang membutuhkannya. Jaringan floem dibangun oleh sel tapis, pembuluh tapis, sel pengantar atau pengiring serta parenkim tapis. Walaupun demikian terdapat variasi susunan pembuluh floem pada tumbuhan. Pada tumbuhan paku atau Pteridophyta jaringan floemnya hanya mengandung sel-sel tapis dan sel parenkim, sedangkan pada tumbuhan berbiji terbuka atau Gymnospermae jaringan floemnya mengandung pembuluh tapis, sel pengiring, parenkim floem dan serat. Floem pada tumbuhan Angiospermae lebih kompleks dibandingkan dengan tumbuhan lainnya karena disusun oleh pembuluh tapis, sel-sel pengiring, parenkima floem, serat-serat, sel batu, pembuluh lateks dan lain sebagainya.

Sel tapis dan pembuluh tapis

Sel tapis dan pembuluh tapis merupakan salah satu jenis sel penyusun pembuluh floem. Berdasarkan struktur dan fungsinya kedua sel tapis maupun pembuluh tapis sama berupa sel yang memanjang dengan dinding yang

mengalami penebalan dinding sel sekunder yang disusun oleh sellulosa. Pada perkembangan yang lebih lanjut atau pada saat sel tapis dewasa merupakan sel mati karena tidak memiliki inti sel. Hal tersebut mengakibatkan bagain dalam dari sel memiliki pori-pori atau lubang dan pada saat inilah fungsi penyaluran dan pengangkutan dilakukan. Penebalan dinding sel pada sel tapis tidak merata sehingga ada bagian dinding yang tebal dan ada bagian dinding yang tidak berkembang sehingga sering terdapat pori-pori diantara dinding sel tapis. Sekelompok pori-pori pada dinding sel disebut dengan daerah tapis. Walaupun secara struktur sel tapis mirip dengan pembuluh tapis, namun terdapat beberap perbedaan antara lain: bahwa daerah atau lokasi tapis pada sel tapis terdapat hampir pada seluruh bagian dindingnya sedangkan pada pembuluh tapis daerah atau lokasi tapis hanya terdapat pada dinding penyekatnya; dinding penyekat pada sel tapis tidak beraturan sedangkan dinding penyekat pada pembuluh tapis tersusun dalam barisan lurus; ukuran pori pada sel tapis relatif halus dan kecil sedangkan pada pembuluh tapis besar; sel tapis umumnya berkembang dengan baik pada tumbuhan rendah seperti tumbuhan paku sedangkan pembuluh tapis berkembang dengan baik pada tumbuhan tinggi (tumbuhan berbunga).

Sel Pengiring (Pengantar)

Sel pengiring atau yang disebut juga sebagai sel pengantar merupakan salah satu komponen penyusun jaringan floem. Sel pengiring umumnya berkembang dengan baik pada tumbuhan Angiospermae. Sel pengiring pada Angiospermae merupakan sebuah sel parenkim. Sel pengiring merupakan sel hidup karena masih memiliki nukleus. Berdasarkan asal usulnya sel pengirim memiliki asal usul yang sama dengan pembuluh tapis, namun dalam perkembangannya berbeda. Sel pembuluh tapis memiliki ukuran diameter yang lebih besar namun tidak memiliki inti sedangkan sel pengirim memiliki ukuran yang lebih kecil dan memiliki inti sel serta lebih padat.

Perkembangan sel pengiring sangat dipengaruhi oleh pembuluh tapis, oleh karena itu apabila pembuluh tapis mati maka akan diikuti dengan kematian sel pengiring.

Parenkim Floem

Parenkim floem merupakan komponen jaringan floem yang berfungsi sebagai penyimpanan cadangan makanan dan merupakan sel hidup. Beberapa parenkim floem juga dapat mengandung kristal serat floem dan sklereid sehingga dapat berfungsi sebagai pengokoh, penguat dengan dinding yang berlignin.

C. ALAT DAN BAHAN

- ✓ Mikroskop
- ✓ Pinset
- ✓ Blade/silet
- ✓ Pipet tetes
- ✓ Air
- ✓ Objek glass
- ✓ Cover glass
- ✓ Preparat sayatan melintang awetan batang *Zea mays* (jagung)
- ✓ Preparat sayatan melintang dan membujur batang *Sechium edule* (batang labu)
- ✓ Preparat awetan sayatan melintang, radial dan tangensial kayu *Pinus*
- ✓ Preparat awetan maserasi kayu *Tilia*

D. CARA KERJA

1. Preparat Sayatan Melintang Awetan Batang *Zea mays* (Jagung)

Batang jagung merupakan contoh yang umum digunakan untuk menunjukkan struktur batang termasuk susunan jaringan pengangkut

pada tumbuhan monokotil. Untuk mengetahui stuktur tumbuhan monokotil lakukan pengamatan pada preparat awetan sayatan melintang dari jagung di bawah mikroskop. Pengamatan dilakukan mulai perbesaran kecil hingga besar dan gambar hasil pengamatanmu. Lalu perhatikan bagian bagian dari jaringan batang meliputi jaringan epidermis, korteks atau jaringan dasar dan susunan jaringan pembuluh. Untuk jaringan pembuluh tentukan sel-sel penyusu jaringan xilem dan sel-sel penyusun jaringan floem. Untuk membantu membuat skesa dan keterangan gambar bandingkan dengan berbagai hasil penelitian yang terpublish atau buku referensi.

2. Preparat Sayatan Melintang Dan Membujur Batang *Sechium edule* (Batang Labu)

Labu memiliki stuktur batang yang relatif sederhana dibandingkan dengan tumbuhan dikotiledon lainnya. Batang labu relatif lemah dan biasanya menjalar dan relatif lentur. Hal tersebut diduga karena batang labu memiliki serat yang banyak namun jaringan xilemnya kurang berkembang. Struktur batang dan susunan jaringan pengangkut pada labu dapat digunakan sebagai pembanding untuk tumbuhan dikotil. Ambillah awetan sayatan melintang labu atau dapat juga dibuat dengan awetan segar. Lalu amati dibawah mikroskop kemudian gambar hasil pengamatanmu. Lalu tentukan bagian-bagian jaringan epidermis, korteks, dan jaringan pengangkut. Untuk jaringan pengangkut jelaskan komponen penyusun jaringan floem dan jaringan xilem. Jelaskan juga susunan jaringan pengangkutnya.

3. Preparat Awetan Sayatan Melintang, Radial Dan Tangensial Kayu *Pinus*

Pinus merupakan salah satu jenis tumbuhan Gymnospermae (tumbuhan berbiji terbuka yang mudah ditemukan dilingkungan

sekitar. Berbagai jaringan penyusun pinus memiliki jaringan yang menghasilkan resin sehingga warnanya relatif berbeda dengan warna lainnya. Bila dilihat dari stukturnya jaringan pengangkut pada Untuk mengetahui struktur batang Pinus dapat dilakukan dengan mengamati preparat awetan dari sayatan melintang, radial, dan tangensial dari batang Pinus di bawah mikroskop. Gambar hasil pengamatanmu dan beri penjelasan setiap jaringan yang kamu temukan. Tunjukkan bagian-bagian jaringan pengangkut berupa komponen xilem dan komponen floem.

E. HASIL PENGAMATAN

| | |
|---|--|
| <p>Gambar sayatan melintang awetan batang <i>Zea mays</i> (jagung)</p> | <p>Gambar sayatan melintang awetan batang <i>Zea mays</i> (jagung)</p> |
| <p>Gambar sayatan melintang batang <i>Sechium edule</i> (batang labu)</p> | <p>Gambar sayatan membujur batang <i>Sechium edule</i> (batang labu)</p> |

| | |
|--|--|
| Gambar sayatan melintang kayu <i>Pinus</i> | Gambar tangensial kayu <i>Pinus</i> |
| Gambar sayatan melintang kayu <i>Tilia</i> | Gambar sayatan melintang kayu <i>Tilia</i> |

F. KESIMPULAN

BAB VI

A K A R

A. TUJUAN PRAKTIKUM

Mengamati struktur anatomi akar berbagai tumbuhan.

B. LANDASAN TEORI

Akar merupakan organ tumbuhan yang paling sederhana. Walaupun secara morfologi akar muda dibedakan dengan batang, namun terkadang pada beberapa jenis tumbuhan akar sulit dibedakan dengan batang. Salah satu point utama yang dapat digunakan adalah bahwa pada akar tidak ditemukan ruas dan buku.

Secara anatomi struktur akar menyerupai batang, namun yang paling mencolok perbedaannya adalah susunan pembuluh pengangkut yaitu xilem dan floem. Batang pada umumnya memiliki susunan pembuluh yang kolateral dan amphivasal, sedangkan susunan pembuluh pengangkut pada akar tidak terkumpul namun relatif tersebar. Akar memiliki susunan dari arah luar ke dalam adalah epidermis, jaringan dasar, endodermis dan silinder pusat.

Epidermis

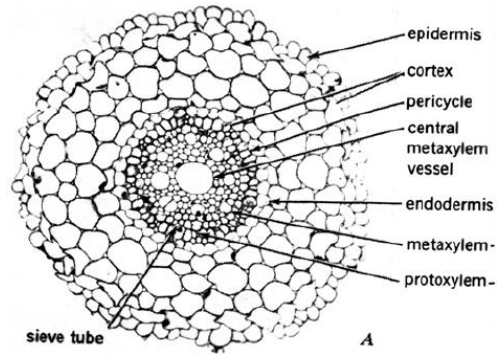
Jaringan epidermis pada akar pada umumnya berupa satu lapis dan dibentuk oleh jaringan yang pipih dan rapat. Pada berbagai tumbuhan jaringan epidermis akar dapat bermodifikasi menjadi rambut-rambut akar yang berfungsi untuk memperluas permukaan sehingga proses absorpsi air dan unsur hara lebih efisien. Rambut akar juga dapat digunakan sebagai pembeda pada ujung akar yaitu antara zona difrensiasi dengan zona lainnya. Pada zona difrensiasi ditandai dengan munculnya rambut-rambut akar.

Korteks Akar

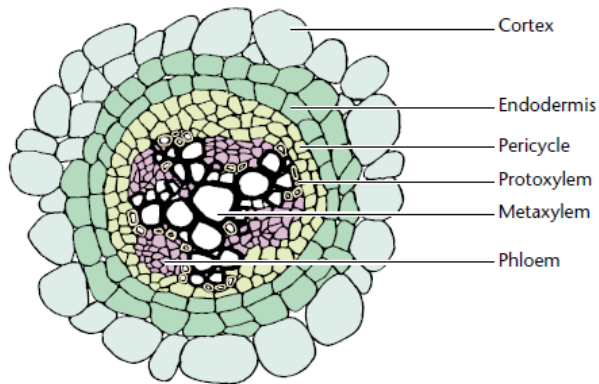
Kortek akar merupakan lapisan kedua dari jaringan penyusun akar. Kortek akar biasanya disusun oleh jaringan dasar berupa parenkim, kolenkim dan sklerenkim. Pada berbagai akar tumbuhan Dikotil dan Gymnospermae yang sudah tua kortek akar dapat mengalami pengelupasan karena pertambahan diameter akar disebabkan adanya pertumbuhan sekunder. Berbagai jenis tumbuhan menggunakan jaringan korteks akar sebagai penyimpan cadangan makanan seperti singkong (*Manihot esculenta*), ubi (*Ipomea batatas*), gadung (*Dioscorea* sp). Akar yang berfungsi sebagai penyimpanan makanan biasanya tumbuh berdaging dan relatif strukturnya seragam.

Silinder Pusat

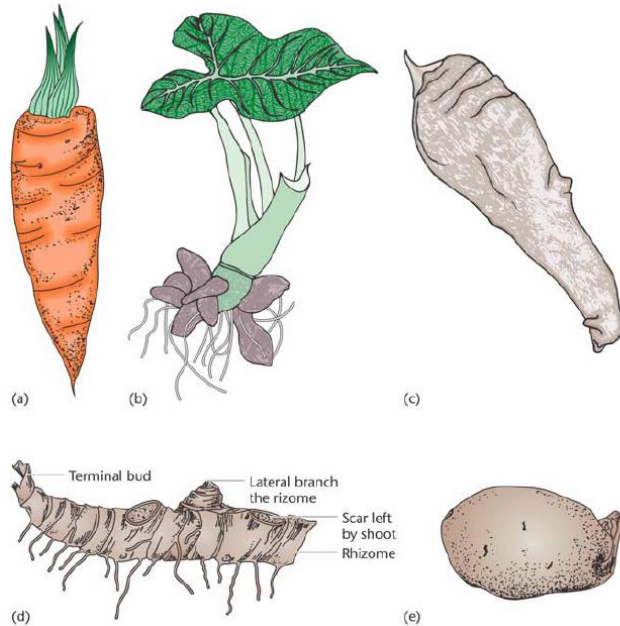
Silinder pusat merupakan bagian paling tengah dari akar dan biasanya lebih keras dibandingkan dengan jaringan lainnya. Batas antara kortek dan silinder pusat dapat dibedakan dengan adanya endodermis yaitu jaringan (biasanya 1-2 lapis) yang berfungsi sebagai pemisah kortek dengan silinder pusat. Pada umbi singkong silinder pusat adalah bagian sumbu singkong, sedangkan korteks adalah bagian daging yang kita makan, namun pada berbagai tumbuhan lain sulit dipisahkan antara silinder pusat dan korteks. Secara empirik terlihat bahwa silinder pusat dan kortek pada singkong mudah dibedakan karena adanya endodermis. Pada jaringan silinder pusat pada akar ditemukan berbagai jaringan pengangkut yaitu xilem dan floem. Pada berbagai tumbuhan xilem berkembang dengan baik terutama tumbuhan dikotil sedangkan pada tumbuhan monokotil kurang berkembang. Jumlah kelompok atau berkas xilem pada akar bervariasi antara 1, 2, 3 dan lebih dan dikenal dengan istilah monoark, diark, triark dan poliark.



Gambar 6.1. Transection dari akar tumbuhan monokotil gandum muda (*Triticum* sp.)



Gambar 6.2. Sayatan melintang dari akar tumbuhan dikotil



Gambar 6.3. Modifikasi akar. a. Modifikasi dari akar tombak pada wortel; b. Tanaman Tania; c. Corn Tania; d. Rhizome dari jahe; e. umbi batang dari kentang

C. ALAT DAN BAHAN

- ✓ Mikroskop
- ✓ Pinset
- ✓ Blade/silet
- ✓ Pipet tetes
- ✓ Air
- ✓ Objek glass
- ✓ Cover glass
- ✓ Kecambah kacang hijau (*Phaseolus radiatus*)
- ✓ Preparat sayatan melintang melintang akar jagung (*Zea mays*)
- ✓ Preparat sayatan melintang akar udara anggrek epifit (*Dendrobium* sp.)
- ✓ Preparat sayatan melintang akar bawang merah (*Allium cepa*)

D. CARA KERJA

1. Kecambah Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus*) atau kacang kedelai (*Glycine max*)

Kacang dalam taksonomi dikelompokkan dalam Famili Fabaceae (Kacang-kacangan) dan Klasa Magnoliopsida atau Dikotilodena. Sebagian besar species dalam Famili Fabaceae memiliki biji yang besar. Beberapa jenis biji tersebut muda berkecambah seperti kacang hijau, kacang kedelai dan kacang tanah. Untuk mengetahui struktur anatomi akar primer dapat dilakukan dengan mengamati kecambah kacang hijau. Akar primer sering disebut juga sebagai radikula (akar embrio). Amatilah secara seksama kecambah tersebut dan gambar hasil pengamatanmu dan jelaskan bagian-bagian kotiledon, radikula, hipokotil, rambut akar, pucuk, hipokotil, kaliptra, calon daun. Untuk mengamati struktur anatomi akar dapat dilakukan dengan membuat sayatan melintang dari akar kecambah kemudian diamati dibawah mikroskop.

2. Preparat Sayatan Melintang Melintang Akar Jagung (*Zea mays*)

Jagung merupakan salah satu contoh dari Monokotiledon yang memiliki biji yang mudah berkecambah. Pada awal perkecambahan radikula tumbuh memanjang, namun setelah beberapa lama mati dan akan digantikan dengan akar adventif yaitu akar yang bukan berasal dari radikula. Akar adventif pada jagung mudah ditemukan pada buku yang dekat dengan permukaan tanah. Buatlah sayatan melintang dari akar adventif dan amati anatominya dibawah mikroskop. Gambar hasil pengamatanmu dan jelaskan bagian bagian periseikel, endodermis, epidermis, jaringan pengangkutnya. Untuk membantu bisa ditambahkan dengan pewarnaan anilin sulfat dan diamati kembali

di bawah mikroskop. Lalu perhatikan sistem jaringan pengangkut yang poliark dan untuk membantu bisa digunakan buku referensi.

3. Preparat Sayatan Melintang Akar Udara Anggrek Epifit (*Dendrobium* sp.)



Berbagai jenis tumbuhan bersifat epifit (menumpang pada permukaan tumbuhan lain) seperti berbagai jenis Anggrek (Orchidaeceae). *Dendrobium* sp dan *Vanda* sp. merupakan salah satu genus Orchidaceae yang bersifat epifit sehingga memiliki akar udara. Akar udara biasanya memiliki velamen yang berfungsi menyimpan udara, yang mudah dikenali karena memiliki dinding yang sangat tebal. Untuk mengamati struktur akar udara dan velamen dapat dilakukan dengan membuat sayatan melintang akar *Dendrobium* sp. Dalam pengalaman kami menyayat ujung akar lebih muda dibandingkan dengan bagian lainnya. Untuk memperjelas bagian-bagiannya dapat ditambahkan dengan pewarnaan anilin sulfat. Amati di bawah mikroskop sayatan tersebut dan gambar hasil pengamatanmu. Jelaskan bagian-bagian anatomi dari akar udara.

4. Preparat Sayatan Melintang Akar Bawang Merah (*Allium cepa*)

Bawang merah memiliki umbi lapis dan memiliki akar yang mudah terbentuk. Untuk menghasilkan akar dapat dilakukan dengan menempatkan umbi bawang ditempat lembab. Akar yang terbentuk berwarna putih dan akan dijadikan sebagai preparat. Buatlah sayatan melintang dari akar bawang lalu letakkan di atas objek gelas dan ditutup dengan cover gelas. Untuk memudahkan pengamatan beri setetes air lalu amati dibawah mikroskop. Gambar hasil pengamatanmu dan beri keterangan setiap jaringan yang kamu temukan.

E. HASIL PENGAMATAN

| | |
|--|--|
| | |
| Gambar sayatan melintang kecambah kacang hijau (<i>Phaseolus radiatus</i>) | Gambar sayatan melintang kecambah kacang hijau (<i>Phaseolus radiatus</i>) |
| Gambar sayatan melintang melintang akar jagung (<i>Zea mays</i>) | Gambar sayatan melintang melintang akar jagung (<i>Zea mays</i>) |
| Gambar sayatan melintang akar udara anggrek epifit (<i>Dendrobium</i> sp.) | Gambar sayatan melintang akar udara anggrek epifit (<i>Dendrobium</i> sp.) |

| | |
|---|--|
|  |  |
| Gambar sayatan melintang akar bawang merah (<i>Allium cepa</i>) | Gambar sayatan melintang akar bawang merah (<i>Allium cepa</i>) |

F. KESIMPULAN

BAB VII

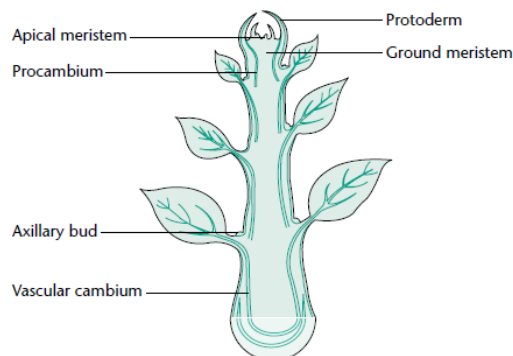
BATANG

A. TUJUAN PRAKTIKUM

- Mengamati struktur anatomi batang tumbuhan dikoti (Magnoliopsida) dan monokotil (Liliopsida)
- Mengati struktur jaringan pembuluh pada berbagai macam tumbuhan

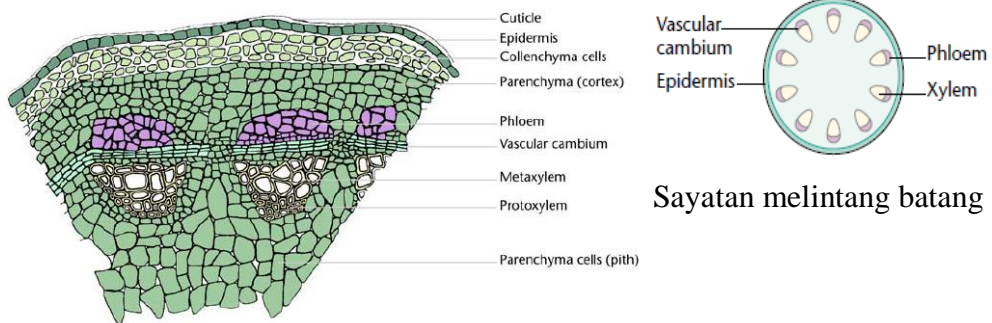
B. LANDASAN TEORI

Batang merupakan organ vegetatif tumbuhan yang berfungsi untuk tempat melekatnya daun, mengangkut air dan juga sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan. Secara morfologi yang membedakan batang dengan akar adalah adanya ruas dan mata tunas di batang. Pada umumnya tumbuhan memiliki bentuk batang yang bulat, namun pada tumbuhan tertentu memiliki bentuk batang segi empat seperti pada batang kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*), batang kemangi (*Ocimum basilicum*), batang kecibeling (*Strobilanthes crispus*). Pada tumbuhan tertentu bentuk morfologi batang digunakan sebagai penciri takson famili seperti pada Cyperaceae (teki-teki) memiliki batang berbentuk segitiga (*Cyperus rotundus*).



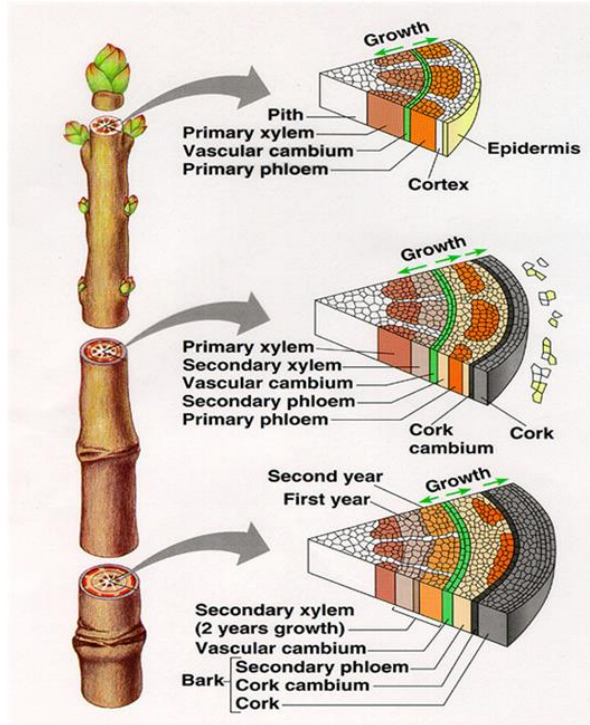
Gambar 7.1. Morfologi dan anatomi batang secara umum

Secara taksonomi batang dibangun oleh jaringan epidermis, jaringan dasar dan jaringan pengangkut. Jaringan epidermis pada perkembangan selanjutnya akan rusak dan digantikan dengan kulit kayu. Jaringan dasar dibangun oleh empulur (pith) sedangkan jaringan pengangkut terdiri dari xilem dan floem. Empulur mudah ditemukan pada batang singkong (Manihot uttilisma) yang disusun oleh jaringan parenkim yang memiliki bentuk isodiametris.

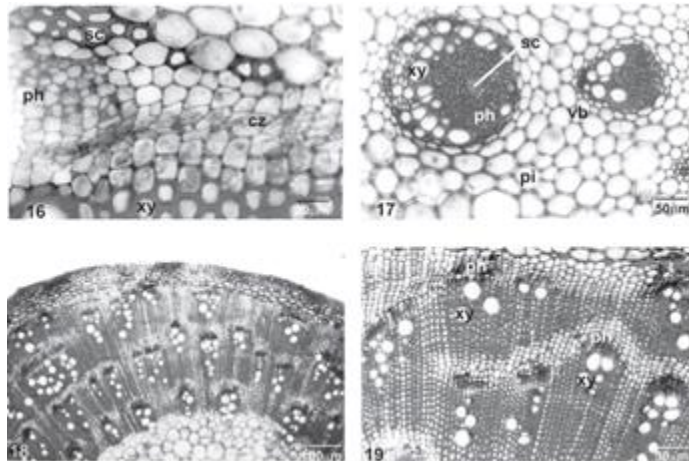


Gambar 7.2 Gambar sayatan melintang dari batang tumbuhan dikotil (Barclay 2002).

Pada tumbuhan dikotil di antara xilem dan floem terdapat jaringan kambium. Kambium merupakan jaringan meristematis dan aktif membelah yang dikenal dengan meristem lateral mengakibatkan batang bertambah diameternya (Gambar 7.2). Aktivitas pembelahan kambium akan mengakibatkan terbentuknya xilem sekunder ke arah dalam dan ploem xekunder ke arah luar. Pada batang dewasa kulit kayu (barak dibangun oleh tiga jenis jaringan yaitu jaringan gabus (cork), kambium gabus (cork cambium) dan floem sekunder.



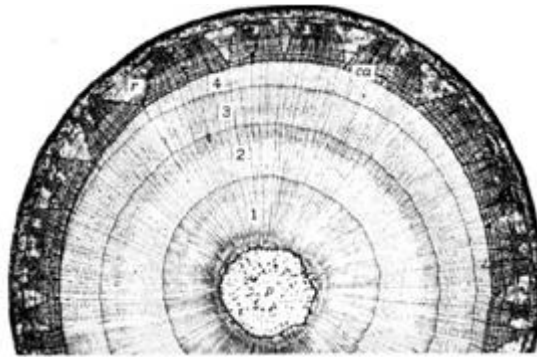
Gambar 7.3. Struktur dan perkembangan jaringan pada batang tumbuhan dikotil.



Gambar 7.4. Batang *Amaranthus brasiliensis* (Amaranthaceae); 16. Struktur kambium pertama secara detail; 17. Berkas pembuluh kolateral berasosiasi dengan sklerenkim di dalam pith atau noktah; 18. Sayatan transversal yang menggambarkan berbagai variasi organisasi kambium dekat basal batang; 19.

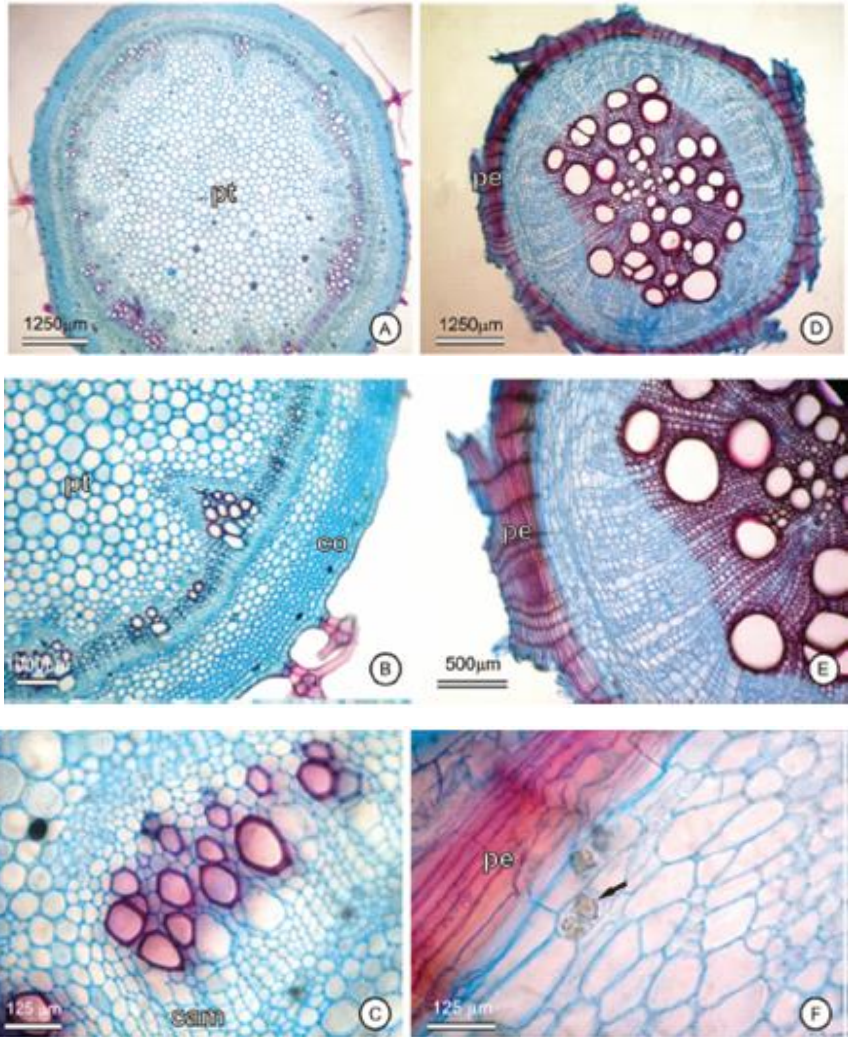
Gambar detail dari ploid dan kambium. cz; cambial zone, ph; phloem, pi; pith, sc; sclerenchyma, vb; vascular bundle, xy; xylem.

Aktivitas dari kambium akan membentuk lingkaran tahunan. Lingkaran tahunan merupakan lingkaran yang dibentuk oleh aktivitas pembelahan jaringan kambium selama setahun. Pada daerah temperata lingkaran tahunan mudah terlihat yaitu dengan terbentuk jaringan kayu yang berwarna gelap dan berwarna terang. Jaringan gelap merupakan jaringan yang dibentuk ketika musim salju yang biasanya membentuk sel yang kecil-kecil dan rapat sehingga kelihatan lebih gelap. Pada musim semi akan terbentuk jaringan pengangkut (floem dan xilem) dengan sel yang berukuran lebih besar sehingga terlihat lebih terang. Lingkaran tahunan dapat digunakan untuk menentukan umur kayu.

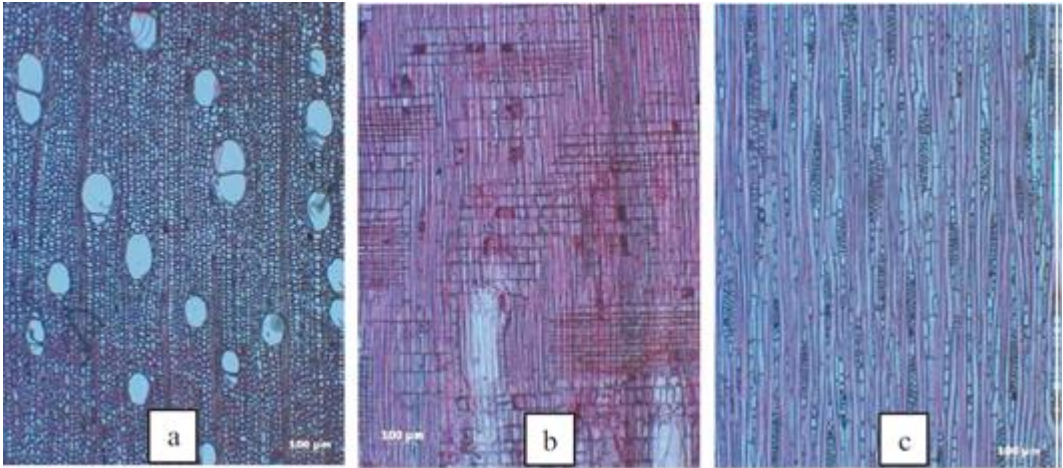


Gambar 7.5. Sayatan melintang dari batang Tilia. Ca cambium vascular; r ploid dengan serat

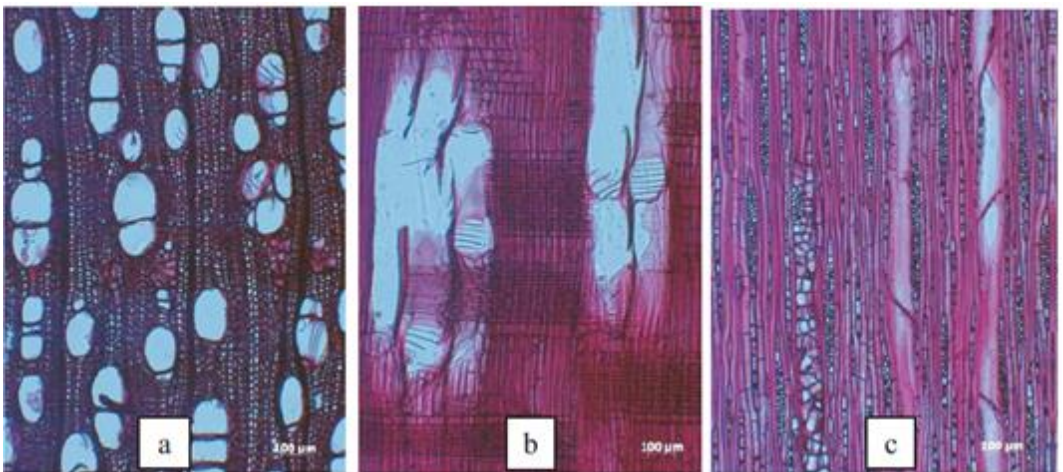
Struktur jaringan pengangkut pada tumbuhan monokotil berbeda dengan tumbuhan dikotil. Jaringan pengangkut pada tumbuhan dikotil tersusun dalam lingkaran sedangkan pada tumbuhan monokotil tersebar (Gambar 7.6).



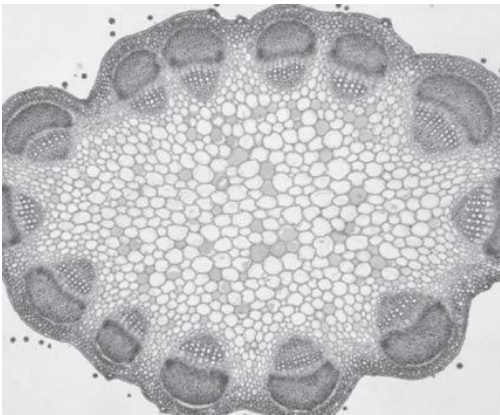
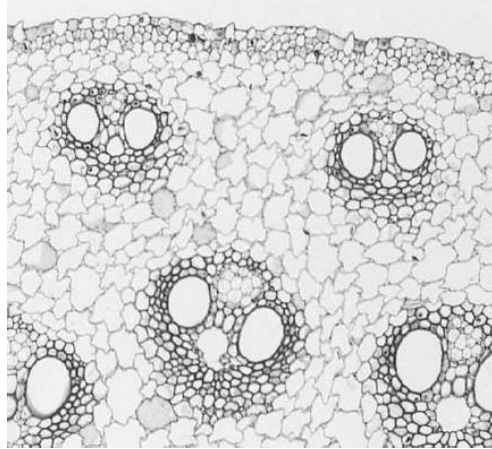
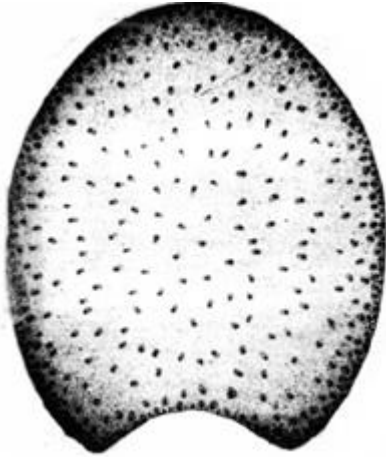
Gambar 7.6. Anatomi batang *Solanum torvum* Sw. A-C. batang dengan pertumbuhan sekunder dengan sayatan melintang. A. gambaran umum, B. Detail, C. Detail dari vascular bundle. D-F. Akar dengan cross section: D, E. gambaran umum dengan pertumbuhan sekunder; F. Detail dari idioblasts dengan druses, yang berada di bawah periderm. singkatan: cam: cambium, co: collenchyma, pe: periderm, pt: pith.



Gambar 7.7. Penampang melintang *Styrax sumatrana* (a), radial (b) dan tangensial (c) kayu *Styrax sumatrana* Perbesaran 50x.



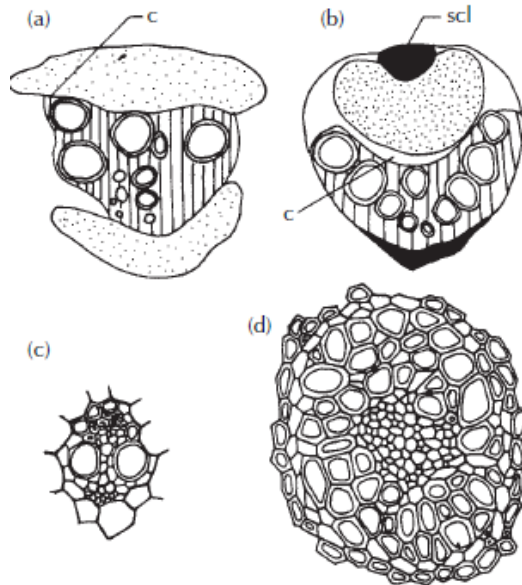
Gambar 7.8. Penampang melintang *Styrax paralleloneurus* (a), radial (b) dan tangensial (c) batang *Styrax paralleloneurus* Perbesaran 50x 50x enlargemen



Gambar 7.9. Batang dalam cross section dari *Zea mays* (jagung). Atas A. vascula bundles dengan lapisan lignis yang tebal pada skelrenkim (Clutter et al 2007).

Bentuk jaringan pengangkut pada tumbuhan

Susunan berkas pembuluh pada tumbuhan bervariasi seperti kolateral, bikolateral dan amphivasal.



Gambar 7.10. Jenis-jenis berkas pembuluh pada batang. (a) Diagram berkas pembuluh berbentuk bikolateral pada mentimum (*Cucurbita pepo*); (b) diagram berkas kolatera pada dan kambium fascicular *Piper nigrum*; (c) gambar detail berkas kolateral dengan sedikit kambium pada *Chondropetalum marlothii*; (d) Gambar detail berkas amphivasal pada *Juncus acutus* c, cambium; scl, sclerenchyma (Cutler et al 2007)

C. ALAT DAN BAHAN

- ✓ Mikroskop
- ✓ Pinset
- ✓ Blade/silet
- ✓ Pipet tetes
- ✓ Air
- ✓ Objek glass
- ✓ Cover glass
- ✓ Preparat penampang median longitudinal pucuk *Coleus sp.*
- ✓ Preparat melintang batang *Zea mays* (batang jagung)
- ✓ Preparat melintang tangkai daun paku sarang burung (*Asplenium nidus*)

- ✓ Preparat melintang batang *Hibiscus* sp.
- ✓ Preparat melintang batang *Sechium edule* (batang labu)

D. CARA KERJA

1. Preparat penampang melintang pucuk (*Coleus* sp).

Coleus merupakan salah satu genus dalam Famili Lamiaceae dan sebagian besar merupakan herba sehingga memiliki batang yang lunak serta berair. Berbagai jenis *Coleus* mudah ditemukan dilingkungan sekitar karena banyak digunakan sebagai sayur maupun tanaman hias. Untuk mengetahui struktur batang *Coleus* dapat dilakukan dengan mengamati awetan kering sayatan melintangnya atau membuat sayatan tipis pada pucuknya. Sayatan diamati dibawah mikroskop mulai perbesaran kecil hingga besar. Hasil pengamatan digambar kemudian dijelaskan bagian bagian tunika, korpus, prokambium, calon daun, protoxilem, metaxilem dan jaringan dasar. Struktur tersebut dapat digunakan untuk menjelaskan struktur batang atau perkembangan batang tumbuhan dikotil.

2. Preparat melintang batang *Zea mays* atau jagung

Jagung merupakan salah satu species dari Famili Poaceae dan termasuk Kelas Liliopsida atau tumbuhan monokotil. Jagung memiliki batang yang lemah karena jaringan pengangkutnya tersebar dan kurang mengalami penebalan dinding sel. Untuk mengetahui struktur anatomi batang tumbuhan monokotil dapat dilakukan dengan mengamati awetan kering sayatang melintang batang jagung atau membuat sayatan segar secara melintang dari batang (bagian tengah). Sayatan diamati dibawah mikroskop dan hasil pengamatan digambar. Untuk memberi keterangan gambar kamu dapat sesuaikan dengan buku panduan (Estiti et al 1981).

3. Preparat melintang batang labu atau *Sechium edule*

Sechium edule merupakan salah satu spesies dalam Famili Cucurbitaceae (Kelas Magnoliophyta atau Dikotilodenae). Walaupun tumbuhan dikotil memiliki pertumbuhan sekunder, namun berbeda halnya dengan Cucurbitaceae. Batang Cucurbitaceae termasuk labu pada umumnya lemah oleh karena itu untuk pertumbuhannya menggunakan panjatan sebagai penopang batang. Hal tersebut berhubungan dengan sistem jaringan pembuluh yang terdaat pada Cucurbitaceae memiliki penebalan dinding berbentuk cincin dan terputus. Cucurbitaceae memiliki sistem susunan pembuluh yang bikolateral yaitu xilem yang dikelilingi oleh folem eksternal dan internal. Untuk mengetahui susunan batang labu dapat dilakukan dengan mengamati awetan (preparat) kering sayatan melintang dari batang labu atau membuat sayatan tipis lalu diamati dibawah mikroskop. Gambar hasil pengamatanmu dan jelaskan bagian bagian epidermis, kortek, xilem, floem eksternal, folem internal, kambium. Untuk membantu bisa kamu bandingkan dengan buku literature.

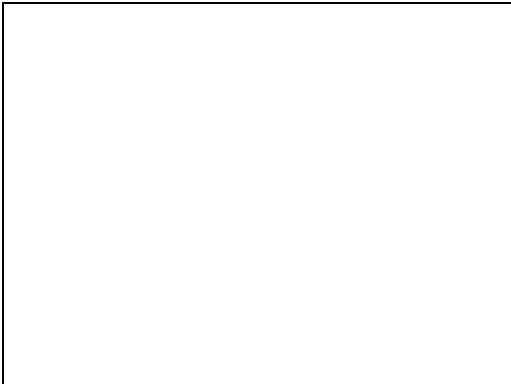
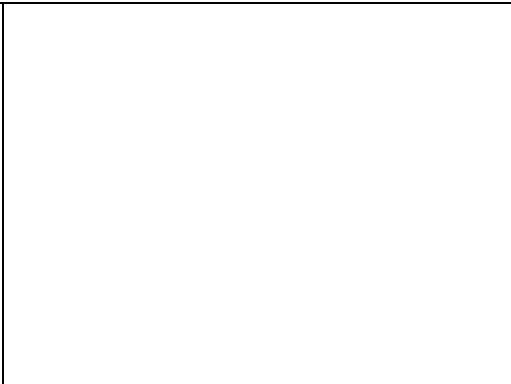
4. Preparat melintang batang *Hibiscus* sp.

Hibiscus sp merupakan salah satu Genus dalam Famili Malvaceae dan sering digunakan sebagai sumber serat seperti *Hibiscus tiliaceus* (waru laut) dan *Hibiscus rosa-sinensis* (bunga kembang sepatu). Tumbuhan ini memiliki susunan jaringan pembuluh atau pengangkut yang kolateral yaitu jaringan xilem berada disebelah dalam dan floem disebelah luar. Untuk lebih jelas dapat dilakukan pengamatan pada awetan kering batang *Hibiscus* atau membuat sayatan pada kulit batang atau pucuk dari *Hibiscus* di bawah mikroskop. Gambar hasil pengamatanmu dan beri keterangan setiap jaringan yang kamu temukan.

5. Preparat melintang tangkai daun paku sarang burung (*Asplenium nidus*)

Berbagai jenis tumbuhan paku memiliki jaringan pengangkut yang sudah berkembang dengan baik, namun tidak sebaik pada tumbuhan Angiospermae (tumbuhan berbunga). *Asplenidium nidus* atau yang dikenal dengan paku sarang burung merupakan salah satu tanaman hias dari kelompok paku-pakuan (Pteridophyta) yang muda ditemukan di lingkungan sekitar. Tumbuhan paku pada umumnya memiliki susunan jaringan pembuluh yang amfikribal. Untuk mengetahui susunan jaringan pembuluh pada tumbuhan paku dapat dilakukan dengan mengamati awetan sayatan melintang tangkai daun *A. nidus* atau dapat dilakukan dengan membuat sayatan segar tangkai daun di bawah mikroskop. Gambar hasil pengamatanmu dan beri keterangan setiap jaringan yang kamu gambar. Dalam pengalaman kami membuat sayatan tangkai daun yang masih muda lebih mudah dibandingkan dengan yang tua. Bandingkan hasil pengamatanmu dengan tumbuhan sebelumnya.

E. HASIL PENGAMATAN

| | |
|---|--|
|  |  |
| Gambar penampang median longitudinal pucuk <i>Coleus</i> sp | Gambar penampang median longitudinal pucuk <i>Coleus</i> sp |

| | |
|---|---|
| <p>Gambar melintang batang <i>Zea mays</i> (batang jagung)</p> | <p>Gambar melintang batang <i>Zea mays</i> (batang jagung)</p> |
| <p>Gambar melintang batang <i>Sechium edule</i> (batang labu)</p> | <p>Gambar melintang batang <i>Sechium edule</i> (batang labu)</p> |
| <p>Gambar melintang batang <i>Hibiscus</i> sp.</p> | <p>Gambar melintang batang <i>Hibiscus</i> sp.</p> |

| | |
|---|---|
| Gambar melintang tangkai daun paku sarang burung (<i>Asplenium nidus</i>) | Gambar melintang tangkai daun paku sarang burung (<i>Asplenium nidus</i>) |
|---|---|

G. KESIMPULAN

BAB VIII

DAUN

A. TUJUAN PRAKTIKUM

Mengetahui berbagai struktur anatomi daun dan modifikasinya.

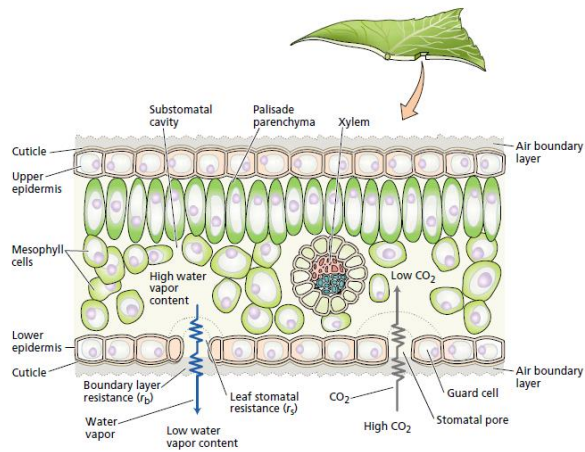
B. LANDASAN TEORI

Daun merupakan organ vegetatif tumbuhan yang paling bervariasi morfologi terutama dari bentuk, ukuran, warna dan memiliki banyak modifikasi. Walaupun memiliki banyak variasi dalam morfologi, namun bila dilihat dari struktur anatominya lebih seragam. Secara anatomi daun tersusun dari epidermis atas, jaringan dasar (jaringan palisade, jaringan bunga karang), jaringan pengangkut (xilem dan floem) dan epidermis bawah.

Bila dilihat dari habitatnya terdapat variasi struktur daun yaitu tumbuhan air (hidrofit), xerofit (tumbuhan di tempat kering), tumbuhan dataran rendah dan tumbuhan dataran tinggi. Tumbuhan air biasanya memiliki daun lebar sedangkan tumbuhan tempat kering biasanya memiliki lapisan kutikula yang tebal. Secara umum daun dibedakan menjadi epidermis, mesofil dan tulang daun.

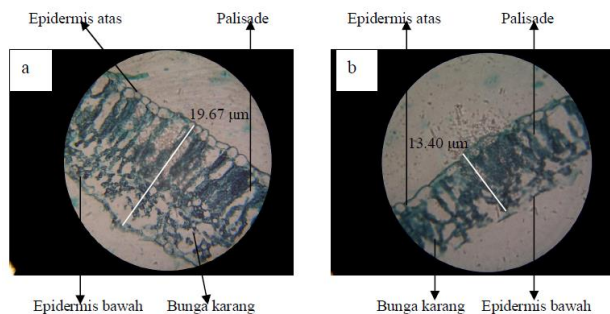
1. Epidermis

Jaringan epidermis merupakan jaringan yang terdapat di bagian permukaan atas dan permukaan bawah daun. Bentuk sel yang menyusun jaringan epidermis berbentuk pipih, rapat dan tidak bewarna atau transparan sehingga memudahkan sinar matahari mencapai jaringan palisade. Pada berbagai jenis tumbuhan jaringan epidermis mengalami modifikasi menjadi stomata dan trikoma.



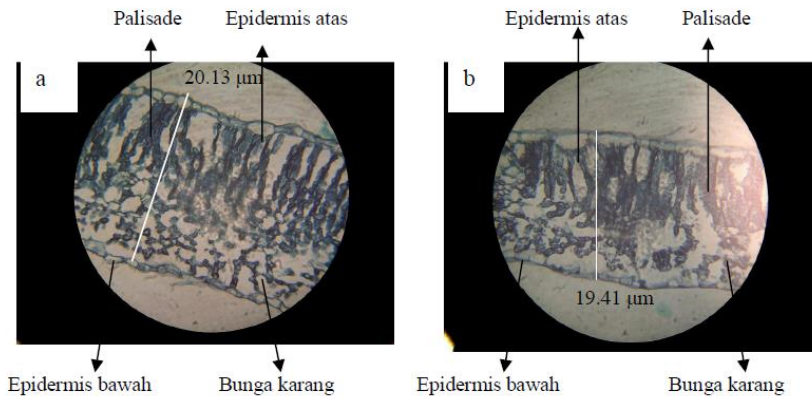
Gambar 8.1. Struktur anatomi daun. Bila dilihat dari permukaan atas maka susunan anatomi daun terdiri dari kutikula (lapisan lilin), jaringan epidermis atas, jaringan palisade, jaringan bunga karang, jaringan pengangkut dan epidermis bawah. Pada gambar di atas terlihat bahwa stomata terdapat pada permukaan bawah daun. Stomata berfungsi sebagai tempat masuknya CO₂ dan uap air yang dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi.

Stomata memiliki komponen yaitu lubang (pori), sel penjaga (bentuk mirip kacang atau ginjal) dan sel tetangga. Pada tumbuhan air stomata terdapat di bagian epidermis atas, sedangkan pada tumbuhan darat stomata terdapat pada permukaan bawah. Jumlah dan bentuk stomata bervariasi antara satu spesies dengan spesies lainnya dan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan.



Gambar 8.2. Penampang melintang daun kacang hijau dengan genotif sensitif terhadap naungan (a) tanpa naungan dan (b) naungan 52%, dengan

perbesaran 40x. (Sundari dkk. 2008). Pada gambar di atas terlihat terdapat perbedaan struktur epidermis pada kacang yang diberi naungan dan tanpa naunga. Sel epidermis pada daun yang tidak dinaungi lebih banyak dan lebih rapat dibandingkan dengan yang tidak dinaungi.



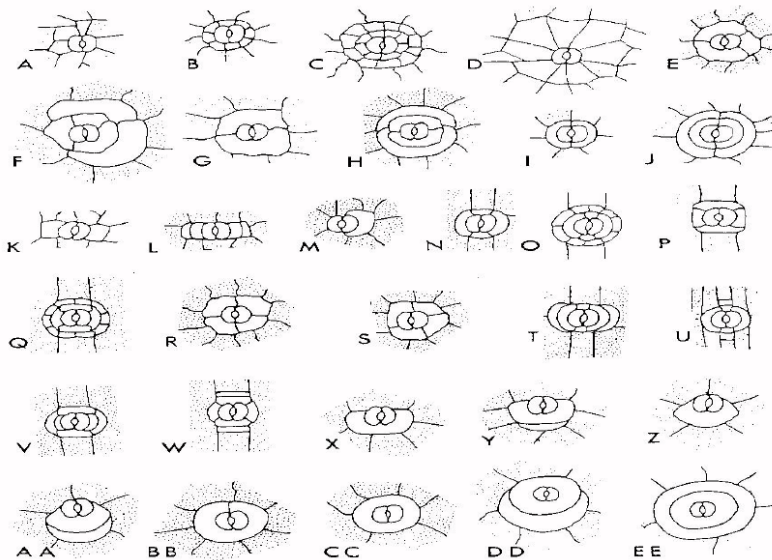
Gambar 8.3. Penampang melintang daun genotipe kacang hijau toleran naungan (a) tanpa naungan dan (b) naungan 52%, dengan perbesaran 40x.

Pada berbagai tumbuhan, jaringan epidermis daun dapat mengalami modifikasi menjadi trikoma. Bentuk, struktur, ukuran trikoma berbeda antara satu species dengan species lainnya. Pada braktea tanaman nusa merah indah pada trikomanya terdapat pigmen. Beberapa tumbuhan memiliki trikoma dengan pangkal yang kuat seperti pada daun jagung (*Zea mays*) dan daun kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*). Daun tekokak (*Solanum torvum*) memiliki trikoma bercabang dan sangat mudah lepas dari daunnya. Pada tanaman jelatang (*Urticularia*), trikomanya mengandung sekret yang mudah lepas dan mengakibatkan rasa yang sangat gatal ketika mengenai kulit manusia.

2. Mesofil

Mesofil atau sering disebut sebagai bagian tengah daun merupakan bagian daun yang dibentuk oleh jaringan palisade (jaringan tiang) dan jaringan spons (jaringan bunga karang). Jaringan tiang posisinya berada

disebelah bawah jaringan epidermis atas bentuknya mirip tiang dan tersusun secara rapat. Pada sel yang menyusun jaringan tiang memiliki banyak kloroplas sehingga merupakan tempat utama proses fotosintesis. Perkembangan klorofil yang terdapat di jaringan palisade dipengaruhi oleh cahaya matahari, oleh karena itu jumlah kloroplas sangat dipengaruhi oleh lingkungan (gambar 3).

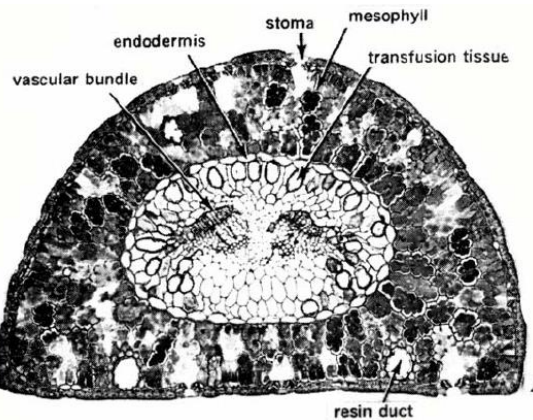


Gambar 8.4. Tipe-tipe susunan sel penjaga pada berbagai stomata kompleks pada tumbuhan. A. Anomositik; B. Siklotitik; C. Amphilosiklotitik; D. Aktinositik; E. Anisositik; F. Amphianisositik; G. Diasitik; H. Amphidiasitik; I. Parasitik; J. Amphiparasitik; K., Brankiparasitik; L. Amphibrankhiparasitik; M. Hemiparasitik; N. Paratetrasitik; O. Amphiparatetrasitik; P. brankhiparatetrasitik; Q. Amphibrankhiparatetrasitik; R. Staurositik; S. Anomotetrasitik; T. Paraheksa kiticmonopolar; U. Paraherasitik-diapolar; V. Brankiparaherasitik-monopolar; W. Brankiparahexasitik-dipolar; X. Polositik; AA. Coaksilositik; BB. Desmositik; CC. Perisitik; DD. Koperisitik; EE. Amphiperisitik;

Jaringan spons atau jaringan bunga karang merupakan jaringan yang banyak memiliki ruang antar sel. Sel yang menyusun jaringan bunga karang berbentuk isodiametris dan juga mengandung klorofil, namun jumlah klorofilnya lebih sedikit dibandingkan dengan jaringan palisade. Rongga

yang terdapat di antara sel bunga karang berfungsi sebagai tempat jalan masuknya CO₂ (untuk fotosintesis) dan O₂ (hasil fotosintesis).

Struktur mesofil pada berbagai jenis tumbuhan sangat bervariasi. Pada tumbuhan sukulen (tumbuhan daunnya berdaging) jaringan mesofilnya sangat tebal. Pada daun lidah buaya (*Aloe vera*) pada jaringan tengahnya mengandung jaringan dasar yang tidak bewarna yang dibangun oleh sel yang berbentuk isodiametris yang berisi banyak cairan. Pada tumbuhan Pinus sp memiliki daun seperti jarum. Secara anatomi strukturnya mirip dengan struktur batang (gambar 8.5).



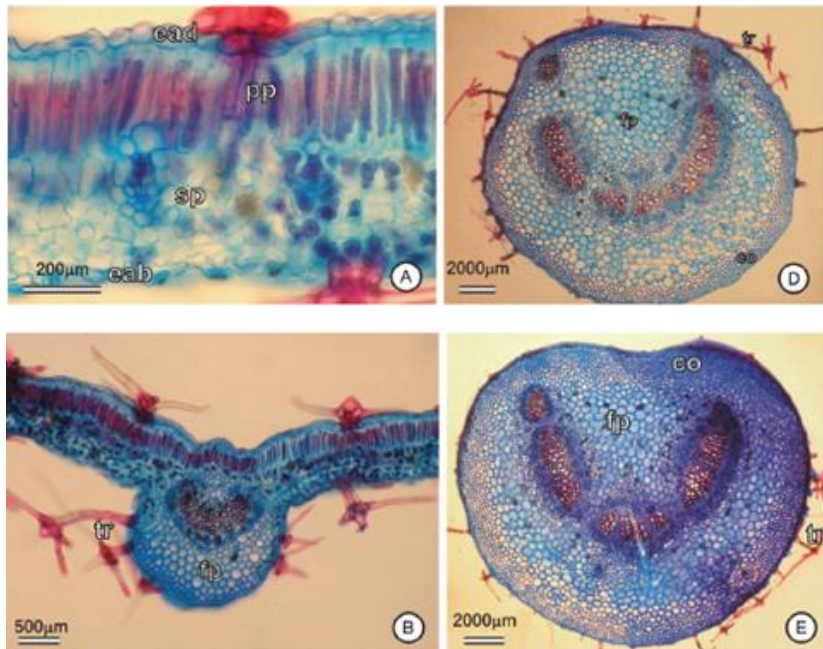
Gambar 8.5. Struktur daun tumbuhan konifer (*Pinus* sp.) Jaringan berkas pengangkut (vasculer budle) terdapat di bagian tengah berhubungan langsung dengan tulang daun. Stomata terdapat di semua permukaan daun dan di bagian mesofil daun terdapat saluran resin (resin duct).

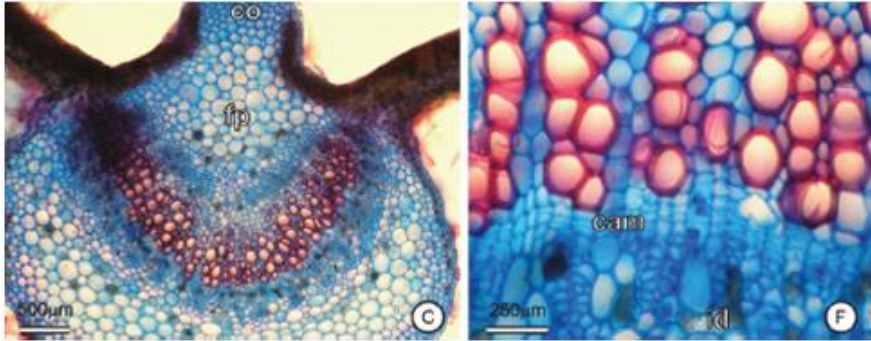
3. Berkas Pembuluh

Berkas pembuluh atau yang dikenal dengan nama bundle sheat ditemukan pada tulang daun. Pada tumbuhan yang memiliki daun tebal biasanya jaringan pembuluhnya kurang berkembang dengan baik seperti pada daun lidah buaya dan daun lidah mertua (*Sansiviera* sp.). Sebagian

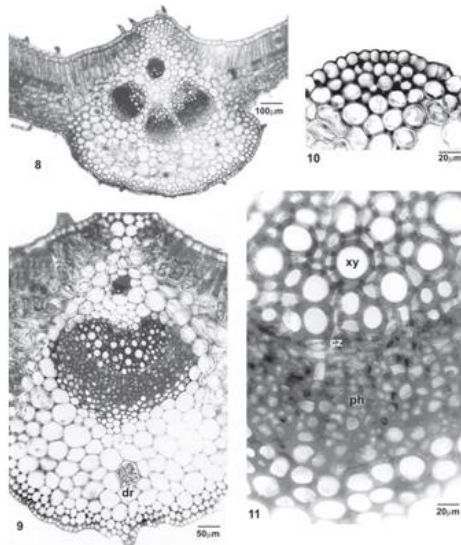
besar tumbuhan dikotil atau Magnoliopsida memiliki tulang daun yang berkembang dengan baik yang dibangun oleh jaringan pengangkut atau pembuluh yang berhubungan dengan tangkai daun.

Struktur berkas pembuluh pada daun terdapat variasi terutama pada tumbuhan C3 dan C4. Beberapa contoh tumbuhan C3 terutama dari kelompok Poaceae seperti jagung (*Zea mays*) dan padi (*Oryza sativa*). Bila dilihat dari struktur biasanya jaringan xilem yang berfungsi mengangkut air berada pada posisi permukaan atas, sedangkan jaringan xilem berada di permukaan bawah. Bila dilihat dari struktur dinding selnya, jaringan xilem memiliki dinding yang lebih tebal dibandingkan dengan jaringan floem.

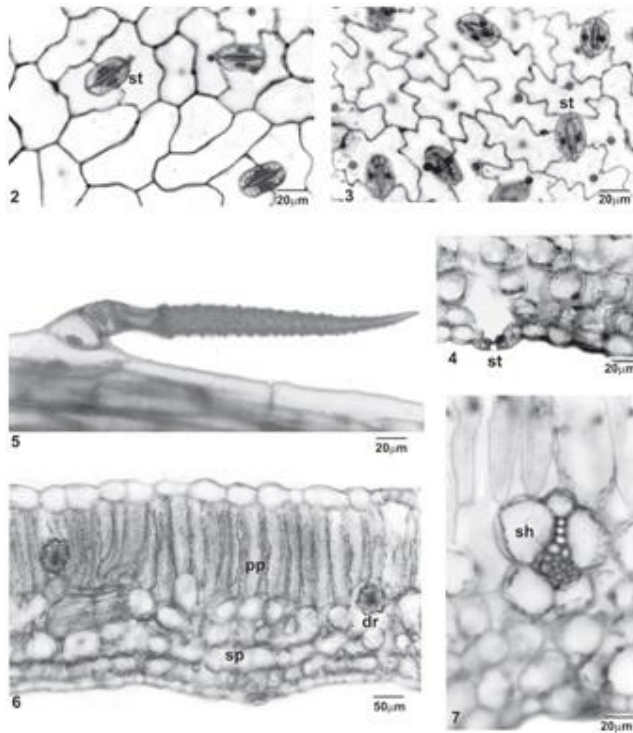




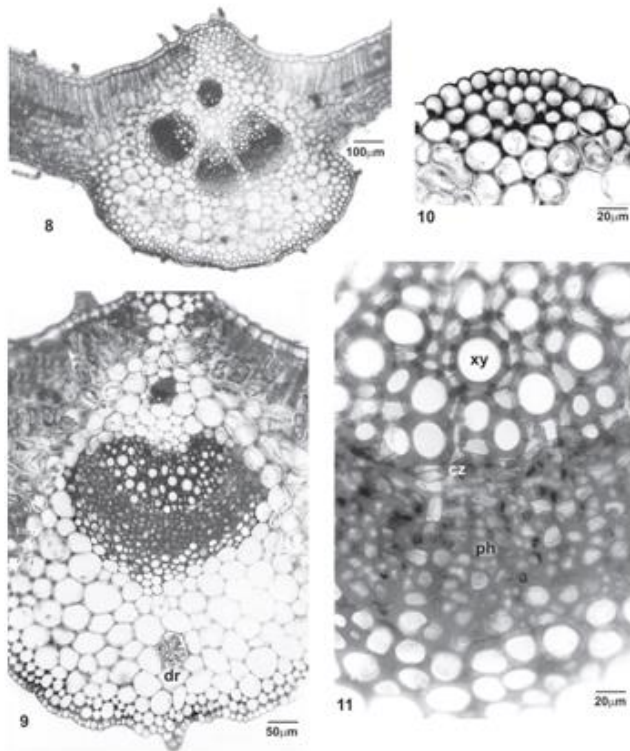
Gambar 8.6. A-C. Sayatan melintang dari daun *Solanum torvum*. A. Struktur mesofil secara dorsiventral; B-C. Berkas pengangkut berbentuk bicollateral pada tulang daun utama: B. Bagian apikal, C. Bagian tengah. D-E. Sayatan melintang tangkai daun dengan berkas pembuluh berbentuk “U”: D. Bagian ujung (apikal); E. bagian bawah (basal); F. Struktur lebih detail dari berkas pengangkut. Singkatan: cam: jaringan kambium, co: jaringan kolekim, eab: permukaan epidermis bagian bawah, ead: permukaan epidermis bagian atas, fp: parenkim dasar, id: idioblas, pp: jaringan parenkim palisade; sp: jaringan parenkim bunga karang (spons), tr: trikoma berbentuk porrect-stellate (Nurit-Silva 2011).



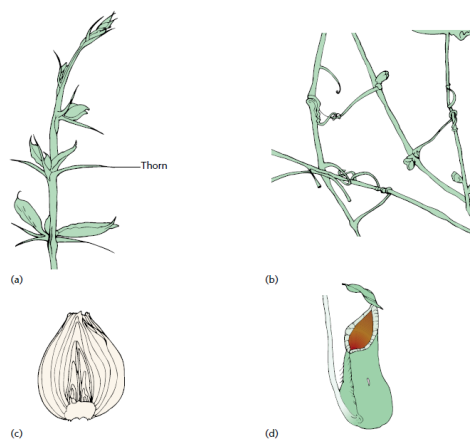
Gambar 8.7. Anatomi tulang utama daun *A. brasiliensis* (Amaranthaceae): 8, 9. Sayatan secara transversal dari berkas pembuluh; 10. Kolekim sudut di bawah permukaan atas jaringan epidermis; 11. Struktur detail dari berkas pembuluh kolateral. dr; druse, cz; zona kambium, ph; ploem, xy; xilem (Duarte and Debur 2004).



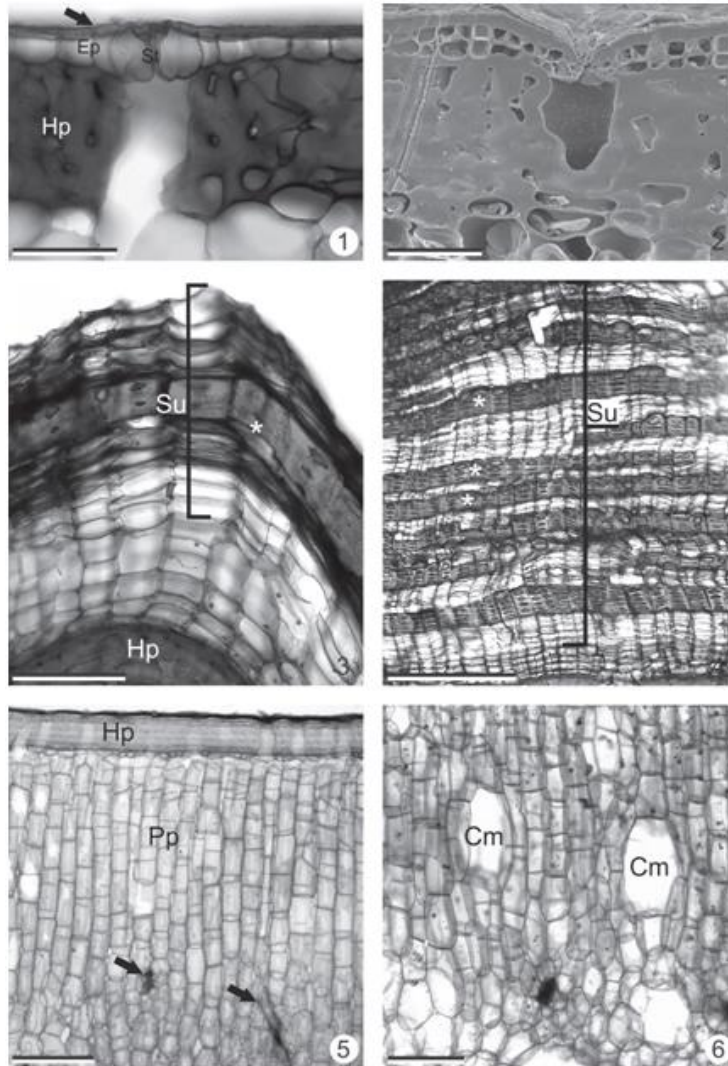
Gambar 8.8. Anatomi helaian daun *A. brasiliensis* (Amaranthaceae); 2, 3. permukaan atas dan bawah dari sel epidermis secara berurutan; 4. Stoma secara sayatan transfersal; 5. Trikona tidak berkelenjar bersel banyak (pluricellular) yang dibungkus dengan kutikula papilosa; 6. Sayatan transfersal dari mesofil dorsiventral dengan idiobalasan dengan druse; 7. Sayatan transfersal dari berkas pengangkut kolateral kecil yang dikelilingi oleh seludang parenkim. dr; druse, pp; parenkim palisade, sh; seludang/sheath, sp; parenkim bunga karang (spons), st; stomata (Duarte and Debur 2004)



Gambar 8.9. Struktur tulang daun utama *A. brasiliiana*: 8-9; sayatan transfersal dari sejumlah berkas pengangkut; 10; Kolemkim sudut di bawah permukaan jaringan epidermis; 11; Struktur lebih detail dari berkas pengangkut kolateral. dr: druse, cz: zona kambium, ph: ploem, xy; xilem.



Gambar 8.10. Modifikasi dari daun. (a) duri Barberry. (b) tendril dari anggur *Vitis vinifera*. (c) umbi bawang merah – daun sukulen, bulb. (d) *Nepenthes* sp. helaian daun berubah bentuk menjadi kantong.



Gambar 8.11. Sayatan melintang dari batang *Echinopsis calochlora*. 1-2, Jaringan epidermis yang ditutup oleh kutikula yang tebal (panah). Ruang stomata melewati hipodermis. 1, *Echinopsis calochlora*. Epidermis yang uniseriate. Stomata pada posisi yang sama dengan sel epidermis. Mikrograf dari mikroskop elektron scanning pada stoma epidermis bisseriate epidermis dan tumbuhan sukulen. 3-4, peridermis dengan peloderm pada lapisan sel perenkim; kambium gabus yang disusun oleh lapisan sel dengan dinding yang penebalan suberin dan sel dengan dinding yang mengalami. 3, *E. calochlora*. 4-6, *E. rhodotricha*. 5, susunan korteks: hipodermis yang diikuti oleh lapisan parenkim palisade dan sel parenkim di bagian dalam yang berbentuk isodiametris. Berkas kortikal (panah). 6, korteks.

C. ALAT DAN BAHAN

- ✓ Mikroskop
- ✓ Pinset
- ✓ Blade/silet
- ✓ Pipet tetes
- ✓ Air
- ✓ Objek glass
- ✓ Cover glass
- ✓ Preparat awetan daun dari *Zea mays* (jagung)
- ✓ Preparat awetan daun dari *Nerium oleander*
- ✓ Preparat awetan daun dari *Pinus merkusii*

D. CARA KERJA

1. Preparat awetan daun dari jagung *Zea mays*

Jagung merupakan tumbuhan monokotil atau Liliopsida yang sering digunakan sebagai bahan untuk mengamati struktur anatomi daun. Hal tersebut berhubungan sayatan melintang daun daun *Zea mays* mudah dibedakan antara jaringan epidermis, jaringan dasar dan jaringan pengangkutnya. Jaringan eidermis atas dan bawah daun jagung relatif sama, naman pada sisi adaksial (atas) sering ditemukan sel buliform. Sel buliform memiliki fungsi untuk pengaturan membuka atau menggulungnya daun ketika sumber air kurang atau kekeringan. Jaringan mesofil (bagian tengah) memiliki struktur relatif sama sehingga tidak bisa dibedakan antara jaringan palisade dan jaringan unga karang. Struktur daun yang demikian pada umumnya dimiliki oleh tumbuhan dari famili Poaceae, sehingga sering digunakan sebagai salah satu identifikasi dari takson tersebut. Pada bagian mesofil juga mudah ditemukan jaringan pengangkut yang

ditandai dengan adanya sel besar yang dikelilingi dengan sel-sel yang kecil sehingga sangat berbeda strukturnya dengan jaringan disekelilingnya.

Untuk melihat struktur anatominya lebih jelas dapat dilakukan dengan mengamati preparat awetan kering sayatan melintang daun jagung di bawah mikroskop. Lakukan pengamatan mulai perbesaran kecil hingga besar dan gambar hasil pengamatanmu serta berikan keterangan setiap jaringan yang kamu gambar.

2. Preparat awetan dari daun *Nerium oleander*

Struktur anatomi daun dipengaruhi oleh habitatnya oleh karena itu tumbuhnya yang hidup ditempat lembab berbeda dengan yang hidup ditempat kering. Beberapa contoh tumbuhan yang hidup ditempat kering adalah kaktus dan oleander (*Nerium oleander*). Secara morfologi tumbuhan xerofit (hidup ditempat kering) memiliki ukuran yang kecil-kecil, sedangkan secara anatomi memiliki stomata yang tersembunyi dan memiliki jaringan kutikula. Untuk mengetahui struktur anatomi daun tumbuhan xerofit dapat dilakukan dengan mengamati awetan kering sayatan melintang dari *Nerium oleander* di bawah mikroskop. Pengamatan dilakukan mulai dari perbesaran kecil hingga besar dan hasil pengamatan digambarkan serta diberi keterangan.

3. Preparat awetan daun *Pinus merkusii*

Berbagai tumbuhan yang hidup didaerah kering memiliki struktur daun yang berbentuk jarum. Hal tersebut bertujuan untuk efisiensi penyerapan cahaya. Daun tersebut tidak bisa dibedakan antara sisi adaksial dan sisi abaksial. Beberapa tumbuhan yang memiliki daun jarum antara lain *Pinus merkusii*, *Casuarina sp.* Secara anatomi daun *Pinus merkusii* memiliki dinding sel yang sangat tebal dan stomata

terdebar diseluruh permukaan daun serta memiliki kutikula. Pada bagian mesofil daun (daging daun) dapat ditemukan jaringan pengangkut yang berhubungan langsung dengan tangkai daun. Untuk mengetahui lebih lanjut struktur anatomi daun *P. merkussi* dapat dilakukan pengamatan terhadap sayatan melintang daunnya. Kemudian lakukan hal yang sama seperti pada daun *Nerium oleander*.

E. HASIL PENGAMATAN

| | |
|--|--|
| <p>Gambar penampang melintang awetan daun <i>Zea mays</i> (jagung)</p> | <p>Gambar penampang melintang awetan daun <i>Zea mays</i> (jagung)</p> |
| <p>Gambar melintang daun <i>Nerium oleander</i></p> | <p>Gambar melintang daun <i>Nerium oleander</i></p> |

| | |
|---|--|
| Gambar sayatan melintang daun <i>Pinus merkusii</i> | Gambar sayatan radial daun <i>Pinus merkusii</i> |
|---|--|

F. KESIMPULAN

BAB IX

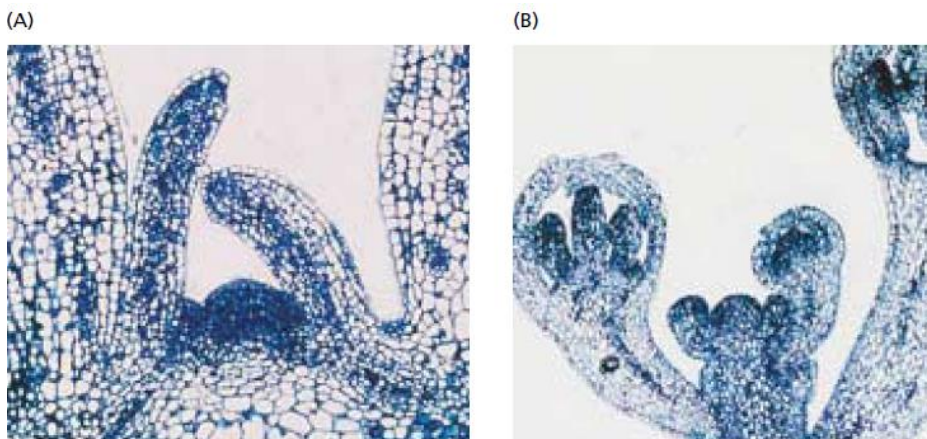
BUNGA, BUAH DAN BIJI

A. TUJUAN PRAKTIKUM

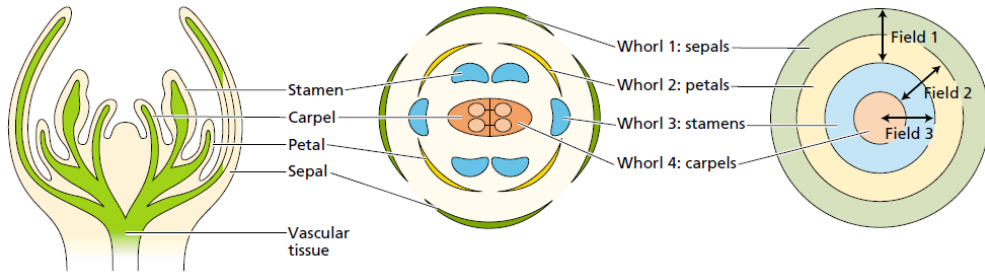
Mengetahui struktur anatomi alat reproduksi generatif bunga yaitu benang sari (jantan) dan putik (betina) terutama bagian kepala sari, pollen dan ovarium.

B. LANDASAN TEORI

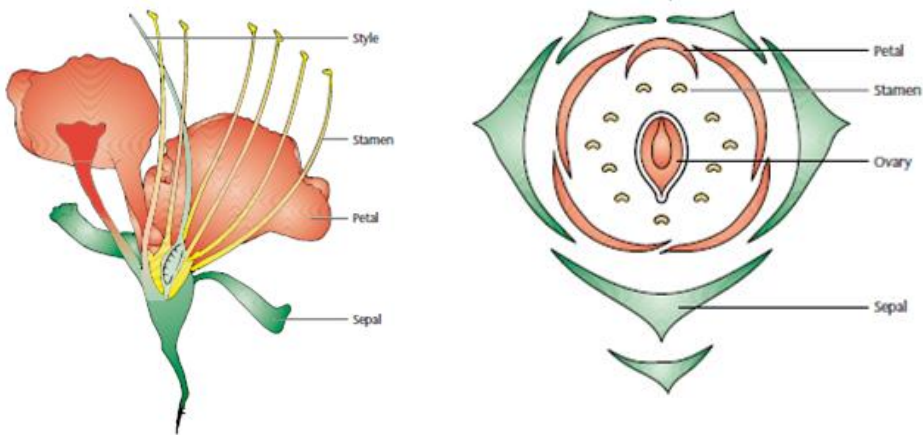
Tumbuhan berbunga atau Magnoliophyta melakukan reproduksi seksual dengan membentuk bunga. Bunga merupakan modifikasi organ vegetatif tumbuhan yaitu daun dan batang sehingga memiliki struktur anatomi yang mirip (Gambar 9.1). Bunga merupakan organ generatif tumbuhan yang memiliki bagian bagian yaitu tangkai bunga (pedunkulus), dasar bunga (reseptakulum), kelopak bunga (Kaliks), mahkota bunga (korolla), benang sari (stemen) dan putik (karpel). Sebagian besar bunga Magnoliophyta tersusun dalam lingkaran atau yang dikeal juga dengan bunga siklik (Gambar 9.2).



Gambar 9.1. Sayatan longitudinal dari organ vegetatif tumbuhan (A) bagian organ reproduksi (B) dari meristem apikal pucuk dari *Arabidopsis*.



Gambar 9.2. Organ bunga dengan inisiasinya pada meristem bunga *Arabidopsis*. (A dan B) bagian-bagian bunga pada bunga berkarang (*concentric circles*), dari sepal. (C) model kombinasi

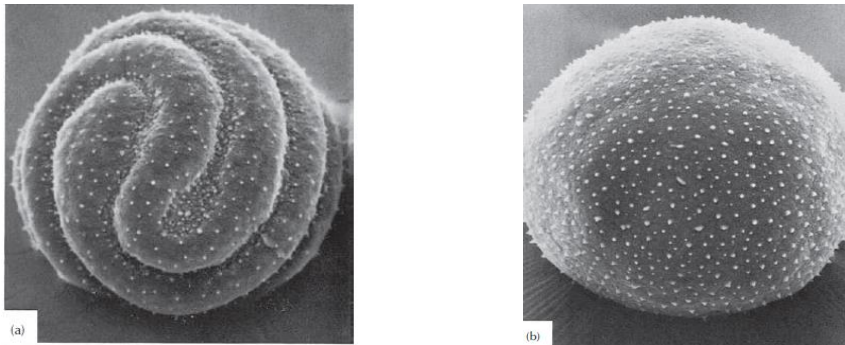


Gambar 9.3. Skema bunga dari kembang merak (*Caesalpinia pulcherrima*) (A) sayatan membujur (B) Cross-section (C) Schematic diagram

Benang sari dan putik merupakan bagian dari bunga yang berfungsi sebagai alat reproduksi. Benang sari terdiri dari beberapa bagian yaitu tangkai sari (stilus), kepala sari (antera) dan serbuk sari (pollen). Putik memiliki bagian-bagian yaitu kepala putik (stigma), tangkai putik (stilus) dan bakal buah (ovarium). Di dalam ovarium terdapat bakal buah (ovarium) dan di dalam bakal buah terdapat bakal biji (ovulum).

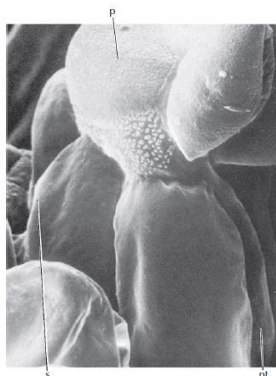
Kepala sari memiliki kotak spora yang disebut dengan sporangium yang dapat melakukan spermatogenesis atau mikrosprogenesis, sedangkan dalam bakal buah terjadi makrosporangogenesis atau oogenesis. Struktur serbuk

sari maupun bakal buah bervariasi pada setiap tumbuhan sehingga sering digunakan untuk identifikasi tumbuhan (gambar 9.3). Bakal biji (ovulum) yang tumbuh di plasenta pada bakal buah (ovarium) adalah tempat terjadinya megasporogenesis dan megagametogenesis. Pada bakal biji dapat dibedakan *nuselus*, satu atau dua *integumen* yang menutupi nuselus dan *funikulus* (tangkai biji).



Gambar 9.4. Perbandingan permukaan struktur serbuk sari dari A, *Crocus michelsonii*, B, *Crocus vallicola* (Clutter et al 2007).

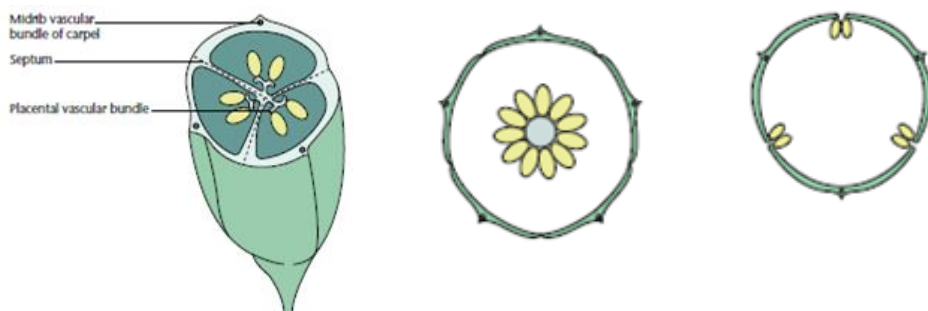
Hasil spermatogenesis akan terbentuk 4 sel serbuk sari dari setiap sel induk serbuk sari, sedangkan hasil dari oogenesis akan terbentuk satu sel telur yang fungsional. Serbuk sari akan berkecambah dan membentuk tabung sari ketika jatuh di kepala putik (Gambar 9.4) membentuk sel sperma.

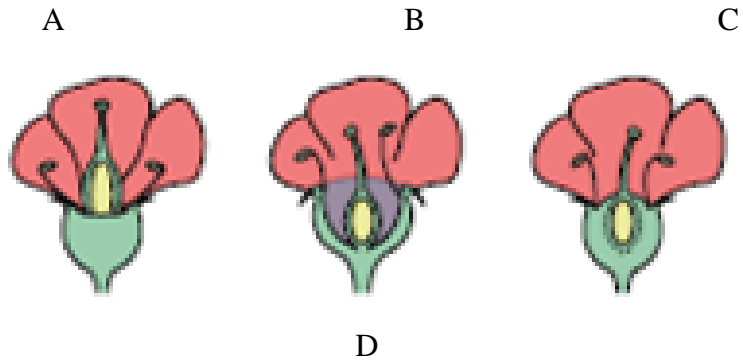


Gambar 9.5. Butir pati *Tradescantia pallida*, yang sedang berkecambah pada kepala putik. p, butir pollen; pt, tabung pollen; s, papilla pada stigma (Clutter et al 2007).

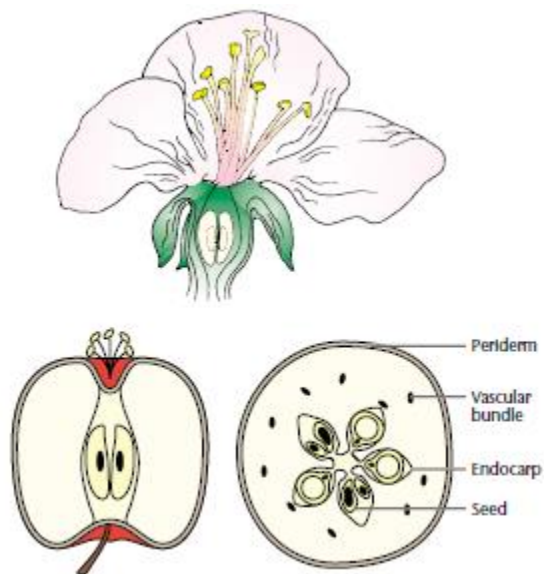
Proses fertilisasi pada tumbuhan Magnolyophyta terjadi dengan pembuahan ganda yang terjadi di dalam kantong embrio. Sel telur dan inti kandung lembaga sekunder akan dibuahi oleh sel sperma. Sel telutr yang dibuahi akan membentuk embrio, sedangkan inti kandung lembaga sekunder yang dibuahi akan membentuk endosperm. Pada tanaman jagung endosperm berkembang dengan baik, namun pada berbagai jenis tanaman juga terkkadang tidak berkembang. Endosperma berfungsi sebagai cadangan makanan dalam perkembangan embrio.

Ovarium merupakan tempat terjadinya pembuahan. Struktur ovarium bunga bervariasi antara satu spesies dengan species lainnya. Di dalam ovarium ditemukan plasenta yaitu bagian yang menghubungkan biji dengan ovarium. Bila dilihat dari posisi ovarium terhadap dasar bunga dibedakan menjadi ovarium superior, ovarium inferior dan ovarium semi inferior. Bunga yang memiliki ovarium superior merupakan bunga hipogynus sedangkan bunga yang memiliki ovarium inferior merupakan bungan hipogynus dan bunga yang memiliki ovarium semi inferior disebut dengan bunga periginus. Jambu biji (*Psidium guajava*), jambu air (*Syzygium aquem*), mentimum (*Cucumis sativum*) merupakan tumbuhan yang memiliki ovarium inferior. Cabe (*Capsicum annum*) dan kacang panjang (*Vigna sinensis*) merupakan tumbuhan yang memiliki ovarium superior. Biji memiliki bagian-bagian yang disebut dengan embrio, endosperma, kotiledon dan kulit biji.

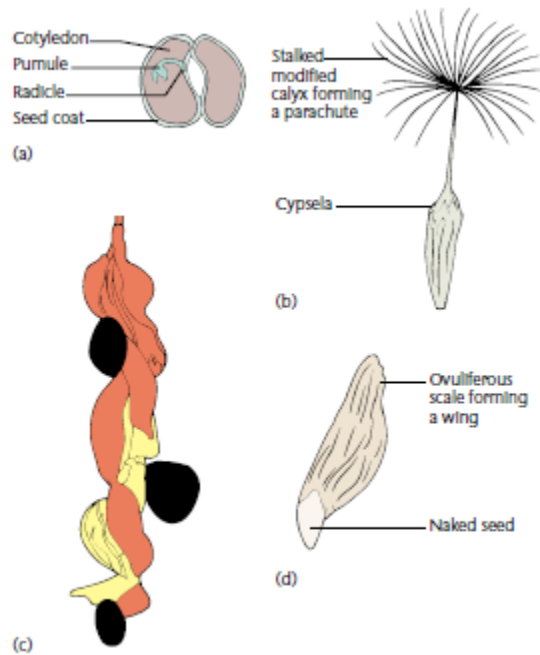




Gambar 9.6. Struktur ovarium dan posisi bunga. (a) Sayatan transversal dari ovarium trilocular. (b) Ovarium dengan satu ruang (unilocular ovary). (c) Posisi ovarium pada karpel. (d) Posisi ovarium dilihat dari dasar bunga kiri ke kanan superior, semi inferior dan inferior



Gambar 9.7. Bunga apel dan struktur buahnya



Gambar 9.8. Modifikasi dari penyebaran biji. (a) Gambar dari biji dikotiledon. (b) Dandelion. (c) Legume, *Pithecellobium arboreum* (d) Biji pinus.

C. ALAT DAN BAHAN

- ✓ Mikroskop
- ✓ Pinset
- ✓ Blade/silet
- ✓ Pipet tetes
- ✓ Air
- ✓ Objek glass
- ✓ Cover glass
- ✓ Antera segar bunga bakung *Lilium*
- ✓ Antera segar bunga terompet (*Datura metel*)
- ✓ Serbuk sari segar bunga ganyong (*Canna hibrida*)
- ✓ Serbuk sari bunga pacar air (*Impatiens balsamina*)

- ✓ Serbuk sari bunga genda rusa (*Justicia gendarusa*)
- ✓ Serbuk sari bunga bakung (*Lilium* sp)
- ✓ Butir *Hibiscus rosa-sinensis*
- ✓ Biji jagung (*Zea mays*) yang sudah tua

D. CARA KERJA

1. Penampang melintang anthera bunga bakung

Bakung merupakan salah satu jenis tanaman yang memiliki ukuran kepala sari yang besar. Untuk mengamati struktur anatomi kepala sari buatlah sayatan tipis kepala sari (dari permukaan atas ke permukaan bawah), kemudian diletakkan di atas objek gelas dengan posisi bagian sayatan menyentuh permukaan objek gelas). Beri setetes air ke atas sayatan kemudian tutup dengan cover gelas. Amatidi bawah mikroskop dari perbesaran kecil hingga besar dan gambar hasil pengamatan kamu. Tunjukkanlah bagian-bagian epidermis, endotesium, tapetum, stomium, polen, lokulus.

2. Penampang melintang anthera bunga terompet

Lakukan seperti langkah 1 untuk anthera bunga terompet. Amatilah perbedaannya dengan anthera bunga lili.

3. Preparat segar memanjang ovarium bunga canna

Bunga canna merupakan salah satu jenis tanaman hias yang mudah ditemukan diberbagai pekarangan dengan warna bunga merah, kuning maupun orange. Tanaman ini memiliki ovarium yang inferior sehingga mudah dilihat ketika bunga masih kecil (belum mekar). Untuk mengamati stuktur ovarium bunga canna lebih mudah dilihat pada bunga yang belum mekar. Ovarium bunga canna yang belum mekar disayat tipis secara memanjang (dari bagian atas ke bawah). Sayatan diusahakan persis diposisi bagian tengah dari bakal buah kemudian letakkan di atas objek gelas dan diberi satu tetes air

kemudian tutup dengan objek gelas. Amati di bawah mikroskop dan gambar hasil pengamatan kamu. Pada gambar tunjukkan bagian-bagian dinding ovarium, plasenta, ovulum, nuselus, integumen luar, integumen dalam, funikulus.

4. **Preparat segar melintang ovarium bunga canna**

Struktur ovarium bunga canna dapat dilihat dari sayatan melintangnya dengan melakukan hal yang sama pada nomor 3. Untuk melihat keseluruhan ruangan yang terdapat pada bakal buah sayatan dilakukan di bagian bakal buah yang paling atas (bagian yang berbatasan dengan tangkai putik). Amati di bawah mikroskop kemudian gambar hasil pengamatan kamu dan jelaskan bagian-bagiannya.

5. **Preparat segar butir polen *Hibiscus rosa-sinensis***

Hibiscus rosa-sinensis memiliki bunga yang menarik dengan benang sari banyak namun bagian dasarnya terkumpul dalam satu tabung. Pada kepala sari terdapat banyak serbuk sari. Serbuk sari dapat dipisahkan dari kepala sari dengan menggunakan pinset atau dengan meneteskan air pada kepala sari lalu tetesannya ditampung di objek gelas, kemudian diratakan lalu ditutup dengan cover gelas. Sisa air dikeringkan dengan menggunakan kertas tissue. Amati objek yang kamu buat di bawah mikroskop dari perbesaran kecil hingga besar. Gambar hasil pengamatan kamu lalu tunjukkan bagian-bagian dari serbuk sari.

6. **Preparat segar butir polen *bunga lili, pacar air, genda rusa, canna***

Untuk pollen bunga lili, pacar air, genda rusa, canna dilakukan hal yang sama seperti pada pollen kembang sepatu. Perhatikan perbedaan setiap pollen dan gambar hasil pengamatan kamu.

7. **Preparat segar biji jagung**

Biji jagung merupakan salah satu jenis biji yang mengandung bagian-bagian embrio, kotiledon dan endosperm. Buatlah sayatan memanjang dari buah jagung usahakan mengenai embrionya, kemudian letakkan di objek gelas dan tutup dengan cover gelas. Amati di bawah mikroskop dan gambar hasil pengamatan kamu. Tunjukkan bagian bagian perikarp, lapisan aleuron, endosperm, skutelum, embrio, koleoptil dan radikula.

E. HASIL PENGAMATAN

| | |
|---|---|
| <p>Gambar penampang melintang anthera <i>bunga lili</i></p> | <p>Gambar penampang melintang anthera <i>terompet</i></p> |
| <p>Gambar penampang memanjang ovarium <i>canna</i></p> | <p>Gambar penampang melintang ovarium <i>canna</i></p> |

| | |
|--|--|
| <p>Gambar preparat segar butir polen <i>Hibiscus rosa sinensis</i></p> | <p>Gambar preparat segar butir polen <i>Lilium</i></p> |
| <p>Gambar preparat segar butir polen <i>pacar air</i></p> <p>Gambar segar butir polen <i>butir</i> <i>genda rusa</i></p> | <p>Gambar preparat segar butir polen <i>canna</i></p> <p>Gambar preparat segar biji jagung</p> |

F. PERTANYAAN:

1. Jelaskan perbedaan struktur memanjang dan melintang dari ovarium *Canna*
2. Jelaskan perbedaan struktur pollen hibiscus rosa-sinensis, *bunga lili*, *pacar air*, *genda rusa*, dan *Canna*

G. KESIMPULAN

DAFTAR PUSTAKA

- Barclay, G. 2002. *Plant Anatomy (Plant anatomy describes the structure and organization of the cells, tissues and organs of plants in relation to their development and function)*. University of the West Indies, St Augustine, Trinidad and Tobago. Macmillan Publishers Ltd, Nature Publishing Group. Duarte, M.R., M.C.
- Debur. 2004. Characters of the leaf and stem morpho-anatomy of *Alternanthera brasiliana* (L.) O. Kuntze, Amaranthaceae. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* 40(1): 85-92.
- Esau, K. 1965. *Plant Anatomy*, ed 2. Wiley.
- Garcia, J.D.S., E. Scremin-Dias and P. Soffiatti. 2012. Stem and root anatomy of two species of *Echinopsis* (Trichocereae): Cactaceae. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 1036-1044.
- Hidayat, E.B. 1995. *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Penerbit ITB. Bandung.
- Levetin-McMahon. 2008. *Introduction to Plant Life: Botanical Principles (The Plant Cell) Plants and Society*, Fifth Edition © The McGraw-Hill Companies:19-30.
- Nimah, K. 2014. *Laporan Praktikum Anatomi Tumbuhan*. Pendidikan Biologi. Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas PGRI Semarang.
- Ningsih, R. 2012. *Penuntun Praktikum Anatomi Tumbuhan*. Program Studi Biologi FMIPA Universitas Halueleo. Kendari.
- Nurit-Silva, K., R. Costa-Silva, V.P.M. Coelho, and M.F. Agra 2011. A pharmacobotanical study of vegetative organs of *Solanum torvum*. *Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy* 21(4): 568-574.
- Pasaribu, G., Jasni, R. Damayanti and S. Wibowo. 2013. Sifat Anatomi, Sifat Fisis Dan Mekanis Pada Kayu Kemenyan Toba (*Styrax sumatrana*)

- Dan Kemenyan Bulu (*Styrax paralleloneurus*). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 31(2): 161-169.
- Taiz, L. & E. Zeiger. 2016. *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Inc, Sunderland: xxvi + 764 hlm.
- Sundari, T., Soemartono, Tohari dan W. Mangoendidjojo. 2008. Anatomi Daun Kacang Hijau Genotipe Toleran dan Sensitif Naungan. *Bul. Agron.* 36(3): 221-228.
- Utomo, B.I.W. 2000. *Penuntun Praktikum Struktur Tumbuhan*. Departemen Biologi FMIPA. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

TENTANG PENULIS

MARINA SILALAHI, lahir di Desa Bah Raja Sibisa, pada tanggal 26 September 1972. Menamatkan SD Inpres Sibisa (1985), SMP Negeri 1 Panei Tengah (1988), SMANegeri 1 Pematang Siantar (1991), Program Sarjana di Prodi Pendidikan Biologi, FPMIPA, Universitas Negeri Medan pada tahun 1996. Pada tahun 1996-1997 mengikuti Program Pra-Magister di Institut Teknologi Bandung. Mengikuti Program Magsiter (S2) di Jurusan Biologi, FMIPA, Institut Teknologi Bandung (ITB) pada tahun 1997-1999. Program Doktor (S3) diikuti pada tahun 2010-2014 di Prodi Biologi, FMIPA, Universitas Indonesia.

Pada tahun 2000-sekarang menjadi tenaga pendidik di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP), Universitas Kristen Indonesia (UKI), Jakarta. Beberapa mata kuliah yang diampu antara lain: Morfologi dan Sistemika Tumbuhan, Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan, Etnobotani, Seminar Biologi, dan Metode Penelitian. Telah memublikasi beberapa karya ilmiah diberbagai jurnal internasional bereputasi, internasional, nasional dan nasional terakreditasi. Aktif mengikuti berbagai konferensi Biologi baik tingkat internasional, nasional dan lokal. Sebagai wujud tanggung jawab dalam pengembangan ilmu dalam bidang Biologi juga menjadi Pimpinan Redaksi Jurnal Pro-life. Fokus penelitiannya pada bidang etnobotani dan etnomedisin pada etnis Batak Sumatera Utara.

Beberapa link terkait.

1. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56499182400>
2. <https://scholar.google.co.id/citations?hl=id&user=8L1b16oAAAAJ>
3. <http://sinta2.ristekdikti.go.id/authors?q=Marina+Silalahi&search=1>
4. https://www.researchgate.net/profile/Marina_Silalahi

Beberapa artikel yang dipublikasikan.

1. Marina Silalahi, Nisyawati, Eko Baroto walujo, Jatna Supriatna, Wibowo Mangunwardoyo. 2015. The local knowledge of Medicinal plants trader and diversity of medicinal plant in the Kabanjahe Traditional Market, North Sumatera, Indonesia. *Journal of Ethnopharmacology*, Volume 175 halaman : 432-443
2. Marina Silalahi, Nisyawati, Eko Baroto Walujo, Jatna Supriatna, 2015. Local knowledge of medicinal plants in sub-ethnic Batak Simalungun of North Sumatra, Indonesia. *Journal Biodiversitas* Volume 16(1): 44-54)
3. Anisatu Z. Wakhidah, Marina Silalahi, Dimas H. Pradana. 2017. Inventory and conservation plant of *oke sou* traditional ceremony; A welcoming tradition of maturity girl on the community of Lako A kediriVillage, West Halmahera, Indonesia. *Journal Biodiversitas* Volume 18 No 1: Hal 65-72
4. Marina Silalahi dan Nisyawati. 2018. The ethnobotanical study of edible and medicinal plants in the home garden of Batak Karo sub-ethnic in North Sumatra, Indonesia, *Jurnal Biodiversitas* 19(1): 621-631
5. Endang C. Purba, Marina Silalahi, Nisyawati 2018. Gastronomic ethnobiology of “terites”da traditional Batak Karo medicinal food: A ruminant's stomach content as a human food resource. *Journal of Ethnic Foods* 5 (1): 114-120.
6. Marina Silalahi, Nisyawati. 2018. An ethnobotanical study of traditional steam-bathing by the Batak people of North Sumatra, Indonesia. *Journal Pacific Conservation Biology* <https://doi.org/10.1071/PC18038>. halaman 1-17.
7. Dingse Pandiangan, Marina Silalahi, Farha Dapas, Febby Kandou. 2019. Diversity of medicinal plants and their uses by the Sanger tribe

of Sangihe Islands, North Sulawesi, Indonesia. *Jurnal Biodiversitas* Volume 20, Number 2: 621-631.

8. Marina Silalahi, Nisyawati, Dingse Pandiangan. 2019. Medicinal plants used by the Batak Toba Tribe in Peadundung Village, North Sumatra, Indonesia, *Jurnal Biodiversitas* Volume 20, Number 2: 510-525.
9. Marina Silalahi, Nisyawati. Pemanfaatan Anggrek Sebagai Bahan Obat Tradisional pada Etnis Batak Sumatera Utara. *Jurnal Berita Biologi* Volume 14(2):187-192

FAJAR ADINUGRAHA merupakan Dosen Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Kristen Indonesia Jakarta dari tahun 2017-sekarang. Menempuh Pendidikan Sarjana di Universitas Negeri Semarang (UNNES) – Pendidikan Biologi S1 (2007-2011) dan Pendidikan Magister di Universitas Indraprasta PGRI Jakarta (UNINDRA) – Pendidikan MIPA (2014-2017).

Beberapa Buku yang diterbitkan

1. 2017: Buku Prediksi (Rangkuman UN Biologi), Buku Kapsul (Kumpulan Soal-Soal Ujian Biologi), dan Buku Petunjuk Praktikum SMA.
2. 2018: Buku Siswa Model IPA Terpadu untuk Kelas VII SMP/MTs (Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemendikbud)
3. 2018: Buku Guru Model IPA Terpadu untuk Kelas VII SMP/MTs (Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemendikbud)
4. 2019: Buku Siswa Biologi untuk Kelas X SMA/MA (Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemendikbud)
5. 2019: Buku Guru Biologi untuk Kelas X SMA/MA (Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemendikbud)

Beberapa karya ilmiah yang diterbitkan di Jurnal

1. 2017: Pengaruh Model Pembelajaran Dan Efikasi Diri Terhadap Sikap Ilmiah Siswa SMA Peminatan MIPA, *Jurnal Pro-Life* 4(3): 441-455.
<http://ejournal.uki.ac.id/index.php/prolife/article/view/485>
2. 2018: Gambaran Persepsi Peserta Didik tentang Kebermanfaatan Buku Pengayaan ujian Nasional Biologi, *EdumatSains* 2 (2): 99-114.
<http://ejournal.uki.ac.id/index.php/edumatsains/article/view/600>
3. 2018: Media Pembelajaran Biologi Berbasis Ecopreneurship, *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA* 7 (3).
<http://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/Formatif/article/view/2233>
4. 2018: Penerapan Media Kartu KUPUBIL sebagai Pengayaan Materi Ujian Nasional Biologi, *Bioeduscience* 2 (1): 59-67
<https://journal.uhamka.ac.id/index.php/bioeduscience/article/view/1236>
5. 2018: Potensi Beras Analog Sukun Semi Instan (*Artocarpus communis*) sebagai Bahan Pangan Alternatif, *Surya Agritama* 7(1): 19-32.
<http://ejournal.umpwr.ac.id/index.php/surya-agritama/article/view/4942>
6. 2018: Pendidikan Nilai Sikap Kurikulum 2013 dalam Tembang Macapat, *Jurnal Selaras* 1(1):39-53.
<http://ejournal.uki.ac.id/index.php/sel/article/view/770>
7. 2018: Model Pembelajaran Berbasis Proyek Pada Mata Kuliah Media Pembelajaran. *Jurnal SAP (Susunan Artikel Pendidikan)* 3(1): 1-9.
<http://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/SAP/article/view/2728>
8. 2018: Pendekatan Keterampilan Proses Sains dalam Bentuk Proyek Karya Ilmiah untuk Menumbuhkan Minat Belajar Siswa, *Jurnal Dinamika Pendidikan* 11(1): 14-29.
<http://ejournal.uki.ac.id/index.php/jdp/article/view/795>
9. 2018: Perancangan Desain Alat Pemanenan Air Hujan Dengan Media Filter Dan Pembangkit Listrik Mikrohidro (Yagipure), *Jurnal Faktor Exacta* 11(2): 118-127.

http://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/Faktor_Exacta/article/view/2377/2016

10. 2018: Pendekatan Jelajah Alam Sekitar (JAS) Pada Mata Kuliah Sistematika Hewan, *Jurnal Pro-Life* 5(3): 598-610.

<http://ejournal.uki.ac.id/index.php/prolife/article/view/838>