

Struktur Bunga, Alat Reproduksi, serta Proses Reproduksi Jantan dan Betina pada Tumbuhan Angiospermae

Dr. Iriawati
Dr. Tatang Suradinata



PENDAHULUAN

Pada tumbuhan Angiospermae, bunga merupakan bagian yang sangat penting dalam daur hidupnya. Bunga merupakan organ reproduktif pada tumbuhan Magnoliophyta atau Angiospermae yang berperan sebagai perantara penggabungan sperma dengan sel telur untuk menghasilkan embrio. Proses penggabungan ini diawali dengan adanya polinasi, diikuti oleh fertilisasi yang kemudian akan mengarah pada pembentukan biji. Pada tumbuhan tinggi, biji merupakan generasi penerus dan berfungsi sebagai alat penyebaran.

Proses reproduksi yang akhirnya menghasilkan biji terjadi pada dua bagian sporofit yang amat penting pada tumbuhan, yakni kepala sari (anthera) dan bakal biji (ovulum). Sel sporogen yang terbentuk dalam kedua organ tersebut akan mengalami meiosis (pembelahan reduksi) sehingga terbentuk spora yang tersusun tetrad. Spora yang terjadi akan melakukan beberapa kali pembelahan sel menghasilkan gametofit. Proses pembentukan spora disebut **sporogenesis**. Pada anthera (kepala sari) akan terjadi proses pembentukan mikrospora secara meiosis atau dinamakan **mikrosporogenesis**. Proses ini kemudian akan diikuti dengan pembelahan mitosis (**mikrogametogenesis**) untuk pembentukan gametofit jantan atau polen. Gametofit jantan akan menghasilkan gamet jantan atau sperma. Pembentukan gamet betina berlangsung di dalam bakal biji. Proses pembentukan gamet ini diawali dengan terjadinya **megasporogenesis** (melalui pembelahan meiosis) untuk menghasilkan megaspora, yang diikuti pula dengan beberapa kali pembelahan mitosis (**megagametogenesis**) untuk membentuk gametofit betina atau kantung embrio.

Polen yang sudah dewasa dan matang akan terpecah dan menempel pada permukaan stigma melalui proses **polinasi**. Pada permukaan stigma polen akan berkecambah membentuk tabung polen, yang akan membawa sperma menuju sel telur di dalam kantung embrio. Segera setelah terjadinya persatuan gamet jantan dan betina melalui proses fertilisasi (pembuahan), sehingga akan terbentuk zigot yang kemudian berkembang menjadi embrio melalui proses yang dinamakan **embriogenesis**.

KEGIATAN PRAKTIKUM 1

Struktur Bunga

Bunga merupakan organ reproduktif pada tumbuhan Magnoliophyta, yang sangat penting untuk identifikasi tumbuhan karena bunga umumnya memiliki karakter yang konsisten sehingga dapat digunakan untuk menunjukkan tingkatan takson tertentu dari tumbuhan (suku, marga atau jenis). Hal ini disebabkan karakter bunga sangat dipengaruhi atau dikendalikan secara genetik dan umumnya tidak terpengaruh oleh perubahan lingkungan. Beberapa karakter pada bunga mungkin akan dipertahankan sama dalam satu suku atau marga, sedangkan karakter lainnya lebih bervariasi dan digunakan untuk membedakan jenis atau spesies tumbuhan. Simetri pada bunga, posisi bakal buah, tipe plasentasi dan jenis buah biasanya digunakan sebagai karakter untuk membedakan suku atau marga, sedangkan warna petal, bentuk, dan ukuran bunga sering digunakan sebagai karakter umum untuk membandingkan jenis atau spesies.

Bunga dianggap sebagai hasil modifikasi batang dengan ruas yang pendek dan pada bagian bukannya memegang struktur daun yang mungkin sangat termodifikasi. Dengan kata lain, bunga terbentuk pada pucuk yang sangat termodifikasi dengan bagian meristem apeks yang pertumbuhannya terbatas atau bahkan tidak tumbuh lagi ('determinate'). Bunga tumbuh dari bagian apeks batang, yaitu pada suatu tempat yang dinamakan **reseptakel** atau dasar bunga. Suatu bunga mungkin tumbuh secara langsung dari sumbu batang atau rakhis (dinamakan bunga sesil), atau bunga tumbuh di ujung tangkai bunga. Jika hanya satu bunga dihasilkan maka tangkai pemegangnya dinamakan **pedunkulus**, sedangkan apabila pada pedunkulus terdapat lebih dari satu bunga, maka masing-masing cabang yang membawa bunga dinamakan **pediselus**.

Bunga umumnya terdiri atas bagian-bagian bunga yang tumbuh dalam empat seri lingkaran, yakni kaliks, korola, andresium dan ginesium yang tumbuh dari bagian reseptakel. Masing-masing dari keempat bagian bunga tersebut memiliki struktur dan fungsi yang berbeda, yaitu :

1. **Kaliks**, merupakan bagian yang tersusun atas beberapa sepal. Bagian ini umumnya berwarna hijau, akan tetapi pada beberapa jenis tumbuhan adakalanya kaliks memiliki warna yang menyerupai korola.

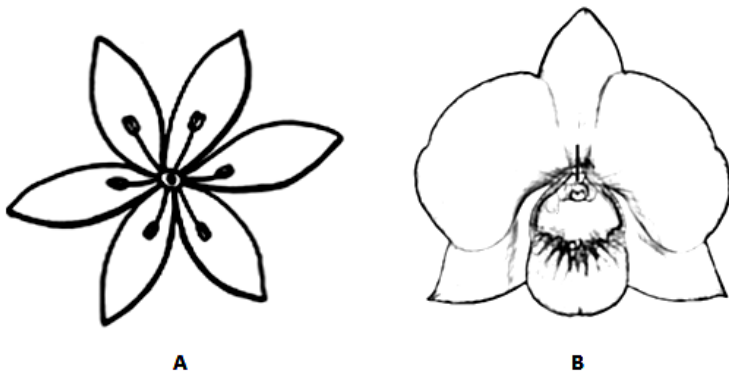
2. **Korola**, merupakan sekumpulan petal yang umumnya berupa struktur serupa daun yang tipis, permukaannya halus, berwarna mencolok agar dapat menarik polinator dan membantu terjadinya proses polinasi.
3. **Andresium**, tersusun atas satu atau lebih stamen. Setiap stamen umumnya terbagi menjadi bagian tangkai, yang dinamakan filamen, dan bagian ujung yang dinamakan kepala sari atau anthera. Pada anthera akan dihasilkan banyak polen (serbuk sari) yang membawa gamet jantan.
4. **Ginesium**, yang terdiri dari satu atau lebih pistilum. Setiap pistilum akan terbagi menjadi
 - a. ovarium (bakal buah), yang di dalamnya mengandung bakal biji pembawa gamet betina;
 - b. stilus, berupa suatu struktur memanjang yang berfungsi sebagai jalan untuk pertumbuhan tabung polen; dan
 - c. stigma di bagian ujung apeks stilus yang berfungsi sebagai tempat menempelnya polen ketika terjadi polinasi.

Setiap pistilum mungkin tersusun atas satu atau lebih karpel. Apabila dalam satu bunga terdapat pistilum yang tersusun atas lebih dari dua karpel yang bersatu, maka pistil tersebut dinamakan pistil yang **sinkarp**. Sebaliknya apabila pada bunga terdapat lebih dari pistilum yang masing-masing tersusun atas satu karpel dan berdiri sendiri, maka pistil atau bunganya dinamakan bunga yang **apokarp**.

Suatu bunga dinamakan **bunga lengkap** apabila keempat seri bagian bunga ada dalam satu bunga, sedang bunga dikatakan **tidak lengkap** apabila salah satu bagian tidak ada. Bunga dapat pula dibedakan menjadi **bunga sempurna (biseksual atau hermafrodit)**, jika dalam satu bunga ditemukan adanya stamen dan pistilum, sedangkan apabila dalam satu bunga hanya ditemukan stamen atau pistilum saja, maka bunga demikian dinamakan **bunga tidak sempurna (uniseksual)**. Bunga sempurna belum tentu merupakan bunga lengkap.

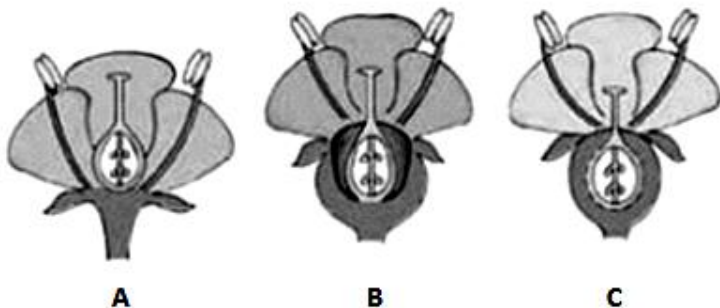
Spesialisasi bunga melibatkan adanya perubahan struktural adaptif untuk mengakomodasi vektor polen yang spesifik. Hal ini dapat dilihat dari segi simetri atau bidang bagi dari bunga. Bunga **aktinomorf** merupakan bunga yang memiliki banyak bidang bagi (radial simetri), sedangkan bunga **zigomorf** merupakan bunga yang hanya memiliki satu bidang bagi (bilateral simetri) (Gambar 1.1). Berdasarkan posisi relatif ovarium terhadap perhiasan bunganya, maka bunga dapat dibagi menjadi tiga tipe (Gambar 1.2). Jenis pertama adalah bunga **hipoginus** di mana bagian kaliks, korola, dan

stamennya tumbuh dari reseptakel di bawah gynoecium, ovarium umumnya superus (berada pada posisi yang lebih tinggi dibandingkan perhiasan bunga). Bunga **periginus** memiliki perhiasan bunga dan stamen sejajar dengan ovarium atau ginesium. Pada bunga tipe ini, bagian dasar bunga akan tumbuh memanjang membentuk suatu struktur yang dinamakan hipantium yang berbentuk cawan mengelilingi ovarium. Ovarium mungkin superus atau semi inferus. Tipe bunga ketiga adalah bunga **epiginus**, yang posisi perhiasan bunga serta stamennya lebih tinggi dari ovarium. Pada bunga ini pun terbentuk hipantium yang menyelimuti ovarium, sehingga ovariumnya berada di bawah perhiasan bunga atau **inferus**.



Sumber: Bell & Hemsley, 2000.

Gambar 1.1.
Pembagian tipe bunga berdasarkan simetri bunga.
A. Aktinomorf, B. Zigomorf



Sumber: Judd, et al., 2008.

Gambar 1.2.
Pembagian tipe bunga berdasarkan posisi ovarium relatif terhadap perhiasan bunga. A. Bunga hipogynus, B. Bunga periginus, C. Bunga epiginus

Keragaman struktur bunga yang ada di permukaan bumi ini disebabkan oleh adanya berbagai macam variasi pola bunga yang dihasilkan dari perubahan simetri bunga, jumlah bagian-bagian bunga, dan adanya peleburan bagian-bagian bunga. Apabila bagian-bagian bunga yang sama bersatu, misalnya petal-petal atau stamen-stamen, maka penyatuan ini dinamakan **konatus/kohesi**, sedangkan apabila yang melebur berasal dari dua bagian bunga yang berbeda maka penyatuan ini dinamakan **adnatus/adnasi**, misalnya antara stamen dan petal atau stamen dengan pistilum. Istilah gamo-, sim-, dan sin-, umumnya digunakan untuk menunjukkan adanya peleburan bagian bunga yang sama, misalnya **gamosepalus** (ditujukan untuk menggambarkan adanya penyatuan sepal), **simpetal** (menunjukkan adanya penyatuan bagian petal) atau **sinkarpus** (menunjukkan penyatuan bagian pistilum). Istilah epi- di awal kata biasanya digunakan untuk menunjukkan adanya adnasi, misalnya stamen **epipetalus** artinya stamen yang bersatu dengan petal. Pada morfologi bunga sering pula kita mengenal istilah poly atau apo- untuk menunjukkan bagian-bagian yang tidak menyatu atau terpisah satu sama lainnya, misalnya **polypetalus** (menunjukkan petal yang terpisah) dan **apokarpus** (menunjukkan karpel yang terpisah). Pada andresium mungkin kita dapat menemukan adanya peleburan stamen. Peleburan stamen dapat terjadi di bagian filamen (tangkai sari), misalnya stamen **monadelphus** (keseluruhan bagian filamen menyatu), **diadelphus** (terdapat dua kelompok stamen) atau poliadelphus (stamen membentuk beberapa kelompok, misalnya pada *Citrus*). Pada beberapa tumbuhan dapat pula ditemukan adanya peleburan stamen di bagian anther, yang dinamakan **singenesis**, misalnya pada tumbuhan dari suku Solanaceae.

Pada beberapa tumbuhan, modifikasi yang lain mungkin saja terjadi pada bunga. Adanya mutasi atau perubahan genetik akan menghasilkan bunga dengan perhiasan bunga yang menumpuk dan sering diikuti pula dengan kegagalan dalam pembentukan organ seksual (stamen atau pistilum) yang normal. Keberadaan bunga demikian seringkali dicermati oleh para ahli hortikultura, kemudian dijadikan tanaman komersial apabila tumbuhan seperti ini berhasil diperbanyak. Modifikasi dapat pula terjadi pada struktur yang lainnya, dan seringkali digunakan oleh para ahli botani untuk mempelajari kekerabatan serta evolusi yang ada pada tumbuhan.

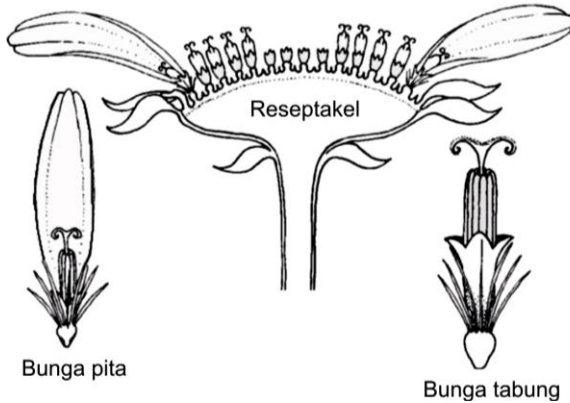
1. Modifikasi Struktur Bunga

Beberapa modifikasi pada bunga yang khas akan dipelajari pada kegiatan praktikum ini, yakni bunga dari suku Asteraceae, Poaceae, Euphorbiaceae, dan Orchidaceae. Tumbuhan Asteraceae atau Compositae memiliki karakter bunga yang sangat khas, yang disebut ‘head’ atau sering pula disebut kapitulium. Suku Poaceae memiliki perbungaan khusus yang dinamakan spikelet. Tumbuhan Euphorbiaceae, terutama dari marga Euphorbia memiliki perbungaan yang dinamakan **cyathium**, sedangkan pada tumbuhan anggrek-anggrekan (Orchidaceae) terdapat kekhasan pada struktur bunganya, yaitu terdapat modifikasi pada stamen dan pistilum yang jarang ditemukan pada tumbuhan lainnya.

a. Bunga Asteraceae

Asteraceae atau Compositae merupakan suku tumbuhan dari bunga matahari (*Helianthus annuus*), krisan (*Chrysanthemum* sp.), dan lain-lain. Tumbuhan Asteraceae ini memiliki karakter bunga yang khas, yakni penampilan bunga yang menyerupai bunga tunggal walaupun sebenarnya merupakan perbungaan. Oleh sebab itu, bunga Asteraceae sering pula disebut sebagai pseudantium (pseudo-palsu; anthium-bunga tunggal). Berdasarkan letak atau posisinya dalam perbungaan, maka perbungaan Asteraceae terbagi menjadi bunga tepi dan bunga tengah. Selain itu jenis bunga yang membentuk perbungaan pada tumbuhan inipun dapat dibedakan menjadi bunga tabung, yang mahkota bunganya (petal) bersatu membentuk tabung, dan bunga pita yang menunjukkan struktur mahkota bunga yang menyerupai hanya satu petal (Gambar 1.3). Selain itu terdapat bunga berbibir dua atau ‘bilabiate’. Berdasarkan kedua karakter tersebut, maka pada Asteraceae dapat ditemukan empat variasi tipe perbungaan, yakni:

- 1) Bunga tepi berbentuk bunga pita dan bunga tengah berbentuk tabung, misalnya pada *H. annuus*, *Tithonia diversifolia*, dan *Aster novi-belgi*.
- 2) Bunga tepi dan bunga tengah hanya tersusun atas bunga tabung, misalnya pada *Ageratum conyzoides*, dan *Crassocephalum crepidioides*.
- 3) Bunga tepi dan bunga tengah berupa bunga tabung, misalnya pada tempuyung (*Sonchus arvensis*) dan *Taraxacum officinale*.
- 4) Bunga tepi dan bunga tengah berupa bunga berbibir dua (‘bilabiate’), misalnya pada *Gerbera*.

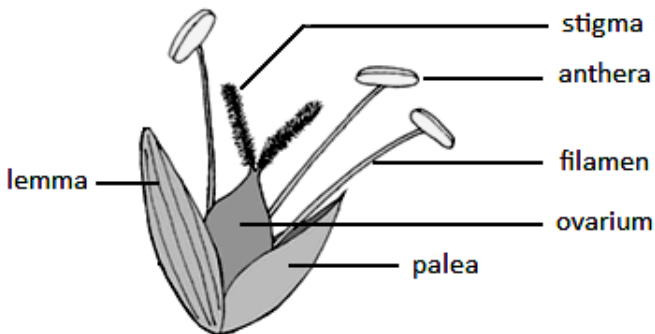


Sumber: Judd, *et.al.*, 2008.

Gambar 1.3.
Perbungaan pada tumbuhan Asteraceae

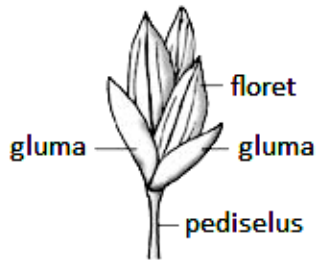
b. Bunga Poaceae (Rumput-rumputan)

Tumbuhan rumput-rumputan (Poaceae) memiliki bunga yang sangat termodifikasi dibandingkan dengan bunga-bunga lainnya. Satu bunga pada perbungaan Poaceae ini dinamakan **floret**, yang dilindungi oleh sepasang braktea yang dinamakan **lemma** dan **palea** (Gambar 1.4). Sekelompok floret akan membentuk **spikelet** (Gambar 1.5). Pada bagian basal/dasar dari spikelet biasanya akan ditemukan sepasang **gluma**. Sekelompok spikelet kemudian akan membentuk perbungaan yang tipenya sangat bervariasi tergantung dari jenis tumbuhannya.



Sumber: Judd, *et.al.*, 2008.

Gambar 1.4.
Floret pada tumbuhan Poaceae.

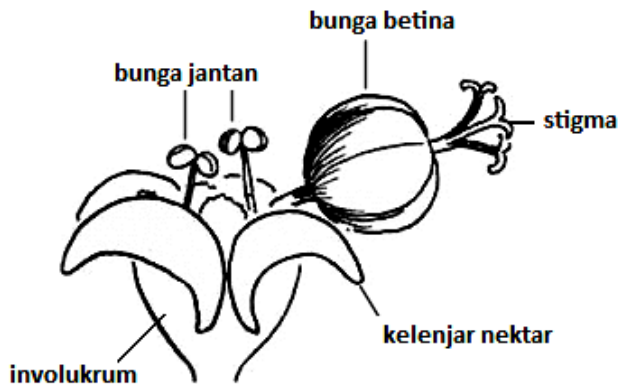


Sumber: Judd, *et.al.*, 2008.

Gambar 1.5.
Spikelet pada Tumbuhan Poaceae

c. *Bunga Euphorbiaceae*

Tumbuhan Euphorbiaceae terutama dari marga/genus *Euphorbia* memiliki pseudanthium, seperti halnya pada tumbuhan Asteraceae. Akan tetapi, pseudanthium pada Euphorbiaceae dinamakan **cyathium**. Cyathium merupakan suatu perbungaan yang tersusun sebuah bunga betina yang dikelilingi oleh sejumlah bunga jantan (Gambar 1.6). Bunga betina hanya terdiri atas satu ovarium yang berada di ujung pediselus. Perbungaan ini dilingkupi dengan sekelompok braktea berbentuk cawan yang dinamakan involukrum. Pada perbungaan ini kita pun akan menemukan kelenjar nektar yang berwarna cukup mencolok di bagian luar perbungaannya.



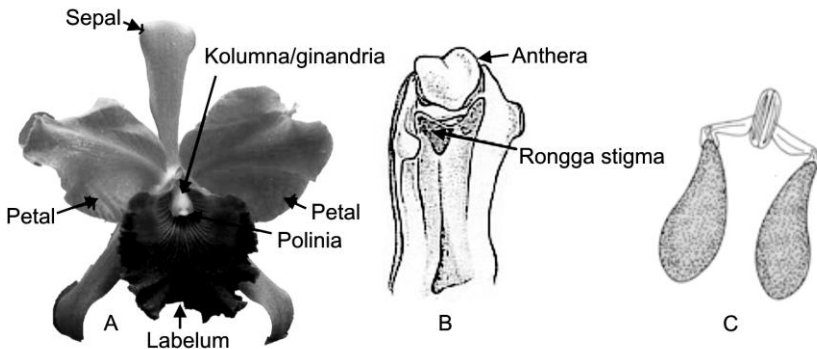
Sumber: Judd, *et.al.*, 2008.

Gambar 1.6.
Perbungaan cyathium pada *Euphorbia*

d. *Bunga anggrek (Orchidaceae)*

Anggrek dan tumbuhan sekerabatnya dengan mudah dibedakan dari bunga lainnya karena memiliki karakter bunga yang sangat khas untuk suku tumbuhan ini. Bunga anggrek umumnya dalam bentuk perbungaan. Selama perkembangan bunga, tangkai bunga biasanya akan terputar 180°, sehingga bunga anggrek dewasa akan menghadap ke bawah dan bakal buah atau ovariumnya resupinat (terputar).

Perhiasan bunga terdiri atas tiga sepal (pada lingkaran luar) dan tiga petal (pada lingkaran dalam). Keseluruhan sepal dan dua petal pada posisi lateral biasanya memiliki struktur dan warna yang mirip. Satu petal membentuk struktur yang sangat berbeda dari kedua petal lainnya, memiliki warna yang lain, dan berukuran lebih besar yang dinamakan labelum (Gambar 1.7A). Labelum seringkali digunakan sebagai landasan bagi polinator, atau berfungsi sebagai penarik polinator yang datang pada bunga karena warna bunga yang mencolok atau karena bentuknya yang menyerupai hewan pasangannya. Adakalanya petal memiliki bentuk seperti antena atau sayap atau bunga mengeluarkan bau seperti bau bunga betina. Bunga anggrek memiliki stamen dan pistilum yang bersatu dinamakan kolumna atau ginandria (Gambar 1.7 B), yang terletak berseberangan dengan labelum. Polen pada tumbuhan ini pun bersatu membentuk polinia (Gambar 1.7 C).



Sumber: Bell & Hemsley, 2000; Glimn-Lacy & Kaufman, 2006.

Gambar 1.7.
Bunga Orchidaceae. A. Morfologi bunga; B. Kolumna atau ginandria;
C. polinia



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan bagian-bagian bunga yang terlibat secara langsung dengan proses reproduksi seksual yang terjadi pada tumbuhan berbunga!
- 2) Jelaskan karakter khas yang dimiliki oleh bunga *Oryza sativa*!
- 3) Jelaskan perbedaan pseudanthium pada tipe cyathium tumbuhan *Ficus* dengan kapitulium pada bunga Asteraceae?
- 4) Buatlah gambar bagan keempat tipe perbungaan pada Asteraceae!

Petunjuk Jawaban Latihan

Jika Anda mengalami kesulitan untuk mengerjakan latihan di atas, cobalah untuk menggambar materi Kegiatan Praktikum 1 dan menjelaskan bagian-bagiannya.



RANGKUMAN

Bunga merupakan organ reproduktif pada tumbuhan Magnoliophyta, yang sangat penting untuk identifikasi tumbuhan. Bunga tumbuh dari bagian apeks batang, yaitu pada reseptakel atau dasar bunga. Suatu bunga mungkin tumbuh secara langsung dari sumbu batang atau rakhis (dinamakan bunga sesil), atau bunga tumbuh di ujung tangkai bunga. Jika satu bunga dihasilkan maka tangkai pemegangnya dinamakan pedunkulus, sedangkan bila pada pedunkulus terdapat lebih dari satu bunga, maka masing-masing cabang yang membawa bunga dinamakan pediselus.

Bunga umumnya terdiri atas bagian-bagian bunga yang tumbuh dalam empat seri lingkaran, yakni kaliks, korola, andresium dan ginesium yang tumbuh dari bagian reseptakel, ovarium (bakal buah), yang di dalamnya mengandung bakal biji pembawa gamet betina. Suatu bunga dinamakan bunga lengkap apabila keempat seri bagian bunga ada dalam satu bunga, bunga dikatakan tidak lengkap apabila salah satu bagian tidak ada. Bunga dapat pula dibedakan menjadi bunga sempurna (biseksual atau hermafrodit), jika dalam satu bunga ditemukan adanya

stamen dan pistilum, sedangkan bila dalam satu bunga hanya ditemukan stamen atau pistilum saja, maka bunga demikian dinamakan bunga tidak sempurna (unisexual). Bila dilihat dari segi simetri bunga, maka bunga dapat dibedakan menjadi bunga aktinomorf, yang memiliki banyak bidang bagi (radial simetri), dan bunga zigomorf yang hanya memiliki satu bidang bagi (bilateral simetri). Berdasarkan posisi relatif ovarium terhadap perhiasan bunganya, maka bunga dapat dibagi bunga hipoginus, periginus, dan epiginus.

Beberapa modifikasi yang khas dapat terjadi pada bunga. Tumbuhan Asteraceae atau Compositae memiliki karakter bunga yang disebut kapitulium. Suku Poaceae memiliki perbungaan khusus yang dinamakan spikelet. Tumbuhan Euphorbiaceae, terutama dari marga Euphorbia memiliki perbungaan yang dinamakan cyathium, sedangkan pada tumbuhan anggrek-anggrekan (Orchidaceae) terdapat kekhasan pada struktur bunganya juga terdapat modifikasi pada stamen dan pistilum yang jarang ditemukan pada tumbuhan lainnya.

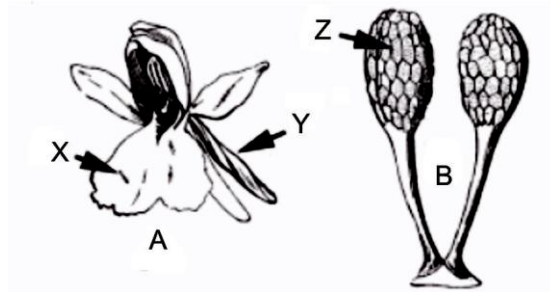


TES FORMATIF 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Tumbuhan yang memiliki bunga unisexual dan masing-masing bunga terdapat pada individu tumbuhan berbeda disebut sebagai tumbuhan
 - A. sempurna
 - B. lengkap
 - C. monoecious
 - D. dioecious

- 2) Pada bunga matahari, bunga tengah tersusun atas bunga
 - A. tunggal
 - B. tabung
 - C. pita
 - D. berbibir dua



- 3) Struktur X pada bunga A adalah
 - A. ovarium
 - B. lemma
 - C. labelum
 - D. discus viscidus

- 4) Bagian yang berputar pada Y adalah
 - A. pollinia
 - B. ovarium
 - C. labelum
 - D. ginandria

- 5) Struktur yang ditunjukkan oleh 'Z' adalah
 - A. ovarium
 - B. pollinium
 - C. labellum
 - D. lemma

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Praktikum 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
 80 - 89% = baik
 70 - 79% = cukup
 < 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan materi Kegiatan Praktikum 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Praktikum 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

Pelaksanaan Praktikum

A. TUJUAN

Mengamati dan membandingkan bunga dari tumbuhan Asteraceae, Poaceae, Euphorbiaceae, dan Orchidaceae.

B. PROSEDUR KERJA

1. Alat dan bahan

Alat dan bahan yang dibutuhkan pada praktikum ini adalah :

- a. Beberapa macam bunga dari suku Euphorbiaceae, Orchidaceae, Asteraceae, dan Poaceae.
- b. Mikroskop bedah atau kaca pembesar.
- c. Silet atau cutter.
- d. Pinset.
- e. Jarum jara.

2. Tahapan kerja

- a. Ambil dan amati perbungaan pada tumbuhan Euphorbiaceae. Gambarkan morfologi perbungaannya.
- b. Buat dan gambarkan penampang memanjang bunga tersebut dan amati bunga jantan dan bunga betinanya.
- c. Bandingkan pseudanthium yang ada pada bunga ini dengan bunga Asteraceae.
- d. Amati bunga *Phalaenopsis* atau *Dendrobium* dari suku Orchidaceae. Kemudian gambarkan struktur morfologi bunganya.
- e. Buat dan gambarkan penampang memanjang bunga dan perhatikan bagian-bagian bunganya, termasuk ginandria dan polininya.
- f. Cari dan ambil satu atau dua perbungaan dari tumbuhan Asteraceae atau spesies lain yang mudah ditemukan di lingkungan sekitar Anda. Bagilah bunga tersebut menjadi dua bagian secara memanjang. Dengan menggunakan pinset, ambil beberapa bunga dari perbungaan tersebut dan amati dengan menggunakan mikroskop bedah atau kaca pembesar.
- g. Dengan mengacu pada gambar yang ada pada modul praktikum 1 ini, identifikasi spikelet dan floretnya. Bukalah satu floret dengan

menggunakan pinset atau jarum jara dan amati di bawah mikroskop bedah atau Anda dapat pula mengamatinya hanya dengan menggunakan kaca pembesar.

C. PETUNJUK PENYERAHAN LAPORAN

1. Anda harus menyerahkan laporan praktikum ini sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan oleh instruktur.
2. Laporan praktikum harus memuat hal-hal berikut.
 - a. Nama dan NIM.
 - b. Judul praktikum.
 - c. Pendahuluan (latar belakang dan tujuan).
 - d. Bahan dan metode (tempat dan waktu pelaksanaan, bahan dan alat, serta metode pelaksanaan).
 - e. Hasil dan Pembahasan.
 - f. Kesimpulan.
 - g. Daftar Pustaka.
 - h. Laporan ditulis di atas kertas kuarto dengan jarak 1,5 spasi.
3. Penilaian
Penilaian laporan ditentukan oleh kejelasan kelengkapan isi laporan.

KEGIATAN PRAKTIKUM 2

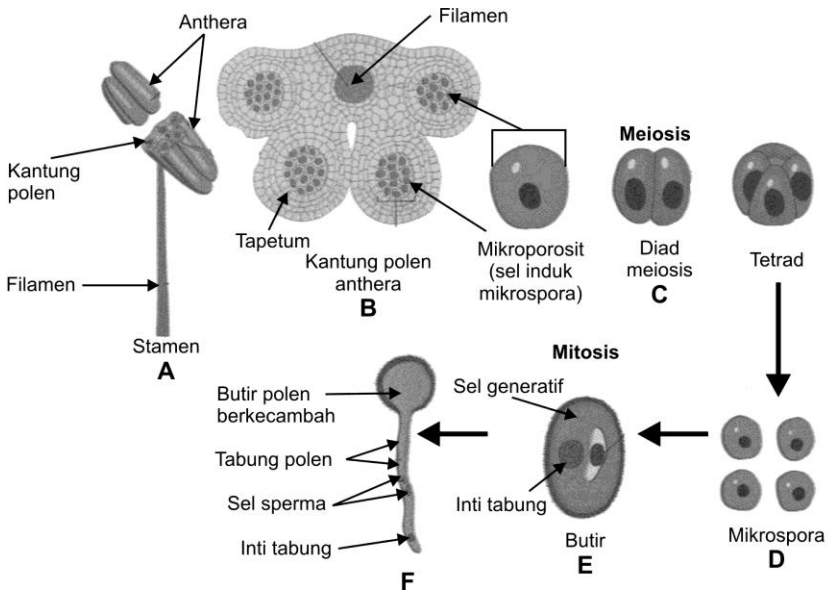
Anther, Mikrosporogenesis, dan Mikrogametogenesis

Tujuan dilakukan praktikum ini adalah agar Anda dapat mengamati struktur dan bagian-bagian dari anther (kepala sari); teka (*theca*), sel mikrosporofit (sel induk mikrospora), tapetum, dan endotesium pada Angiospermae.

Pembentukan polen terjadi di dalam anther (kepala sari, Gambar 1.8 A, B). Anther biasanya mengandung empat buah kantung polen yang berpasangan pada dua teka. Kedua teka tersebut dihubungkan oleh konektivum (penghubung kepala sari), yakni jaringan steril yang dilalui oleh berkas pembuluh benang sari (stamen) (Gambar 1.9). Jaringan sporogen dibentuk oleh lapisan sel hipodermis pada empat bagian dari keempat sudut anther yang sedang berkembang. Sel yang dihasilkan ke arah luar oleh sel hipodermis, dinamakan **lapisan parietal** yang berkembang menjadi dinding kantung polen dan tapetum, yakni lapisan sel yang membatasi jaringan sporogen di sebelah luar. Jaringan sporogen sendiri adalah hasil pembelahan lapisan sel hipodermis ke arah dalam. Tapetum berfungsi sebagai sumber nutrisi bagi polen yang sedang berkembang. Pada tapetum akan terjadi pembelahan inti tanpa diikuti sitokinesis, sehingga diperoleh sel-sel berinti banyak. Sel tapetum dalam melaksanakan peranannya akan berdesintegrasi secara bertahap. Lapisan terluar dari sel-sel parietal berkembang menjadi endotesium. Sel-sel endotesium membentuk penebalan berupa U yang berperan dalam mekanisme pembentukan celah teka pada waktu membebaskan polen.

Sel sporogen membelah-belah menghasilkan sekelompok sel induk mikrospora (Gambar 1.8, B). Setiap sel induk mikrospora tersebut memisahkan diri dari rekannya dan mengalami meiosis, sehingga menghasilkan empat mikrospora, masing-masing dengan jumlah kromosom yang tersusun dalam tetrad tetrahedral atau quadrilateral. Pada periode pematangan, masing-masing butir mikrospora membentuk dinding sel berlapis dua yang terdiri atas eksin di bagian luar dan intin sebelah dalam. **Eksin** biasanya memiliki pola dinding yang amat khas bagi spesies yang

bersangkutan. Pada saat dewasa, seluruh anther dipenuhi oleh mikrospora/polen, sehingga kedua rongga pada setiap teka kemudian bersatu menjadi kantung polen yang besar (Gambar 1.9 & 1.10). Polen ke luar dari anther melewati celah atau pori ujung anther atau dengan adanya celah pada dinding lateral anthera. Mekanisme pembukaan tersebut melibatkan perubahan turgor pada sel endotesium yang memiliki penebalan khusus.



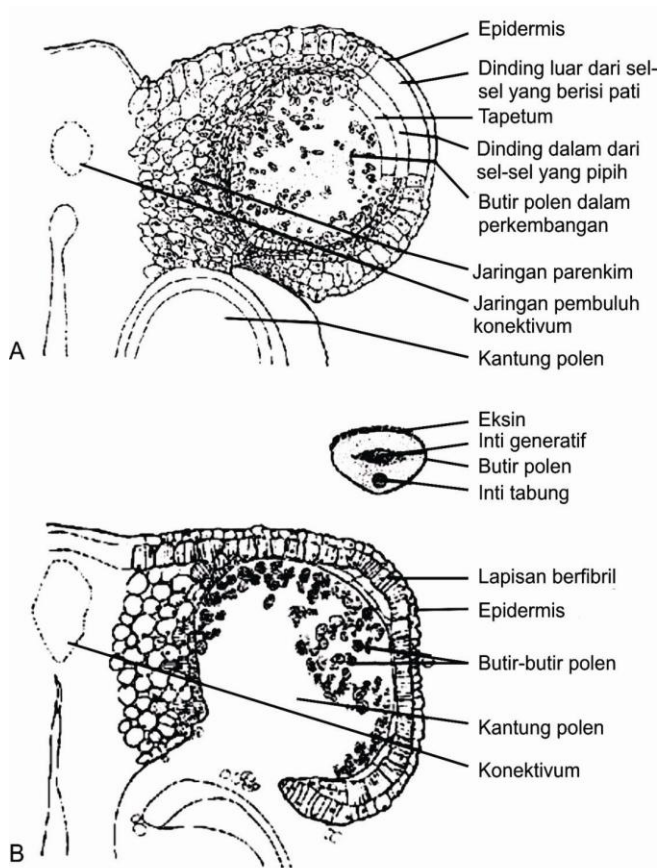
Gambar 1.8.

Perkembangan polen dari mikrosporosit sampai menjadi butir polen. A, stamen. B, penampang melintang anther. C, perkembangan tetrad sel-sel dari mikrosporosit dengan cara pembelahan meiosis. D, empat mikrospora. E, butir polen. F, perkecambahan butir polen.

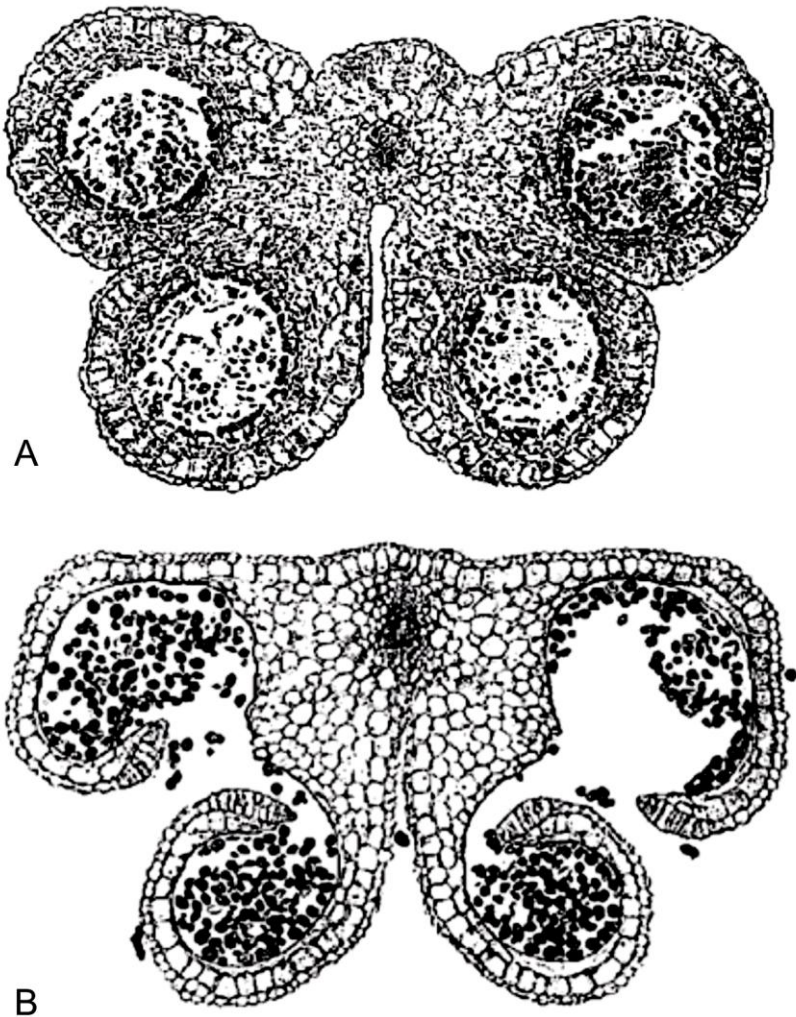
Dalam polen, inti membelah secara mitosis menghasilkan dua buah anak inti. Sebuah di antaranya, yang sedikit lebih besar, menjadi inti vegetatif (inti tabung) dan yang lain menjadi sel generatif (Gambar 1.8, E). Sel generatif biasanya berbentuk lonjong atau bentuk kumparan serta bersitoplasma pekat. Pada stadium ini polen dapat meninggalkan anther meskipun pada banyak tumbuhan ditemukan bahwa sebelumnya sel generatif membelah sekali lagi menghasilkan dua gamet jantan (sel sperma). Pada tumbuhan lainnya sel

generatif membelah hanya setelah berada dalam tabung polen yang sedang berkembang.

Tabung polen dibentuk setelah polen menempel pada medium yang cocok seperti misalnya pada permukaan stigma yang dipenuhi oleh sekret, yang dihasilkan oleh sel-sel papila stigma. Setelah kedua gamet jantan dibentuk, seluruh isi sel bergerak masuk ke dalam tabung polen. Inti tabung dapat berada di muka atau di belakang kedua gamet jantan (Gambar 1.8, F).



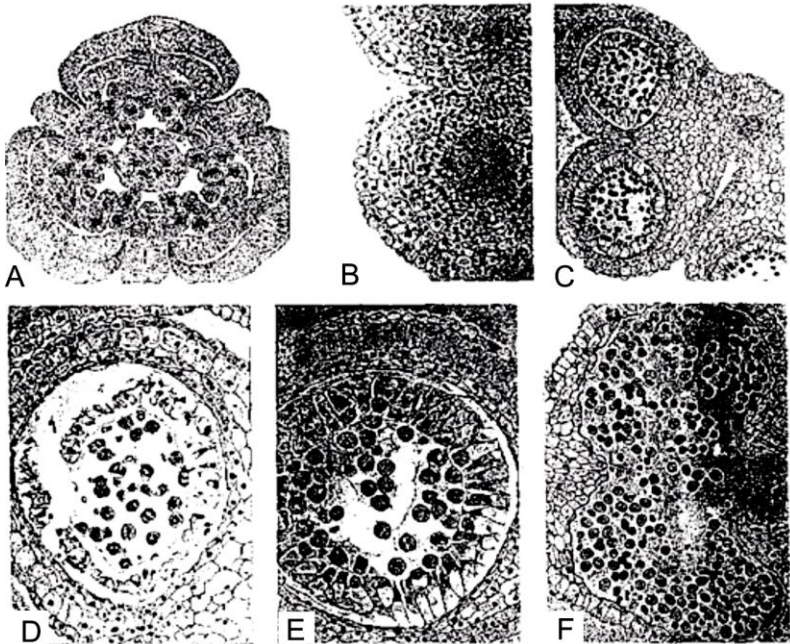
Gambar 1.9.
Penampang melintang anther melalui satu kantung polen.
A, sebelum memecah. B, sesudah memecah.



A

B

Gambar 1.10.
Penampang melintang anther *Lilium* sp.
A, sebelum memecah. B, sesudah memecah.



Gambar 1.11.

Pembentukan polen. A, penampang melintang kuncup bunga *Lilium* sp., tiga karpel di tengah dikelilingi oleh enam anther. B, penampang melintang dua lokulus dari satu anther yang berisi mikrosporit. C, mikrosporit mengalami meiosis. D, anther pada stadium yang sama dengan C, tetapi diperbesar. E, mikrospora stadium tetrad. F, mikrospora membelah mitosis membentuk butir polen. Dinding anther (sebelah kanan) membentuk celah melepaskan butir-butir polen.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Perhatikan dan pelajari bagan penampang melintang anther (Gambar 1.1 dan 1.2A dan 1.2B). Pelajari pula detail satu sektor (Gambar 1.3 dan Gambar 1.4) sehingga dapat ditunjukkan bagian-bagian yang tercantum pada Gambar 1.2A dan 1.2B.

- 2) Perhatikan beberapa sel mikrosporosit (sel induk mikrospora) dan hubungan antara beberapa sel yang berdekatan. Perhatikan pula bagian-bagian dinding teka (Gambar 1.2A).
- 3) Pelajari beberapa stadium meiosis yang dapat Anda lihat pada Gambar 1.4D.
- 4) Perhatikan beberapa stadium tetrad dalam teka (Gambar 1.4E) beserta keadaan dinding teka, terutama tapetum, dan endotesium.

Sebelum melaksanakan kegiatan praktikum, terlebih dahulu silakan Anda kerjakan soal di bawah ini!

- 1) Jelaskan sel-sel manakah yang menjadi gametofit jantan!
- 2) Bagaimana hubungannya dengan sporofit?
- 3) Buatlah gambar bagan perkembangan sel induk mikrospora pada *Lilium* sampai menghasilkan polen. Peristiwa apa yang terjadi selama pembentukan polen tersebut?

Petunjuk Jawaban Latihan

Jika Anda mengalami kesulitan untuk mengerjakan latihan di atas, cobalah untuk menggambar materi Kegiatan Praktikum 2 dan menjelaskan bagian-bagiannya.



RANGKUMAN

Proses reproduksi pada bunga terjadi pada dua bagian sporofit yang amat penting pada tumbuhan yakni kepala sari (anther) dan bakal biji (ovulum). Pada anthera (kepala sari) akan terjadi proses pembentukan mikrospora secara meiosis atau dinamakan mikrosporogenesis. Proses ini kemudian akan diikuti dengan pembelahan mitosis (mikrogametogenesis) untuk pembentukan gametofit jantan atau polen. Gametofit jantan akan menghasilkan gamet jantan atau sperma. Anther biasanya mengandung empat buah kantung polen berpasangan pada dua teka yang dihubungkan oleh konektivum.

Dinding anthera tersusun atas beberapa lapisan sel. Tapetum merupakan lapisan terdalam yang berfungsi sebagai sumber nutrisi bagi polen yang sedang berkembang. Lapisan endotesium berupa lapisan sel dengan struktur khas membentuk penebalan dinding yang khas berperan

dalam mekanisme pembentukan celah teka pada waktu membebaskan polen. Di antara endotesium dan tapetum terdapat lapisan tengah. Lapisan terluar dari dinding polen adalah epidermis.

Pada anthera terdapat sekelompok sel induk mikrospora yang akan mengalami meiosis, masing-masing menghasilkan empat mikrospora. Pada periode pematangan, masing-masing butir mikrospora akan berkembang menjadi butir polen yang memiliki dinding sel berlapis dua, terdiri atas eksin di bagian luar dan intin sebelah dalam. Eksin biasanya memiliki pola dinding yang amat khas bagi spesies yang bersangkutan. Pada saat dewasa, seluruh anther dipenuhi oleh mikrospora/polen, sehingga kedua rongga pada setiap teka kemudian bersatu menjadi kantung polen yang besar. Polen ke luar dari anther melewati celah atau pori ujung anther atau dengan adanya celah pada dinding lateral anthera.



TES FORMATIF 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Pada anther terjadi peristiwa
 - A. pembentukan sel telur
 - B. pembentukan polen (serbuk sari)
 - C. fertilisasi (pembuahan)
 - D. polinasi (penyerbukan)

- 2) Mikrosporogenesis terjadi di dalam
 - A. anther
 - B. bakal biji (ovulum)
 - C. bakal buah (ovarium)
 - D. nuselus

- 3) Fungsi tapetum, antara lain
 - A. penghubung antara dua teka
 - B. penyokong anther
 - C. mempercepat pembelahan sel sporogen
 - D. sumber nutrisi bagi polen yang sedang berkembang

- 4) Ke arah luar, sel hipodermis pada bakal ather akan menghasilkan
 - A. epidermis
 - B. lapisan parietal
 - C. sel berisi pati
 - D. tapetum

- 5) Pembentukan mikrospora dari mikrosporosit terjadi
- A. di dalam tabung polen
 - B. peristiwa meiosis
 - C. di dalam bakal biji (ovulum)
 - D. pada akhir pembentukan polen

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Praktikum 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Materi Kegiatan Praktikum 3. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Praktikum 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

Pelaksanaan Praktikum

A. TUJUAN

Mengamati struktur anther dan perkembangan polen pada tumbuhan *Lilium*.

B. PROSEDUR KERJA

1. Alat dan bahan

Alat dan bahan yang dibutuhkan pada praktikum ini adalah:

- a. Preparat anthera dari tumbuhan *Lilium*.
- b. Mikroskop.

2. Tahapan kerja

- a. Perhatikan dan pelajari bagan penampang melintang anthera *Lilium* (Gambar 1.10A dan 1.10B) dan gambarkan detail satu sektor (Gambar 1.9A), kemudian pelajari bagian-bagiannya.
- b. Selanjutnya, pelajari perkembangan sel induk mikrospora sampai terjadinya pembentukan sel generatif (Gambar 1.8E).
- c. Setelah Anda mempelajari dan memahami gambar bagan perkembangan sel induk mikrospora sampai menghasilkan sel generatif yang disebut mikrogametogenesis, cari dan pahami bagian-bagiannya dari gambar-gambar selanjutnya:
 - 1) stadium sel induk mikrospora;
 - 2) stadium pembelahan meiosis;
 - 3) stadium mikrospora;
 - 4) stadium mikrogametofit.
- d. Perhatikan gambar bagan sebelum Anda mempelajari bagian-bagiannya, kemudian cari bagian-bagian tersebut pada gambar foto/slide ('preparat').

C. PETUNJUK PENYERAHAN LAPORAN

1. Anda harus menyerahkan laporan praktikum ini sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan oleh instruktur.

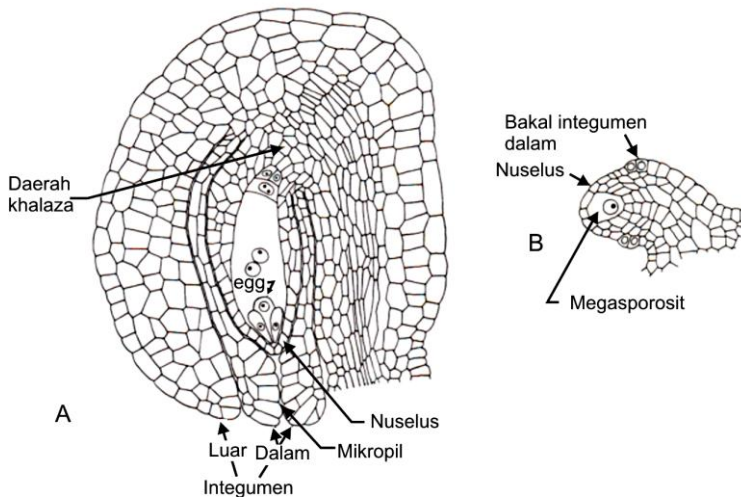
2. Laporan praktikum harus memuat hal-hal berikut.
 - a. Nama dan NIM.
 - b. Judul praktikum.
 - c. Pendahuluan (latar belakang dan tujuan).
 - d. Bahan dan metode (tempat dan waktu pelaksanaan, bahan dan alat, serta metode pelaksanaan).
 - e. Hasil dan Pembahasan.
 - f. Kesimpulan.
 - g. Daftar Pustaka.
 - h. Laporan ditulis di atas kertas kuarto dengan jarak 1,5 spasi.
3. Penilaian
Penilaian laporan ditentukan oleh kejelasan kelengkapan isi laporan.

KEGIATAN PRAKTIKUM 3

Ovulum (Bakal Biji), Megasporogenesis, dan Megagametogenesis

Praktikum ini dilakukan dengan tujuan agar Anda dapat mengamati struktur dan bagian-bagian bakal biji (ovulum), serta perkembangannya mulai dari sel induk megaspora sampai terjadi pembentukan sel telur yang siap dibuahi.

Bakal biji terdiri atas nuselus yang dikelilingi oleh satu atau dua buah integumen (Gambar 1.12 A). Selain itu, pada biji terdapat pula tangkai bakal biji atau funikulus yang menghubungkan bakal biji dengan plasenta, yakni tempat bakal biji melekat pada bakal buah. Di bagian distal, bakal integumen melekuk ke dalam sedemikian rupa sehingga membentuk pori kecil yang disebut **mikropil**. Tempat di mana integumen-integumen bersatu dengan funikulus dinamakan **kalaza**. Sebuah sel nuselus, biasanya salah satu di antara sel nuselus yang terdapat di bawah lapisan sel terluar pada ujung mikropil, akan berdiferensiasi menjadi sel induk megaspora (Gambar 1.12 B). Oleh karena itu, nuselus seringkali dianggap sebagai megasporangium.



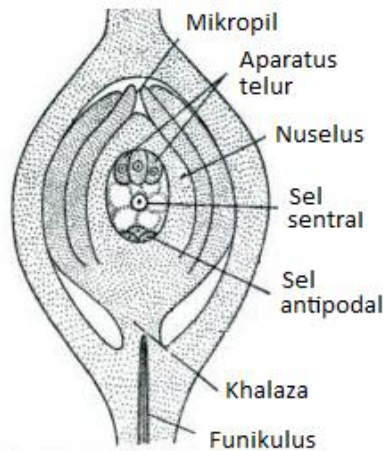
Sumber: Esau, 1977.

Gambar 1.12

(A) Bakal biji dewasa. (B) Bakal biji yang memiliki muda dengan sel induk megaspora.

Posisi bakal biji (ovulum) dapat bermacam-macam (Ingat dan lihat modul 3 teori tentang struktur dan perkembangan alat reproduksi betina). Diantara berbagai tipe ovulum, yang paling umum adalah :

1. **Ortotrop** atau **atrop**, dengan ujung distal nuselus yang terletak pada satu garis lurus dengan plasenta.
2. **Anatrop**, dengan ujung distal nuselus mengarah ke bagian dasar funikulus dan terletak berdampingan (Gambar 1.13).



Sumber: Pandey, 2007.

Gambar 1.13.
Ovulum anatrop

Bakal biji terbentuk pada plasenta di dalam bakal buah. Primordium bakal biji mulai dibentuk dengan adanya pembelahan periklinal pada sel-sel di bawah lapisan luar plasenta. Mula-mula primordium tampak sebagai tonjolan berupa kerucut dengan ujung yang membulat. Sel sporogen pertama dapat dibedakan dalam bakal nuselus oleh karena berukuran lebih besar dari sel lain dan memiliki inti lebih besar dengan sitoplasma lebih pekat. Integumen bagian dalam mulai terbentuk pada jarak tertentu dari apeks nuselus. Pembelahan periklinal pada protoderm mengawali pembentukan tersebut. Integumen mula-mula tampak seperti alur berupa cincin yang kemudian tumbuh ke arah apeks nuselus, dengan demikian meliputi nuselus, kecuali pada mikropil di ujung distal ovulum. Pembentukan integumen luar, jika ada, terdapat pada protoderm di tempat yang sedikit lebih rendah dari integumen dalam. Perkembangan selanjutnya sama dengan integumen dalam.

Sebagian besar tumbuhan, integumen luar tidak mencapai mikropil. Pada ovulum anatrop atau ovulum melengkung lainnya, pertumbuhan integumen adalah asimetris. Pada kalaza tidak ada diferensiasi antara jaringan integumen dan funikulus.

Seluruh permukaan bagian ovulum diliputi kutikula. Dengan demikian dapat dibedakan antara kutikula luar yang meliputi bagian luar funikulus dan integumen luar, kutikula tengah yang bersifat ganda di antara kedua integumen, dan kutikula dalam yang juga bersifat ganda di antara integumen dalam dan nuselus.

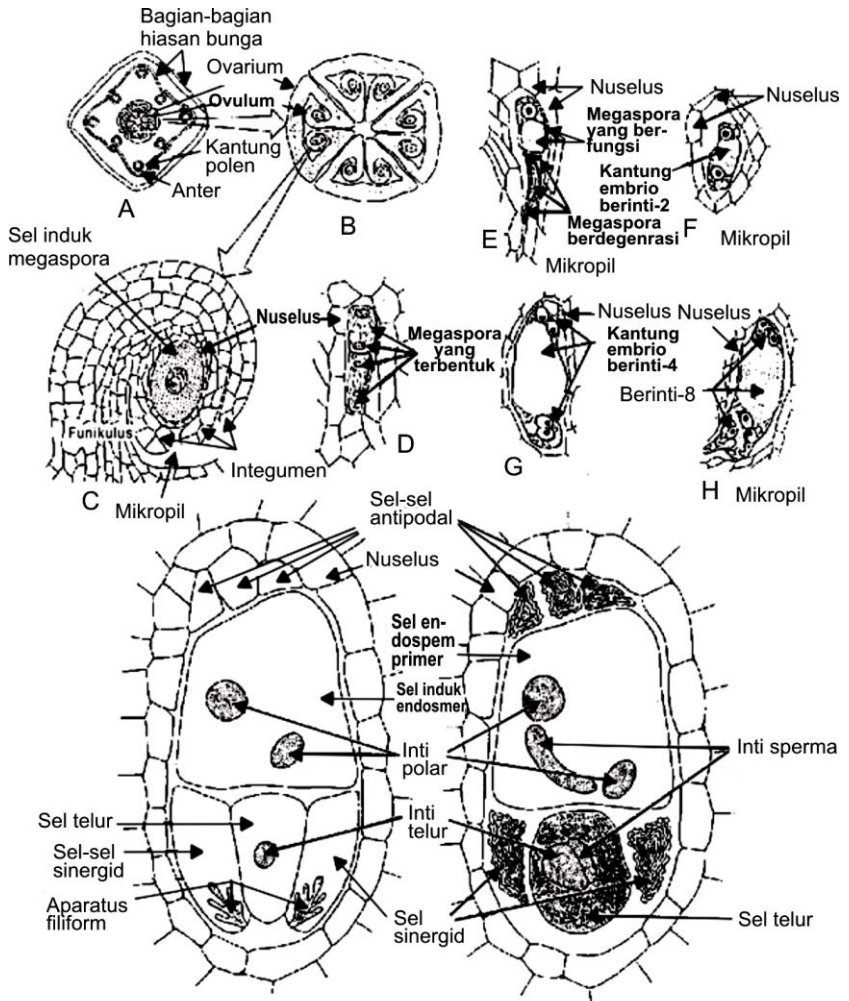
Sementara perkembangan megaspora atau kantung embrio berlangsung, jaringan vegetatif nuselus rusak sebagian atau seluruhnya. Isi sel terabsorpsi oleh bagian-bagian lain dari ovulum. Pada tumbuhan tertentu, nuselus dapat membentuk jaringan nutrisi yang disebut perisperm. Seiring dengan pendewasaan ovulum, maka struktur histologis integumen dan bagian lainnya akan berubah.

Pada umumnya hanya ada sebuah sel induk megaspora yang terbentuk dalam setiap nuselus meskipun ada juga beberapa tumbuhan lain yang membentuk lebih dari satu sel induk megaspora. Di bagian apeks dari nuselus, sebuah sel hipodermis atau lebih, berdiferensiasi menjadi sel induk megaspora (Gambar 1.14C). Sel induk megaspora mengalami meiosis yang diikuti dengan pembentukan dinding di sekeliling masing-masing inti dari keempat megaspora haploid yang terjadi. Umumnya keempat megaspora tersebut tersusun dalam tetrad yang linier (dalam satu deretan; Gambar 1.14D). Ketiga megaspora yang berdekatan dengan mikropil umumnya akan berdegenerasi, sementara megaspora yang berdekatan dengan kalaza tetap bertahan (Gambar 1.14D) dan melanjutkan perkembangannya menjadi gametofit betina. Megagametofit akan mengalami pendewasaan melalui tiga kali pembelahan mitosis tanpa diikuti sitokinesis sehingga dihasilkan gametofit betina yang mengandung 8 inti bebas (Gambar 1.14F, 1.14G, 1.14H). Pada masing-masing ujung sel gametofit (khalaza dan mikropil) akan terdapat empat buah inti. Selanjutnya, terjadi pemindahan masing-masing satu inti dari kedua kelompok tersebut di atas ke pusat gametofit dan dinamakan **inti polar** (inti kutub; Gambar 1.14I). Ketiga inti yang masih berada di kutub kalaza, masing-masing akan membentuk selaput sel dan terjadi penambahan sitoplasmanya, dinamakan **sel antipoda** (Gambar 1.14I).

Pada kutub mikropil ketiga inti akan membentuk aparatus telur, yang terdiri atas sel telur dan kedua inti di sebelahnya masing-masing menjadi

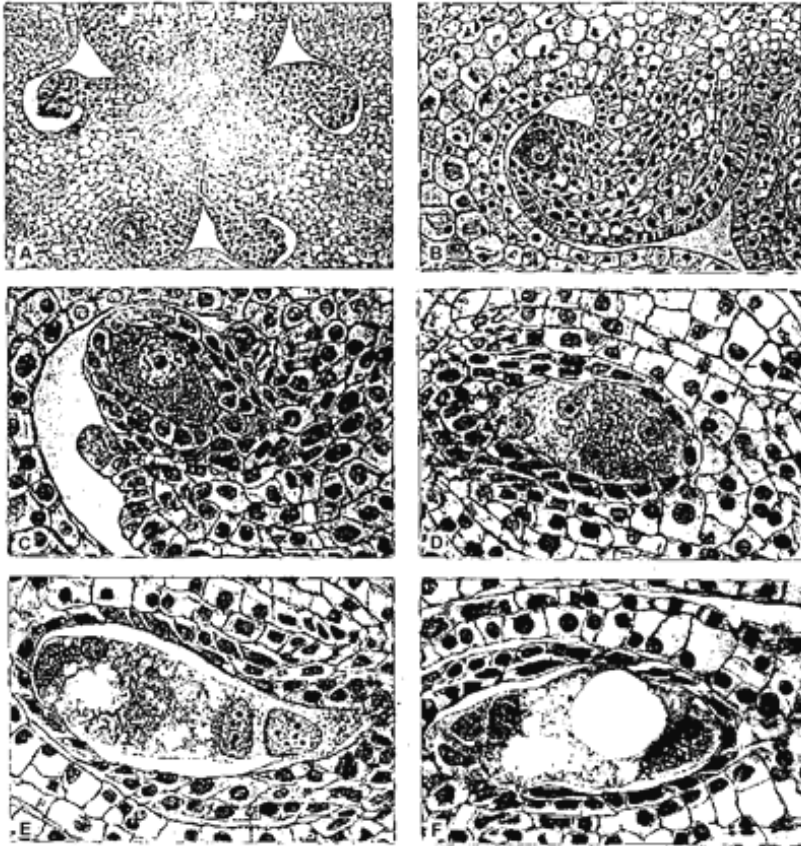
sinergid (Gambar 1.14J). Sebelum pembuahan ganda berlangsung, maka kedua inti kutub di tengah akan bersatu menjadi inti polar yang diploid. Gametofit betina dewasa akan memiliki 7 buah inti. Cara sporogenesis dan pembentukan gametofit tersebut di atas digolongkan kedalam **tipe Polygonum**.

Salah satu pengecualian pada pola pembentukan gametofit betina terdapat pada *Lilium* yang mengikuti **tipe Fritillaria** (Gambar 1.16 – 1.20). *Lilium* adalah suatu tumbuhan yang sering kali digunakan dalam mempelajari megasporogenesis, oleh karena ukuran inti serta gametofit cukup besar dan tumbuhan tersebut mudah diperoleh. Pada *Lilium*, keempat inti megaspora haploid yang merupakan hasil meiosis sel induk megaspora, akan tetap berada dalam satu sel yang dinamakan sel kantung embrio, dan tidak terjadi degenerasi. Tiga di antaranya berpindah ke kutub kalaza dan satu berada di dekat mikropil. Inti dekat mikropil membelah secara mitosis dua kali, menghasilkan 4 inti haploid. Dari 4 inti tersebut, sebuah inti menjadi sel telur bersama dengan dua sinergid yang tersusun lateral. Inti keempat berpindah ke bagian tengah kantung embrio dan merupakan bagian dari inti polar yang ada di tengah kantung embrio. Perbedaan yang mencolok terjadi pada perilaku megaspora yang berkelompok dekat kalaza. Setelah berpindah ke kutub tersebut, akan terjadi pembelahan secara serentak, namun pada metafase ketiga, kumparan yang terbentuk menjadi kusut dan kemudian menyatu. Oleh karena masing-masing inti telah mengalami duplikasi kromosom maka terdapat 3 perangkat kromosom yang telah membelah dalam satu kumparan besar. Pada akhir telofase terbentuk 2 anak inti masing-masing mengandung $3n$ kromosom. Kedua inti triploid tersebut masing-masing membelah lagi menghasilkan 4 inti triploid dekat kalaza. Tiga di antaranya berlaku sebagai antipoda dan akhirnya akan berdegenerasi, sedangkan inti keempat berpindah ke tengah sebagai inti polar yang kedua. Dengan demikian, pada gametofit *Lilium* ditemukan 2 inti polar masing-masing dengan jumlah kromosom $1n$ dan $3n$. Pada megagametofit dewasa, akan terdapat inti dengan jumlah kromosom $4n$. Pada keadaan ini megagametofit telah siap berperan dalam pembuahan ganda.



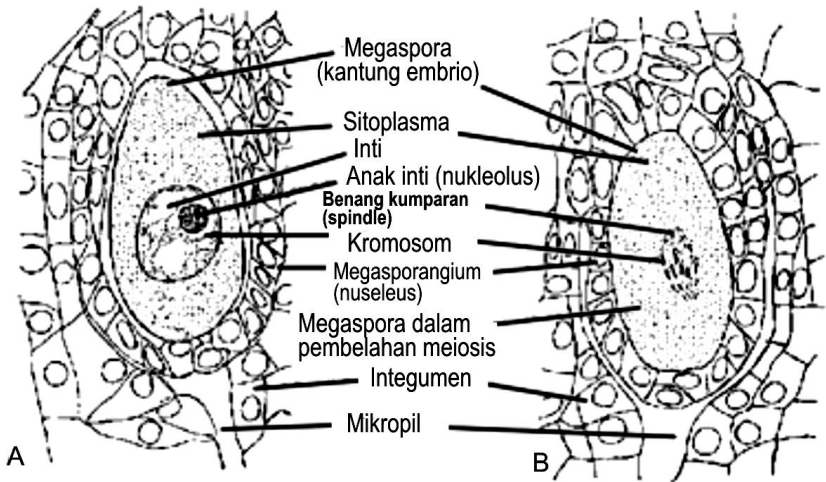
Gambar 1.14.

Perkembangan kantung embrio. A, penampang melintang kuncup bunga lengkap yang menunjukkan bagian-bagian bunga, di bagian tengah terdapat bakal buah (ovarium) dengan empat daun buah (karpel). B, bakal buah diperbesar menunjukkan empat karpel dan bakal biji (ovulum). C, satu bakal biji, sel induk megaspora (megasporosit) pada stadium profase dari meiosis. D, telofase akhir dari pembelahan meiosis kedua. E, empat megaspora, tiga berdegenerasi. F, kantung embrio berinti dua. G, kantung embrio berinti empat. H, kantung embrio berinti delapan. I, kantung embrio matang. J, fertilisasi, sinergid berdegenerasi.

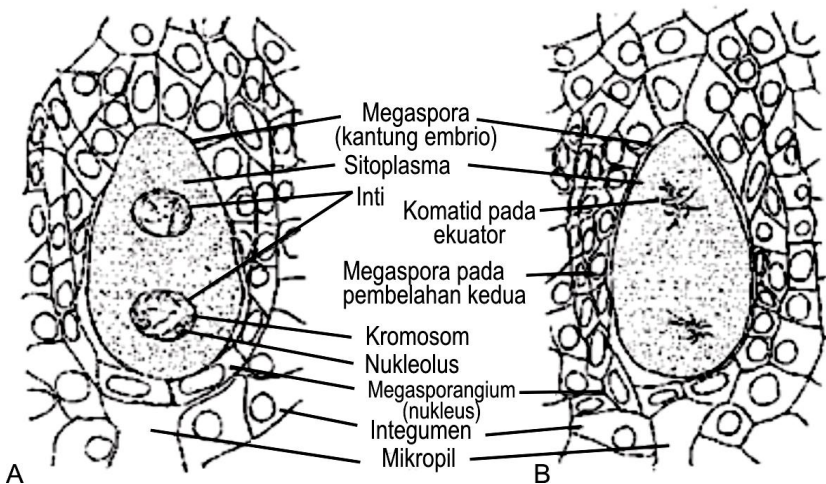


Gambar 1.15.

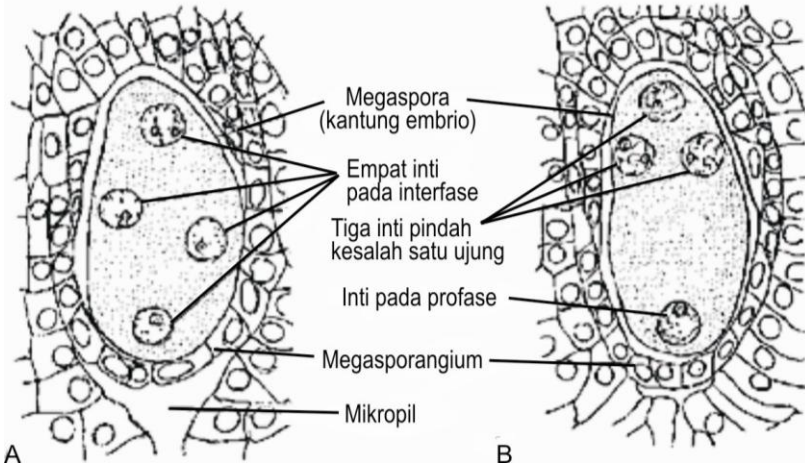
Perkembangan kantung embrio. A, penampang melintang ovarium *Lilium*, menunjukkan lokasi ovulum. B, ovulum dengan megasporosit (sel induk megaspora) yang besar. C, stadium berikutnya, integumen dan satu lapisan nuselus mengelilingi megasporosit. D, stadium 4 megaspora. E, stadium 4-inti kedua. F, kantung embrio dewasa atau matang.



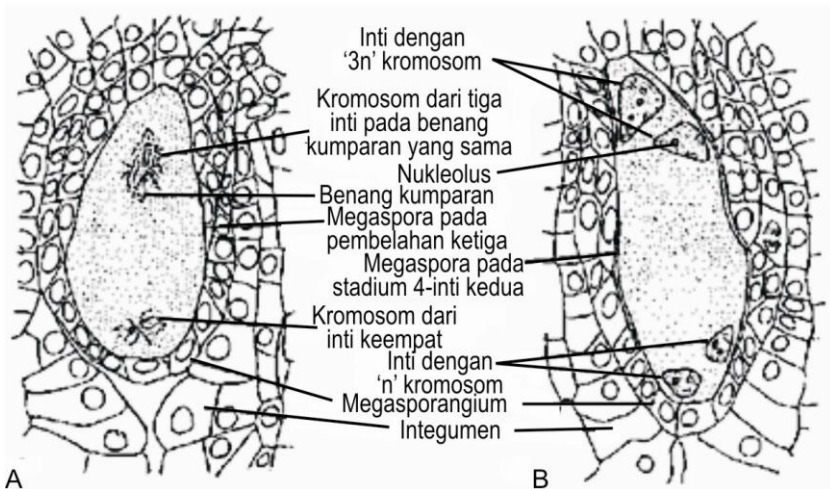
Gambar 1.16. Perkembangan kantong embrio *Lilium*. A, stadium sel induk megaspora. B, pembelahan pertama.



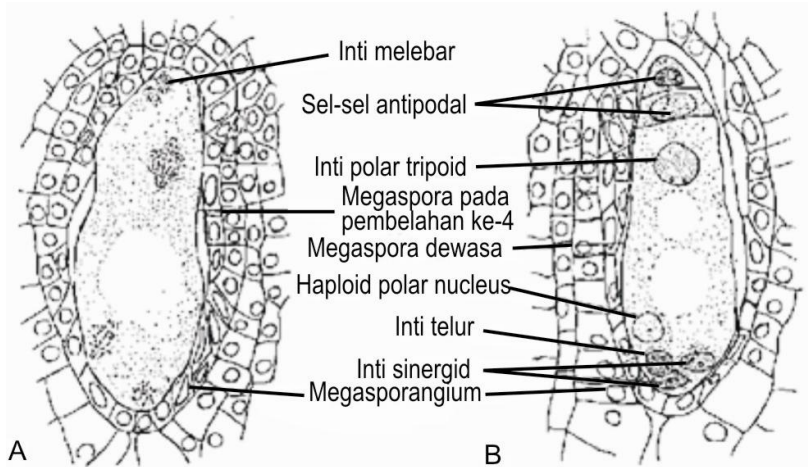
Gambar 1.17. Perkembangan kantong embrio *Lilium*. A, stadium dua inti pertama; B, pembelahan kedua.



Gambar 1.18.
 Perkembangan kantung embrio *Lilium*.
 A, stadium empat inti pertama. B migrasi tiga inti.



Gambar 1.19.
 Perkembangan kantung embrio *Lilium*. A dan C, pembelahan ketiga. B dan D, stadium empat inti kedua. Perbesaran Gambar C dan D 550 X.



Gambar 1.20.

Perkembangan kantung embrio *Lilium*. A dan C, pembelahan keempat. C dan D, stadium gametofit betina muda (stadium delapan inti, di mana dua inti melebur menjadi satu inti polar triploid, sehingga jumlah inti menjadi tujuh).



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Buatlah bagan perkembangan gametofit tipe *Polygonum*!
- 2) Buatlah bagan dari kelakuan perkembangan sel induk megaspora pada *Lilium* (tipe *Fritillaria*)!
- 3) Jelaskan hubungan gametofit betina dengan sporofit dari segi ketergantungan akan nutrisi!

Petunjuk Jawaban Latihan

Jika Anda mengalami kesulitan dalam menjawab latihan, silakan membaca kembali materi Kegiatan Praktikum 3, dengan mencoba menggambar materi yang ditanyakan pada latihan.



RANGKUMAN

Pembentukan gamet betina berlangsung di dalam bakal biji, yang diawali dengan terjadinya **megasporogenesis** (melalui pembelahan meiosis) untuk menghasilkan megaspora dan diikuti dengan beberapa kali pembelahan mitosis (**megagametogenesis**) untuk membentuk gametofit betina atau kantung embrio.

Bakal biji terdiri atas nuselus yang dikelilingi oleh satu atau dua buah integumen dan terdapat pula tangkai bakal biji atau funikulus yang menghubungkan bakal biji dengan plasenta. Integumen akan membentuk pori kecil yang disebut mikropil. Tempat integumen bersatu dengan funikulus dinamakan kalaza.

Pada nuselus, salah satu sel hipodermis di bawah lapisan sel terluar di bagian apeks dari nuselus akan berdiferensiasi menjadi sel induk megaspora. Pada umumnya hanya ada sebuah sel induk megaspora yang terbentuk dalam setiap nuselus. Sel induk megaspora mengalami meiosis yang diikuti dengan pembentukan dinding di sekeliling masing-masing inti dari keempat megaspora haploid yang terjadi. Umumnya keempat megaspora tersebut tersusun dalam tetrad yang linier, ketiga megaspora yang berdekatan dengan mikropil umumnya akan berdegenerasi, sementara megaspora yang berdekatan dengan kalaza tetap bertahan membentuk megagametofit. Megagametofit akan mengalami tiga kali pembelahan mitosis tanpa diikuti sitokinesis sehingga dihasilkan gametofit betina yang mengandung 8 inti bebas, dua **inti polar** di bagian tengah, tiga inti kutub kalaza akan berkembang menjadi **sel antipodal** dan tiga inti di bagian mikropil akan membentuk **aparatus telur**, yang terdiri atas **sel telur** dan dua **sel sinergid**.



TES FORMATIF 3

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Dari proses megasporogenesis dihasilkan
 - A. sel telur
 - B. megaspora
 - C. bakal biji
 - D. kantung embrio

- 2) Dari proses megagametogenesis dihasilkan
 - A. kantung embrio berinti delapan
 - B. megaspora
 - C. sel sperma
 - D. sel telur

- 3) Pada waktu pembentukan megaspora terjadi pembelahan
 - A. mitosis
 - B. meiosis
 - C. kariokinesis
 - D. sitokinesis

- 4) Tipe ovulum yang ujung distal nuselusny mengarah ke dasar funikulus disebut dengan
 - A. ortotrop
 - B. anatrop
 - C. atrop
 - D. hemianatrop

- 5) Sel telur di dalam kantung embrio terdapat di daerah
 - A. kutub kalaza
 - B. kutub mikropil
 - C. tengah
 - D. di dekat sel-sel antipodal

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 3 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Praktikum 3.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Praktikum 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

Pelaksanaan Praktikum

A. TUJUAN

Melihat struktur bakal biji (ovulum).

Perhatikan gambar bagan sebelum Anda mempelajari bagian-bagiannya, kemudian cari bagian-bagian tersebut pada gambar foto/slide ('preparat').

B. PROSEDUR KERJA

1. Alat dan bahan

Alat dan bahan yang dibutuhkan pada praktikum ini adalah:

- a. Preparat anthera dari tumbuhan *Lilium*.
- b. Mikroskop.
- c. Silet.
- d. Pinset.
- e. Jarum jara.

2. Tahapan kerja

- a. Perhatikan dan pelajari bagan penampang melintang ovarium *Lilium* (Gambar 1.5A dan 1.5B) dan gambarkan detail satu sektor (Gambar 1.5C), kemudian pelajari bagan-bagannya. Selanjutnya, pelajari perkembangan sel induk megaspora sampai terjadi pembentukan sel telur yang siap dibuahi (Gambar 1.5C sampai dengan Gambar 1.5I).
- b. Setelah Anda mempelajari dan memahami gambar bagan perkembangan sel induk megaspora sampai menghasilkan sel telur yang disebut megagametogenesis, kemudian cari dan pahami bagian-bagiannya dari gambar-gambar selanjutnya:
 - 1) stadium sel induk megaspora;
 - 2) stadium kantung embrio berinti dua;
 - 3) stadium empat inti pertama;
 - 4) stadium gametofit berinti delapan (stadium tujuh inti, apabila inti polar telah bersatu).

Perhatikan gambar bagan sebelum Anda mempelajari bagian-bagiannya, kemudian cari bagian-bagian tersebut pada gambar/foto/slide (preparat).

C. PETUNJUK PENYERAHAN LAPORAN

1. Anda harus menyerahkan laporan praktikum ini sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan oleh instruktur.
2. Laporan praktikum harus memuat hal-hal berikut.
 - a. Nama dan NIM.
 - b. Judul praktikum.
 - c. Pendahuluan (latar belakang dan tujuan).
 - d. Bahan dan metode (tempat dan waktu pelaksanaan, bahan dan alat, serta metode pelaksanaan).
 - e. Hasil dan Pembahasan.
 - f. Kesimpulan.
 - g. Daftar Pustaka.
 - h. Laporan ditulis di atas kertas kuarto dengan jarak 1,5 spasi.
3. Penilaian
Penilaian laporan ditentukan oleh kejelasan kelengkapan isi laporan.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

- 1) A. Salah, bunga sempurna adalah bunga yang memiliki kedua alat perkembangbiakan.
B. Salah, bunga lengkap pasti akan berada pada satu individu sama.
C. Salah, monoecious artinya bunga jantan dan betina terdapat pada satu individu tumbuhan yang sama.
D. **Jawaban benar.**
- 2) A. Salah, bunga matahari termasuk perbungaan.
B. **Jawaban benar.**
C. Salah, bunga pita terletak di bagian tepi.
D. Salah, bunga berbibir dua terdapat pada bunga *Gerbera*.
- 3) A. Salah, ovarium pada anggrek berada di bawah perhiasan bunga.
B. Salah, lemma adalah salah satu braktea pada bunga Poaceae.
C. **Jawaban benar.**
D. Salah, discus viscidus terdapat di bagian stamen yang memegang polinia.
- 4) A. Salah, polinia adalah kumpulan polen di bagian ujung ginandria.
B. **Jawaban benar.**
C. Salah, labelum adalah bagian dari petal.
D. Salah, ginandria adalah gabungan dari stamen dan pistilum.
- 5) A. Salah, ovarium ditunjukkan oleh huruf Y.
B. **Jawaban benar.**
C. Salah, labelum ditunjukkan dengan huruf X.
D. Salah, pada Orchidaceae tidak terdapat lemma.

Tes Formatif 2

- 1) A. Salah, pembentukan sel telur berlangsung dalam kantung embrio.
B. **Jawaban benar.**
C. Salah, fertilisasi berlangsung pada kantung embrio di dalam bakal biji.
D. Salah, polinasi berlangsung pada stigma.
- 2) A. **Jawaban benar.**
B. Salah, pada bakal biji (ovulum) terjadi megasporogenesis.
C. Salah, bakal buah (ovarium) merupakan tempat tumbuhnya bakal

biji.

- D. Salah, nuselus adalah jaringan sporofit betina.
- 3) A. Salah, penghubung dua teka adalah konektivum.
 B. Salah, penyokong anther adalah filamen.
 C. Salah, pembelahan sel sporogen tidak dipercepat oleh tapetum.
 D. **Jawaban benar.**
- 4) A. Salah, epidermis merupakan bagian terluar dari dinding anthera.
 B. **Jawaban benar.**
 C. Salah.
 D. Salah, tapetum berada pada lapisan terdalam dan merupakan turunan dari sel parietal.
- 5) A. Salah, pada tabung polen akan terjadi pembentukan 2 sperma.
 B. **Jawaban benar.**
 C. Salah, di dalam bakal biji (ovulum) terjadi megasporogenesis.
 D. Salah, polen merupakan struktur hasil diferensiasi mikrospora.

Tes Formatif 3

- 1) A. Salah, sel telur dihasilkan dari proses megagametogenesis.
 B. **Jawaban benar.**
 C. Salah, bakal biji terbentuk dari hasil perkembangan primordia ovulum.
 D. Salah, kantung embrio terbentuk dari megagametogenesis.
- 2) A. **Jawaban benar.**
 B. Salah, megaspora merupakan hasil akhir megasporogenesis.
 C. Salah, sel sperma merupakan hasil dari megagametogenesis.
 D. Sel telur merupakan bagian dari kantung embrio.
- 3) A. Salah, mitosis terjadi ketika pembentukan kantung embrio.
 B. **Jawaban benar.**
 C. Kurang tepat, kariokinesis hanya merupakan pembelahan inti.
 D. Kurang tepat, sitokinesis hanya menunjukkan pembelahan sel.
- 4) A. Salah, pada tipe ortotrop bagian apeks nuselus berada pada ujung yang berlawanan dengan funikulus.
 B. Salah, bagian apeks nuselus pada biji hemianatrop berada pada posisi tegak lurus tangkai bakal biji.
 C. Salah, bakal biji atrop = ortotrop.
 D. **Jawaban benar.**

- 5) A. Salah, sel telur terdapat di dekat mikropil.
B. **Jawaban benar.**
C. Salah, bagian tengah merupakan tempat inti polar.
D. Salah, sel-sel antipodal berada di khalaza.

Daftar Pustaka

- Bhojwani, S.S. and S.P. Bhatnagar. (1978). *The Embriology of Angiosperm*. New Delhi: Vikas Publishing House Ltd.
- Bracegirdle, B. and P. H. Miles. (1971). *An Atlas of Plant Structure*. Vol. 1. London: Heinemann Educational Books.
- Fahn, A. (1990). *Plant Anatomy*. 4th edition. Oxford: Pergamon Press.
- Johri, B. M (ed). (1984). *Embriology of Angiosperm*. New York: Mc. Graw Hill Books Company.