

A. Perkembangbiakan pada Tumbuhan

Ayo, Kita Pelajari



- Perkembangbiakan *Angiospermae* dan *Gymnospermae*
- Perkembangbiakan pada tumbuhan paku dan lumut



Istilah Penting

- *Angiospermae*
- *Gymnospermae*
- Aksual
- Seksual
- Rhizoma
- Stolon
- Umbi
- Cangkok
- Merunduk
- Mengenten
- Okulasi
- Polinasi
- Pembuahan
- Perkecambahan

Mengapa Penting?

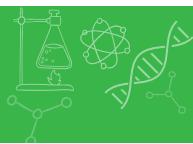


Mempelajari materi ini dapat membantu kamu memahami cara tumbuhan dapat tumbuh dan berkembang biak sehingga kamu dapat dengan mudah mengembangbiakkan dan melestarikannya.

Pernahkah kamu mengamati tumbuhan yang berada di sekitar rumah atau sekolahmu? Tahukah kamu bagaimana tumbuhan yang berada di sekitarmu menjadi bertambah banyak? Bagaimana tumbuhan tersebut berkembangbiak atau bereproduksi? Pada bab ini akan dipelajari berbagai macam cara perkembangbiakan kelompok besar tumbuhan, yaitu tumbuhan berbiji (*Spermatophyta*), tumbuhan paku (*Pteridophyta*), dan lumut (*Bryophyta*). Pembahasan pada tumbuhan berbiji (*Spermatophyta*) dibagi menjadi tumbuhan berbiji tertutup (*Angiospermae*) dan tumbuhan berbiji terbuka (*Gymnospermae*). Penasaran bukan dengan penjelasan dan contoh setiap golongan tumbuhan? Ayo kita pelajari pembahasannya dengan seksama!

1. Perkembangbiakan Tumbuhan Angiospermae

Pernahkah kamu melihat tanaman mangga, rambutan, kelapa, padi, dan jagung? Tanaman tersebut merupakan contoh dari kelompok tumbuhan *Angiospermae*. Apa yang dimaksud tumbuhan *Angiospermae*? Tumbuhan *Angiospermae* atau tumbuhan biji tertutup adalah tumbuhan yang memiliki ciri bakal biji berada dalam bakal buah (ovarium). Bakal buah adalah bagian putik yang membesar yang tersusun oleh daun buah (karpel). Bakal buah selanjutnya akan berkembang menjadi buah dan bakal biji berkembang menjadi biji.



Tumbuhan biji tertutup sangat penting bagi kehidupan manusia maupun hewan, karena tumbuhan inilah yang menyediakan hampir semua bahan makanan yang berasal dari tumbuhan. Tumbuhan *Angiospermae* mengalami perkembangbiakan vegetatif dan perkembangbiakan generatif.

a. Perkembangbiakan Vegetatif pada Tumbuhan *Angiospermae*

Tahukah kamu apa saja organ tumbuhan yang terlibat dalam proses perkembangbiakan vegetatif? Coba kamu ingat lagi, organ tumbuhan apa yang terlibat dalam perkembangbiakan tanaman singkong, stroberi, dan bawang merah? Jika kesulitan, kamu dapat mengamati langsung tanaman tersebut di lingkungan sekitarmu. Lakukanlah aktivitas berikut bersama temanmu agar lebih memahami materi perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan!



Ayo, Kita Diskusikan

Cobalah lengkapi Tabel 2.1 tentang cara perkembangbiakan vegetatif tumbuhan yang kamu ketahui! Cari sebanyak mungkin tumbuhan yang dapat kamu tulis pada Tabel 2.1. Berdiskusilah dengan temanmu untuk menyelesaikan tugas ini!

Tabel 2.1 Cara Perkembangbiakan Vegetatif Tumbuhan

No.	Jenis Tumbuhan	Bagian Tumbuhan yang Ditanam				Buatan	Alami
		Daun	Batang	Akar	Umbi		
1	Singkong		✓			✓	
2	Bawang merah				✓		✓
3							

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Tumbuhan apa sajakah yang dapat berkembangbiak dengan bantuan manusia?
2. Tumbuhan apa sajakah yang dapat berkembangbiak tanpa bantuan manusia atau secara alami?
3. Coba jelaskan mengapa bagian tumbuhan dapat digunakan untuk menghasilkan individu baru?
4. Kesimpulan apa yang dapat disusun berdasarkan hasil diskusi yang telah kamu lakukan?

Berdasarkan hasil aktivitas “Ayo, Kita Diskusikan” tentang perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan, apakah kamu menemukan bahwa beberapa tumbuhan dapat berkembangbiak dengan menggunakan bagian tubuh tumbuhan yang berbeda? Jika kamu cermati, tumbuhan dapat berkembangbiak dengan menggunakan bagian tumbuhan seperti akar, batang, ataupun daun. Cara perkembangbiakan tumbuhan dengan menggunakan bagian tumbuhan disebut **perkembangbiakan secara vegetatif**. Perkembangbiakan tumbuhan secara vegetatif dapat menghasilkan individu baru tanpa melibatkan proses fertilisasi (proses peleburan inti sel sperma dengan inti sel telur sehingga membentuk zigot).

Tumbuhan dapat melakukan perkembangbiakan vegetatif karena tumbuhan memiliki sel-sel yang memiliki kemampuan untuk berkembang menjadi berbagai jenis sel penyusun jaringan dan organ tumbuhan yang disebut **sel meristem**. Keturunan yang dihasilkan dari perkembangbiakan vegetatif memiliki sifat atau karakter yang sama dengan sifat induk.

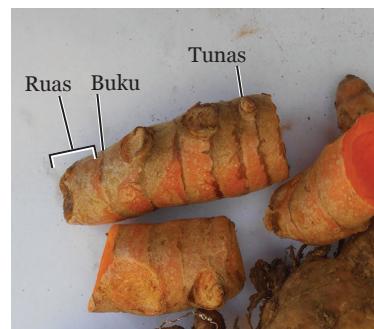
1) Perkembangbiakan Vegetatif Alami

Berdasarkan hasil aktivitas “Ayo, Kita Diskusikan” tentang perkembangbiakan vegetatif tumbuhan, kamu telah mengenal dan mengetahui perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan bukan? Kamu juga menemukan bahwa tumbuhan dapat berkembangbiak dengan bantuan manusia dan ada pula tumbuhan yang dapat berkembangbiak tanpa bantuan manusia (secara alami). Cermati lagi tumbuhan apa saja yang dapat berkembangbiak tanpa bantuan manusia atau berkembangbiak secara alami!

Tumbuhan yang dapat berkembangbiak dengan bagian tubuhnya tanpa bantuan manusia inilah yang disebut dengan perkembangbiakan vegetatif alami. Berikut ini adalah berbagai macam cara perkembangbiakan vegetatif alami.

a) Rhizoma

Perhatikan Gambar 2.2! Masih ingatkah kamu dengan ciri -ciri batang? Pada batang terdapat ruas dan buku. Pada buku inilah tempat tumbuhnya tunas



Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 2.2 Ruas dan Buku pada Rhizoma Kunyit



yang akan berkembang menjadi tumbuhan baru. Beberapa tumbuhan berkembangbiak dengan tunas pada batang yang ada di dalam tanah. Batang yang ada di dalam tanah disebut **rhizoma**. Beberapa contoh tumbuhan yang perkembangbiakan dengan rhizoma adalah jahe, kunyit, lengkuas, dan temu lawak.

b) Stolon

Pernahkah kamu mengamati rumput di lapangan? Pada rumput dan beberapa tanaman lain, misalnya stroberi dan pegagan terdapat batang yang menjalar di atas tanah. Batang tumbuhan yang menjalar di atas tanah disebut **stolon** (geragih). Tunas dapat tumbuh pada buku dari stolon. Saat tunas terpisah dari tanaman induk, tunas sudah mampu tumbuh menjadi individu baru. Perhatikan Gambar 2.3!

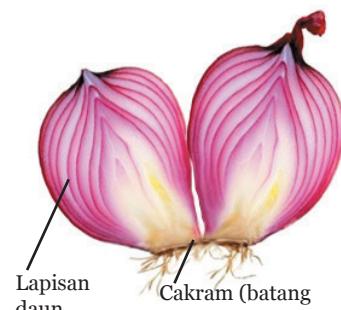


Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.3 Stolon pada Stroberi

c) Umbi Lapis

Tahukah kamu apa yang dimaksud dengan umbi lapis? Umbi lapis terdapat pada bawang merah (Gambar 2.4). Coba perhatikan lapisan-lapisan yang terdapat pada bawang merah. Dinamakan **umbi lapis** karena memperlihatkan susunan berlapis-lapis yang terdiri atas daun yang menebal, lunak, dan berdaging serta batang yang berupa bagian kecil pada bagian bawah umbi lapis yang disebut dengan **cakram**. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa umbi lapis (**bulbus**) merupakan modifikasi batang dan daun.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.4 Umbi Lapis pada Bawang Merah

Pada tumbuhan yang berkembangbiak dengan umbi lapis, terdapat kuncup samping. Kuncup samping yang tumbuh biasanya merupakan umbi lapis kecil-kecil, berkelompok di sekitar umbi induknya. Bagian ini dinamakan siung atau anak umbi lapis. Jika siung tersebut dipisahkan dari induknya, maka akan menghasilkan tumbuhan baru.

d) Umbi Batang

Pernahkah kamu mengamati sebuah kentang? Perhatikan Gambar 2.5! Jika kamu amati dengan saksama, pada permukaan kentang, mungkin kamu akan dapat melihat mata tunas (kuncup). Pada kondisi yang sesuai untuk pertumbuhannya dari mata tunas ini akan terbentuk tunas dan menghasilkan tumbuhan baru.

Kentang merupakan salah satu contoh tumbuhan yang mengalami penggembungan pada batang di dalam tanah dan berisi cadangan makanan. Batang yang demikian disebut dengan umbi batang. Umbi batang selain berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan juga berfungsi untuk perkembangbiakan. Tanaman ubi jalar juga dapat berkembang biak dengan menggunakan umbi batang.

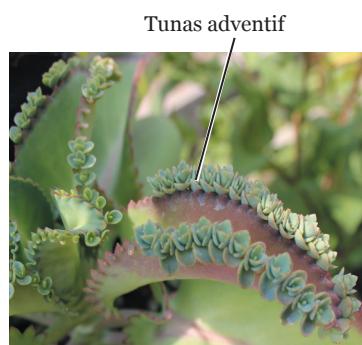


Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.5 Tunas pada Kentang

e) Kuncup Adventif Daun

Bagaimana daun dapat menghasilkan individu baru? Tahukah kamu bahwa pada bagian tepi daun terdapat sel yang selalu membelah (sel meristem)? Pada bagian daun yang demikian dapat membentuk kuncup. Kuncup merupakan calon tunas yang terdiri atas calon batang beserta calon daun. Kuncup yang terdapat pada tepi daun disebut kuncup adventif daun atau tunas liar pada tepi daun. Contoh tumbuhan yang berkembangbiak dengan kuncup adventif daun adalah cocor bebek. Perhatikan Gambar 2.6!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.6 Daun Cocor Bebek

2) Perkembangbiakan Vegetatif Buatan

Pernahkah kamu mendengar tentang pohon jeruk yang masih muda, tetapi mampu menghasilkan buah dalam jumlah banyak dan rasa yang manis? Apakah jeruk jenis demikian ada secara alami di alam? Tahukah kamu bagaimana singkong atau ketela pohon ditanam di kebun yang luas? Perkembangbiakan vegetatif dapat terjadi secara alami di alam seperti yang telah dibahas sebelumnya. Perkembangbiakan vegetatif



juga dapat dilakukan dengan bantuan manusia. Bagaimana cara manusia membantu perkembangbiakan vegetatif tumbuhan? Ayo kita lakukan Aktivitas 2.1.



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.1 Menyelidiki Perkembangbiakan pada Beberapa Tumbuhan

Apa yang akan kamu lakukan?

Kamu akan mengamati cara perkembangbiakan beberapa jenis tumbuhan dan organ-organ tumbuhan yang berperan dalam proses perkembangbiakan.

Apa yang kamu perlukan?

1. Delapan buah gelas plastik bekas, polibag, atau pot kecil
2. Tanah
3. Air
4. Pisau/alat pemotong
5. Lidi
6. Tanaman iler (*Coleus*), tanaman cocor bebek, tanaman *Begonia*, dan tanaman bawang merah.
7. Jika kamu tidak menemukan tanaman tersebut, kamu dapat menggantinya dengan tanaman lain yang ada di sekitarmu.



(a) Iler (*Coleus*)



(b) Cocor bebek



(c) *Begonia*



(d) Bawang merah

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.7 Tanaman Bahan Amatan Percobaan Perkembangbiakan Vegetatif Tumbuhan

Mintalah bantuan orang tuamu untuk mencari tanaman yang diperlukan dalam percobaan jika kamu merasa kesulitan.

Apa yang harus kamu lakukan?

- **Perlakuan pada Tanaman Cocor Bebek, Begonia, dan Iler (Coleus)**
 1. Masukkan tanah ke dalam sembilan gelas plastik dengan volume yang sama pada masing-masing gelas.
 2. Potonglah bagian daun, batang, dan akar ketiga tanaman.
 3. Tancapkan daun, batang, dan akar setiap tanaman pada tanah yang terdapat dalam gelas plastik tersebut. Kemudian siramlah potongan tanaman tersebut dengan air.
 4. Amatilah dengan cermat bagian tumbuhan yang telah kamu tanam setiap 2 hari sekali selama 2 minggu. Jangan lupa menyirami potongan tanaman tersebut dengan air setiap 2 hari.
 5. Catatlah dengan teliti hasil pengamatamu pada Tabel 2.2.

Berhati-hatilah saat menggunakan alat pemotong, baik pisau maupun gunting agar tidak melukai diri sendiri dan orang lain! Amati dengan cermat bagian tanaman yang mengalami pertumbuhan dan perkembangan!

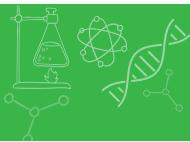
- **Perlakuan pada Bawang Merah**

1. Isilah dua gelas plastik bekas dengan air dengan volume yang sama pada masing-masing gelas plastik.
2. Potonglah tanaman bawang merah menjadi dua bagian yaitu bagian umbi dan bagian daun.
3. Tusuklah umbi dan daun bawang merah menggunakan lidi.
4. Letakkan umbi dan daun bawang merah tersebut pada gelas plastik yang telah diisi air dan pastikan bahwa ada bagian dari umbi dan daun yang terendam air.
5. Perhatikan Gambar 2.8 untuk memudahkan melakukan langkah 3 – 4!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.8 Perlakuan pada Umbi Bawang Merah dan Daun Bawang Merah



- Lakukan pengamatan terhadap bagian tumbuhan yang telah kamu tanam selama dua minggu. Kamu perlu melakukan pengamatan dua hari sekali pada setiap percobaanmu.
- Catatlah hasil pengamatanmu pada Tabel 2.2.

Data Hasil Pengamatan

Tabel 2.2 Data Hasil Pengamatan Menyelidiki Perkembangbiakan pada Beberapa Tanaman

Jenis Tanaman	Coleus			Cocor Bebek			Begonia			Bawang Merah		
Bagian Tanaman	A	B	D	A	B	D	A	B	D	A	B	D
Hari Ke-												
2												
4												
6												
8												
10												
12												
14												

Keterangan: A = Akar ; B = Batang; D = Daun

Apa yang perlu kamu diskusikan?

- Tumbuhan manakah yang berkembangbiak dengan akar?
- Tumbuhan manakah yang dapat berkembangbiak dengan menggunakan batang?
- Tumbuhan manakah yang dapat berkembangbiak dengan menggunakan daun?
- Apakah ada tanaman yang tidak tumbuh? Apa penyebab tidak terjadinya pertumbuhan pada tanaman yang kamu amati?
- Kesimpulan apa yang dapat disusun dari aktivitas yang telah kamu lakukan?

Berdasarkan Aktivitas 2.1 yang telah kamu lakukan, menurutmu apakah manusia dapat membantu perkembangbiakan tanaman yang lain, seperti pohon mawar, pohon mangga, atau tanaman jeruk? Berikut ini adalah berbagai macam kegiatan yang dapat dilakukan manusia untuk membantu perkembangbiakan tanaman.

a) Cangkok

Cangkok dapat dilakukan dengan mengelupas kulit suatu batang tanaman berkayu, kemudian dibalut dengan tanah dan dibungkus dengan sabut kelapa atau plastik, sehingga tumbuh akar. Apabila bagian kulit yang terkelupas telah tumbuh akar, maka batang dapat dipotong dan ditanam di tanah. Tanaman yang dihasilkan dari cangkok memiliki sifat seperti induk dan cepat berbuah. Namun demikian, perakaran tanaman ini kurang kuat. Cangkok dapat dilakukan pada tanaman berkayu seperti mangga, rambutan, dan jeruk. Perhatikan Gambar 2.9!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.9 Cangkok

b) Merunduk

Merunduk dapat dilakukan dengan membenamkan tangkai tanaman ke tanah, sehingga bagian yang tertanam dalam tanah tumbuh akar. Jika akar telah tumbuh, tanaman dapat dipisahkan dari induk. Merunduk dapat dilakukan pada tanaman yang memiliki cabang batang yang panjang dan lentur, misalnya bunga *Alamanda*. Perhatikan Gambar 2.10!



Sumber: www.abc.net.au

Gambar 2.10 Merunduk

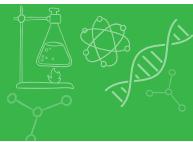
c) Setek

Setek adalah cara perkembangbiakan vegetatif dengan memotong (memisahkan dari induk) suatu bagian tanaman dan kemudian ditanam untuk menghasilkan individu baru, misalnya untuk menanam ketela pohon dapat menggunakan batangnya atau disebut setek batang. Perhatikan Gambar 2.11! Tanaman cocor bebek dapat diperbanyak dengan menggunakan setek daun. Tanaman sukun dapat diperbanyak dengan menggunakan setek akar. Petani juga menggunakan teknik setek untuk menanam tebu, rumput gajah untuk pakan ternak, dan pohon seruni.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.11 Setek Batang Singkong





Ayo, Kita Cari Tahu

Kamu telah mempelajari berbagai macam cara perkembangbiakan vegetatif buatan. Coba cari tahu manfaat dari perkembangbiakan vegetatif buatan bagi kehidupan manusia! Kamu dapat bertanya kepada orang tuamu, petani atau kamu juga dapat mencari jawabannya di buku perpustakaan, majalah, koran, artikel atau internet!



Tahukah Kamu?

Teknik Pemuliaan Tanaman

Pernahkah kamu mendengar istilah pemuliaan tanaman? Pemuliaan tanaman adalah suatu teknik yang digunakan untuk memperbaiki dan meningkatkan mutu suatu tanaman. Contoh teknik pemuliaan tanaman yaitu menyambung (mengenten) dan menempel (okulasi).

a. Menyambung (Mengenten)

Cara perkembangbiakan dengan cara menyambung (enten) adalah dengan memotong suatu batang tanaman lalu disambung dengan batang tanaman lain yang sejenis tetapi berbeda sifat. Perhatikan Gambar 2.11! Pada satu pohon tanaman hasil enten dapat menghasilkan dua atau lebih buah atau bunga dengan sifat yang berbeda, misalnya tanaman terong hijau disambung dengan terong ungu, maka dalam satu tanaman dapat menghasilkan terong hijau dan terong ungu.

Tanaman *Bougainvillea* adalah salah satu tanaman yang sering disambung agar dalam satu tanaman terdapat beberapa warna bunga. Misalnya pada suatu cabang batang tanaman *Bougainvillea*

Batang yang telah disambung



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.12 Bibit Tanaman Hasil Penyambungan

yang berwarna merah disambung dengan potongan cabang batang tanaman *Bougainvillea* berwarna ungu dan pada cabang lain disambung dengan cabang yang memiliki bunga berwarna putih. Dengan demikian, akan dihasilkan tanaman *Bougainvillea* yang memiliki bunga beraneka warna dalam satu tanaman.

b) Menempel (Okulasi)

Menempel (okulasi) dilakukan dengan menempelkan mata tunas yang ada pada kulit tanaman pada batang tanaman lain yang sejenis. Perhatikan Gambar 2.12! Teknik okulasi atau menempel sering digunakan oleh petani untuk mendapatkan tanaman unggul dari dua atau lebih tanaman yang sejenis.

Salah satu penerapan teknik okulasi ialah untuk menghasilkan buah jeruk dengan sifat unggul. Terdapat jenis pohon jeruk berbatang kuat, jeruknya berukuran kecil serta rasanya masam, dan terdapat pula jenis pohon jeruk yang batangnya tidak terlalu kuat tetapi jeruknya besar dan manis. Mata tunas pohon jeruk dengan hasil buah besar dan manis ditempelkan pada batang pohon jeruk yang berbatang kuat. Oleh karena itu, akan dihasilkan pohon jeruk yang berbatang kuat dengan buah yang besar dan manis. Pohon jeruk yang masih muda tetapi mampu menghasilkan buah dalam jumlah banyak dan rasa yang manis dapat dihasilkan melalui teknik okulasi.



Mata tunas dari jenis jeruk yang memiliki sifat unggul

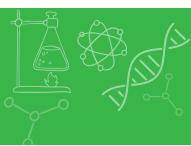
Batang dari jenis jeruk yang memiliki batang dan akar yang kuat

Sumber: Dok. Kemdkbud

Gambar 2.13 Bibit Tanaman Hasil Penempelan

b. Perkembangbiakan Generatif pada Tumbuhan *Angiospermae*

Pada bagian sebelumnya telah dibahas tentang perkembangbiakan tumbuhan secara vegetatif. Organ tumbuhan seperti akar, batang, dan daun yang digunakan sebagai alat perkembangbiakan. Pada perkembangbiakan generatif, sel sperma dan sel telur mengalami fertilisasi, sehingga terbentuk embrio yang tersimpan dalam biji. Biji dapat tumbuh dan berkembang menjadi tumbuhan baru. Sifat dari keturunan (tumbuhan baru) dapat diperoleh dari gabungan sifat kedua induk. Hal ini yang menyebabkan sifat keturunan dari perkembangbiakan generatif bervariasi. Tahukah kamu di manakah letak sel kelamin pada tumbuhan? Bagian tumbuhan apa saja yang



terlibat dalam proses perkembangbiakan? Mari lakukan Aktivitas 2.2 untuk mengetahui lebih lanjut perkembangbiakan generatif tumbuhan!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.2 Mengamati Struktur Bagian Bunga

Apa yang akan kamu lakukan?

Kamu akan mengamati struktur bagian bunga

Apa yang kamu butuhkan?

1. Bunga sepatu atau bunga merak atau bunga bakung atau bunga labu kuning (kamu juga dapat membawa bunga apapun yang dapat kamu temukan di lingkungan rumahmu)
2. Alat Tulis
3. Lup (kaca pembesar)
4. Kertas manila atau buku gambar
5. Pensil warna
6. Kamera (boleh ada boleh tidak)



(a) Bunga
Sepatu (*Hibiscus
rosasinensis*)



(b) Bunga Labu
(*Cucurbita moschata*)



(c) Bunga Bakung
(*Lilium candidum*)



(d) Bunga Merak
(*Caesalpinia
pulcherrima*)

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.14 Berbagai Macam Bunga Bahan Amatan Struktur Bunga

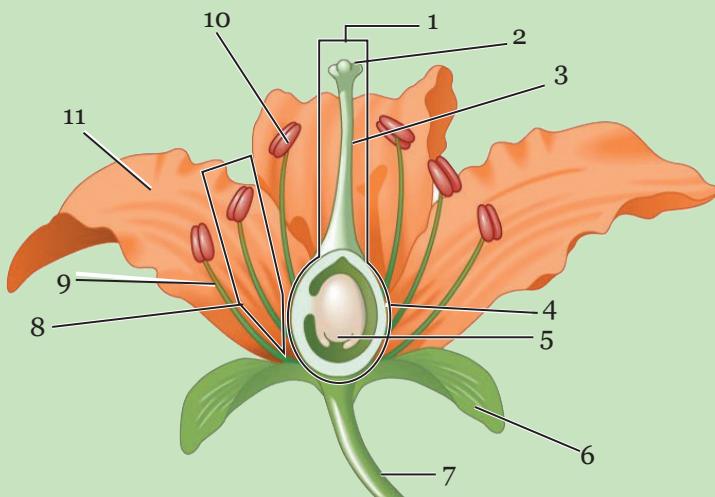
Apa yang harus kamu lakukan?

1. Amatilah bagian-bagian bunga!
2. Gambarlah bunga yang kamu amati beserta bagian-bagiannya!
3. Berilah keterangan pada gambar tersebut!
4. Bandingkan bunga yang kamu amati dengan Gambar 2.15.
5. Apakah bunga yang kamu amati mempunyai bagian-bagian yang sama dengan gambar tersebut?
6. Jika telah selesai kegiatan, presentasikanlah hasil pengamatanmu di depan kelas!

Jika di kelasmu atau di sekolahmu terdapat fasilitas komputer dan LCD proyektor, kamu dapat mengambil gambar atau memotret bunga yang kamu amati, kemudian ditayangkan saat presentasi.

7. Berilah keterangan Gambar 2.15 pada tempat yang telah disediakan dengan istilah yang tepat!

Bagian betina dari bunga disebut (1) _____, yang terdiri atas (2) _____, (3) _____, (4) _____, dan (5) _____. Bagian bunga no. 6 adalah _____, dan bagian bunga no. 7 adalah _____. Bagian jantan pada bunga disebut (8) _____ terdiri atas (9) _____ dan (10) _____. Bagian bunga yang berwarna dan menarik disebut (11) _____.



Sumber: Reece et al. 2012

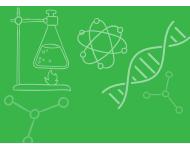
Gambar 2.15 Struktur Bunga

Jawablah pertanyaan berikut!

1. Bagian penting yang terdapat pada struktur bunga. Tuliskan fungsi bagian bunga yang telah kamu amati pada Tabel 2.3!

Tabel 2.3 Fungsi Bagian Bunga

No	Bagian Bunga	Fungsi
1	Benang sari	
2	Putik	
3	Mahkota bunga	
4	Kelopak bunga	
5	Tangkai bunga	



2. Bagian bunga manakah yang dapat digunakan sebagai alat perkembangbiakan?
3. Kesimpulan apa yang dapat disusun dari hasil kegiatan pembelajaran yang telah kamu lakukan?

1) Penyerbukan (Polinasi)

Coba kamu amati Gambar 2.16! Mengapa lebah atau hewan lain mendatangi bunga? Apa yang diambil lebah dari bunga? Apa manfaat keberadaan lebah bagi bunga? Lebah dan hewan lain tertarik pada bunga karena warna dari mahkota bunga dan madu yang dihasilkan oleh bunga. Terdapat hubungan yang saling menguntungkan antara lebah atau hewan lain dengan bunga. Lebah dan hewan lain ternyata dapat membantu bunga untuk melakukan penyerbukan. Pada tumbuhan, proses fertilisasi atau pembuahan diawali dengan peristiwa polinasi atau penyerbukan.

Pada Gambar 2.16, lebah membantu bunga dalam peristiwa penyerbukan. Serbuk sari melekat pada kaki lebah. Saat lebah berpindah, serbuk sari yang melekat pada kaki lebah dapat melekat pada kepala putik. Proses menempelnya serbuk sari ke kepala putik disebut **penyerbukan** (polinasi). Bagaimanakah terjadinya proses penyerbukan? Ayo, selesaikan Aktivitas 2.3 dengan penuh semangat agar kamu dapat lebih memahami materi penyerbukan!



Sumber: www.gettyimages.com

Gambar 2.16 Lebah Hinggap pada Bunga



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.3 Menginvestigasi Cara Penyerbukan Bunga

Apa yang kamu perlukan?

1. Alat tulis
2. Kertas manila
3. Kamera (jika ada)

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Buatlah kelompok yang terdiri dari 4-5 orang.
2. Berkelilinglah di lingkungan sekolah atau di lingkungan rumahmu, tulislah beberapa bunga yang kamu temui dan catatlah hasil pengamatanmu pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Data Hasil Pengamatan Penyerbukan Bunga

No	Nama Tumbuhan	Bagian yang Perlu Diamati	Pembantu Penyerbukan
1.	Bunga matahari	Warna mahkota: berwarna kuning cerah Ukuran mahkota: besar Keberadaan madu: memiliki madu Bentuk serbuk sari: serbuk sari mudah menempel	Lebah
2.			
3.			

Jawablah pertanyaan berikut!

1. Carilah informasi pada buku, majalah, artikel, atau bertanyalah pada orang yang kamu anggap tahu, berdasarkan karakteristik bunga yang kamu amati, apa sajakah perantara yang membantu penyerbukan bunga?
2. Apakah kamu menemukan tumbuhan yang dapat melakukan penyerbukan tanpa bantuan apapun?
3. Kesimpulan apa yang dapat disusun berdasarkan kegiatan yang telah kamu lakukan?

Apa sajakah perantara penyerbukan bunga yang berfungsi membantu terjadinya proses penyerbukan? Apakah semua bunga yang kamu amati proses penyerbukannya selalu dibantu perantara? Disebut apakah penyerbukan yang dibantu oleh lebah? Bacalah dengan seksama macam-macam penyerbukan berdasarkan jenis perantaranya berikut ini!

a) *Anemogami*

Pernahkah kamu mengamati tanaman jagung atau padi? Tanaman jagung dan padi memiliki bunga yang kecil dan tangkai bunga yang mudah bergoyang bila tertiarup angin. Tanaman dengan bunga yang



berukuran kecil, jumlah bunga banyak dan ringan, serta tidak menghasilkan nektar atau bau merupakan beberapa ciri tanaman yang penyerbukannya dibantu oleh angin. Penyerbukan yang dibantu oleh angin disebut ***anemogami***. Perhatikan Gambar 2.17!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.17 Tanaman Jagung

b) *Entomogami*

Bunga matahari memiliki warna yang menarik dan cerah yaitu kuning, dan menghasilkan nektar. Tahukah kamu apa fungsi ciri tersebut bagi bunga matahari? Ciri yang dimiliki bunga matahari dan bunga yang memiliki ciri serupa sangat menarik bagi serangga, seperti lebah, untuk hinggap dan menghisap nektar. Umumnya serbuk sari yang dihasilkan bunga tersebut lengket sehingga mudah melekat pada kaki serangga. Dengan demikian, serangga ikut memindahkan serbuk sari ke putik. Penyerbukan yang terjadi dengan bantuan serangga disebut ***entomogami***. Perhatikan Gambar 2.18!



Sumber: www.gettyimages.com

Gambar 2.18 Penyerbukan dengan Bantuan Lebah

Nektar atau madu yang dihasilkan bunga mengandung berbagai karbohidrat, seperti sukrosa, fruktosa, dan glukosa, hingga mencapai 87%. Selain itu, nektar juga mengandung asam amino, asam organik, vitamin, senyawa aromatik, dan juga mineral. Serangga mencari madu sebagai sumber energi untuk disimpan sebagai cadangan makanan.

c) *Ornitogami*

Ornitogami adalah penyerbukan yang dibantu oleh burung. Tanaman yang penyerbukannya dibantu oleh burung umumnya memiliki ukuran bunga yang besar, berwarna merah cerah, tidak berbau, menghasilkan nektar dalam jumlah cukup banyak, dan mahkota bunga berbentuk terompet, misalnya bunga cangkring atau dadap (*Erythrina variegata*). Ukuran bunga yang besar berguna untuk menahan berat dari burung. Namun, tidak semua jenis burung dapat membantu penyerbukan. Salah satu contoh burung yang dapat membantu penyerbukan adalah burung kolibri. Perhatikan Gambar 2.19!



Sumber: www.gettyimages.com

Gambar 2.19 Penyerbukan dengan Bantuan Burung

d) *Kiroptero-gami*

Kiroptero-gami adalah penyerbukan yang dibantu oleh kelelawar. Ciri-ciri bunga yang penyerbukannya dibantu oleh kelelawar ialah menghasilkan nektar, memiliki warna yang menarik, menghasilkan bau, dan mekar pada malam hari, misalnya tanaman kaktus. Perhatikan Gambar 2.10!



Sumber: www.gettyimages.com

Gambar 2.20 Penyerbukan dengan Bantuan Kelelawar

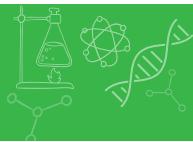
e) *Antropogami*

Perhatikan Gambar 2.21! Tanaman anggrek merupakan jenis tanaman yang penyerbukannya dibantu oleh manusia. Tanaman yang penyerbukannya dibantu oleh manusia biasanya merupakan bunga yang berumah dua, artinya dalam satu pohon hanya terdapat bunga jantan atau bunga betina saja. Antropogami juga dapat dilakukan apabila serbuk



Sumber: Dok. kemdikbud

Gambar 2.21 Manusia Membantu Penyerbukan Bunga Anggrek



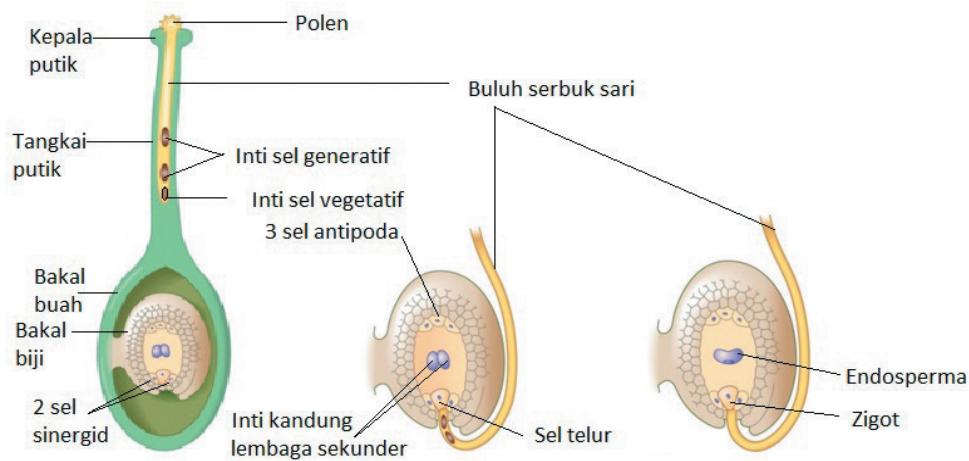
sari suatu tanaman sulit untuk bertemu dengan putik, sehingga sulit untuk melakukan penyerbukan sendiri. Selain anggrek, tanaman yang penyerbukannya dibantu oleh manusia misalnya tanaman vanili dan salak.

Pada proses penyerbukan, serbuk sari dapat berasal dari bunga itu sendiri maupun dari bunga lain yang masih dalam satu spesies. Berdasarkan asal serbuk sarinya, penyerbukan dapat dibedakan menjadi beberapa macam.

- Penyerbukan sendiri (*autogami*), yaitu jika serbuk sari yang menempel pada putik berasal dari bunga itu sendiri.
- Penyerbukan tetangga (*geitonogami*), yaitu jika serbuk sari yang menempel pada putik berasal dari bunga lain pada tumbuhan itu juga.
- Penyerbukan silang (*allogami/xenogami*), yaitu jika serbuk sari yang menempel pada kepala putik berasal dari bunga tumbuhan lain dan tumbuhan asal polen masih tergolong jenis yang sama.
- Penyerbukan bastar (*hibridogami*), yaitu jika serbuk sari yang menempel pada kepala putik berasal dari bunga pada tumbuhan lain yang berbeda jenis atau setidaknya memiliki satu sifat beda.

2) Pembuahan (Fertilisasi)

Tahukah kamu apa yang terjadi pada serbuk sari setelah proses penyerbukan? Serbuk sari memiliki inti vegetatif dan inti generatif. Setelah serbuk sari melekat pada kepala putik (**stigma**) yang sesuai (berasal dari tumbuhan yang sejenis), serbuk sari akan menyerap air dan berkecambah membentuk buluh serbuk sari. Buluh serbuk sari tumbuh dan bergerak menuju bakal buah melalui tangkai putik. Inti sel generatif di dalam buluh serbuk sari akan membelah menjadi dua. Dua inti sel generatif tersebut akan berkembang menjadi dua inti sel sperma. Satu inti vegetatif di dalam serbuk sari berperan menjadi penuntun gerak tumbuh buluh serbuk sari ke bakal biji. Satu inti sel sperma membuat inti sel telur (**ovum**) membentuk zigot (calon individu baru), dan satu inti sel sperma yang lain membuat inti kandung lembaga sekunder membentuk endosperma atau cadangan makanan. Pada proses ini terjadi dua kali pembuahan sehingga disebut dengan **pembuahan ganda**. Agar lebih jelas perhatikan Gambar 2.22!



Sumber: Reece et al. 2012

Gambar 2. 22 Proses Pembuahan



Tahukah Kamu?

Ketika serbuk sari yang tidak sesuai (tidak berasal dari tumbuhan yang sejenis) melekat pada kepala putik (stigma) maka serbuk sari tidak akan berkecambah membentuk buluh serbuk sari sehingga proses pembuahan atau fertilisasi tidak dapat terjadi. Bagaimana ini dapat terjadi? Ternyata serbuk sari yang berasal dari tumbuhan lain tidak dapat melekat dengan kuat pada kepala putik.

Tahukah kamu mengapa hal ini dapat terjadi? Cobalah ingat materi tarik menarik antara molekul, yaitu adhesi dan kohesi. Gaya tarik-menarik antara molekul yang berbeda atau adhesi pada serbuk sari dengan kepala putik pada tumbuhan yang berbeda jenis amat lemah, sehingga menyebabkan serbuk sari mudah lepas dari kepala putik. Selain itu, pada permukaan serbuk sari terdapat senyawa kimia berupa lipid (lemak) dan protein termasuk enzim. Senyawa kimia ini akan bereaksi dengan senyawa kimia pada kepala putik. Jika serbuk sari tidak cocok, maka reaksi kimia dalam serbuk sari terhambat. Akibatnya, serbuk sari tidak dapat berkecambah membentuk buluh serbuk sari.





Ayo, Kita Cari Tahu

Kamu telah mengetahui mekanisme penyerbukan dan pembuahan. Sel buluh serbuk akan tumbuh terus menuju bakal biji memberikan jalan bagi inti sel sperma untuk membuahi sel telur. Coba jelaskan bagaimana buluh serbuk ini dapat tumbuh dan bergerak menuju tempat sel ovum secara tepat? Kamu dapat mencari informasi dari buku, artikel, majalah, maupun internet! Petunjuk: kaitkan dengan bakal biji, sinyal kimia (protein dan asam aminobutirat), dan gerak kemotaksis.

3) Penyebaran Biji

Pernahkah kamu menemukan tumbuhan yang tempat tumbuh induknya berjauhan dengan tempat tumbuh anaknya? Mengapa demikian? Tumbuhan tersebut ternyata melakukan penyebaran biji. Setelah terjadi pembuahan, bakal biji akan berkembang menjadi biji. Pada *Angiospermae* biji diselubungi oleh buah yang telah berkembang dari bakal buah (ovarium). Buah juga dapat membantu dalam penyebaran biji.

Penyebaran biji yang jauh dari induk akan meningkatkan peluang biji untuk tumbuh dan berkembang dengan baik menjadi individu baru. Hal ini karena biji yang tumbuh pada suatu area yang dekat dengan induk, akan berkompetisi dengan induk untuk mendapatkan cahaya, air, dan nutrisi. Proses penyebaran biji dapat terjadi secara alami atau dengan bantuan manusia. Lakukan aktivitas berikut agar kamu tahu macam-macam perantara dalam proses penyebaran biji.

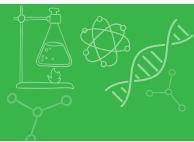


Ayo, Kita Selesaikan

Lengkapilah Tabel 2.5 dengan menuliskan cara penyebaran biji dan perantara yang membantu tumbuhan untuk melakukan penyebaran biji pada tanaman berikut.

Tabel 2.5 Cara Penyebaran Biji

Nama Tumbuhan	Gambar	Cara penyebaran biji
Kapuk		
Padi		
Kopi		



Apa saja bahan perantara untuk menyebarkan biji yang berhasil kamu temukan? Terdapat banyak bahan perantara yang dapat membantu tanaman untuk menyebarkan biji. Berikut ini akan dibahas berbagai cara penyebaran biji dan istilah untuk masing-masing perantara.

a) *Anemokori*

Proses penyebaran biji dengan bantuan angin disebut *anemokori*. Ciri tumbuhan yang penyebarannya dengan cara ini adalah bijinya kecil, ringan, dan bersayap. Contohnya adalah biji bunga *Dandelion*.

Biji yang ringan dan kecil tidak terlalu dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi. Keberadaan sayap pada biji membantu biji mudah terbawa angin. Arah gerak biji mengikuti arah gerak angin. Perhatikan Gambar 2.23!



Sumber : Dok. Kemdikbud

Gambar 2.23 Bunga Dandelion

b) *Hidrokori*

Proses penyebaran biji dengan bantuan air disebut *hidrokori*. Ciri tumbuhan yang penyebarannya dengan cara ini adalah hidupnya di dekat daerah perairan, misalnya di pantai ataupun tumbuhan yang hidup di air, contohnya adalah pohon kelapa dan bakau.

Biji kelapa tergolong biji tumbuhan yang berukuran besar, dapat mencapai ukuran diameter 15 cm. Biji kelapa diselubungi oleh buah yang terdiri atas tempurung kelapa, sabut kelapa, dan kulit kelapa. Meskipun berukuran besar, buah dan biji kelapa dapat mengapung di air dan dapat mengalir mengikuti arus air. Kelapa dapat mengapung di air karena sabut buah kelapa memiliki banyak rongga udara. Pada saat berada di air, sabut kelapa memiliki prinsip kerja seperti pelampung, sehingga kelapa dapat terapung. Perhatikan Gambar 2.24!



Sumber: www.gettyimages.com

Gambar 2.24 Tunas Kelapa

c) Zookori

Proses penyebaran biji dengan bantuan hewan disebut dengan zookori. Penyebaran ini dibagi menjadi empat, yaitu *entomokori*, *kiropterekori*, *ornitokori*, dan *mammokori*.

(1) *Entomokori* adalah penyebaran biji dengan perantara serangga. Contohnya adalah wijen dan tembakau.

(2) *Kiropterekori* adalah penyebaran biji dengan perantara kelelawar. Contohnya adalah jambu biji dan pepaya.

(3) *Ornitokori* adalah penyebaran biji dengan perantara burung. Perhatikan Gambar 2.25! Tumbuhan yang penyebarannya dengan cara ini adalah tumbuhan yang buahnya menjadi makanan burung, tetapi bijinya tidak dapat tercerna. Bijinya tersebut akan keluar dari tubuh burung bersamaan dengan kotoran burung. Contohnya pada tumbuhan beringin dan benalu.



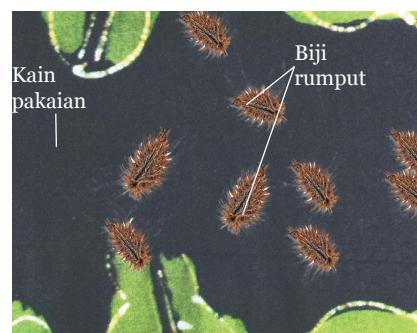
Sumber: www.gettyimages.com

Gambar 2.25 Burung Memakan Biji

(4) *Mammokori* adalah penyebaran biji dengan perantara mamalia. Contohnya adalah hewan luwak yang membantu dalam proses penyebaran biji kopi.

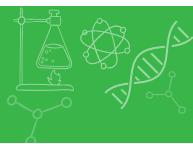
d) Antropokori

Penyebaran biji dengan bantuan manusia disebut *antropokori*. Proses penyebaran dengan cara ini dapat terjadi secara sengaja ataupun tidak sengaja. Penyebaran biji yang secara tidak sengaja dilakukan oleh manusia apabila biji tumbuhan tersebut memiliki struktur yang mudah melekat pada pakaian. Sebagai contohnya adalah rumput. Perhatikan Gambar 2.26! Penyebaran biji dengan sengaja sering dilakukan manusia terutama pada bidang pertanian, yaitu ketika menanam padi, jagung, dan tanaman lain.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.26 Biji yang Menempel pada Pakaian



4) Perkecambahan

Pernahkah kamu mengamati biji jagung dan biji kedelai yang dijual atau disimpan? Mengapa biji tersebut tidak tumbuh menjadi tumbuhan baru dan tetap menjadi biji? Biji yang masih belum tumbuh merupakan biji yang berada pada keadaan dormansi biji.

Dormansi adalah peristiwa pada saat biji mengalami masa istirahat. Berakhirknya masa dormansi biji adalah ketika biji mulai tumbuh menjadi tumbuhan baru yang disebut dengan tahapan **perkecambahan**. Lamanya masa dormansi biji setiap jenis tumbuhan berbeda-beda. Masa dormansi biji dapat diakhiri dengan memberi perlakuan yang berbeda-beda. Namun perkecambahan berbagai macam biji dipengaruhi oleh faktor yang hampir sama. Untuk mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi perkecambahan ayo selesaikan aktivitas berikut.



Ayo, Kita Pikirkan!

Perhatikan gambar pada Tabel 2.6! Coba tentukan faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan biji! Jangan lupa carilah info tambahan dari berbagai sumber lain!

Tabel 2.6 Perkecambahan pada Tumbuhan

No	Gambar			Keterangan
	Hari ke-0	Hari ke-3	Hari ke 6	
1				Biji yang dibiarkan di wadah
2				Biji yang direndam air

No	Gambar			Keterangan
	Hari ke-0	Hari ke-3	Hari ke 6	
3				Biji yang diletakkan di atas kapas basah

Jawablah Pertanyaan berikut!

1. Pada keadaan yang bagaimanakah biji dapat tumbuh baik?
2. Apa yang menyebabkan biji direndam dalam air tidak tumbuh?
3. Faktor apa saja yang diperlukan dalam perkembahan?
4. Kesimpulan apa yang dapat disusun berdasarkan hasil diskusi yang telah kamu lakukan ?

c. Perkembangan Hidup Tumbuhan *Angiospermae*

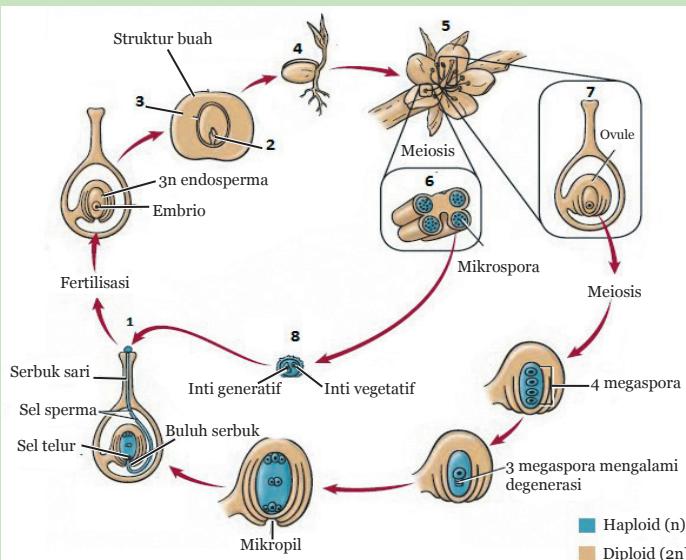
Tahukah kamu bahwa makhluk hidup mengalami suatu perkembangan? Tumbuhan mengalami perkembangan hidup yang dimulai ketika inti sel kelamin jantan dan betinanya bersatu membentuk zigot, selanjutnya tumbuh dan berkembang menjadi tumbuhan dewasa. Agar kamu lebih paham tentang materi ini, cobalah kerjakan aktivitas berikut!



Ayo, Kita Selesaikan

Perkembangbiakan tumbuhan secara generatif menghasilkan biji. Biji dapat ditanam dan tumbuh menjadi tumbuhan baru. Coba tuliskan struktur ataupun tahapan yang terjadi pada perkembangan hidup tumbuhan yang terdapat pada Gambar 2.27!





Sumber: Biggs et al. 2008

Gambar 2.27 Perkembangan Hidup Tumbuhan *Angiospermae*

Perkembangan hidup yang telah kamu temukan pada Aktivitas “Ayo, Kita Selesaikan” tersebut adalah perkembangan hidup tumbuhan berbiji tertutup atau *Angiospermae*. Perkembangan hidup tumbuhan *Angiospermae* dimulai ketika terjadi penyerbukan yaitu jatuhnya serbuk sari ke kepala putik. Setelah serbuk sari melekat pada kepala putik (stigma) yang sesuai (berasal dari tumbuhan yang sejenis), serbuk sari akan menyerap air dan berkecambah membentuk buluh serbuk sari. Buluh serbuk sari tumbuh dan bergerak menuju bakal buah melalui tangkai putik.

Inti sel generatif di dalam buluh serbuk sari akan membelah menjadi dua. Dua inti sel generatif akan berkembang menjadi dua inti sel sperma. Satu inti sel vegetatif berperan menjadi penuntun gerak tumbuh buluh serbuk sari menuju bakal biji. Satu inti sel sperma membuat inti sel telur (ovum) membentuk zigot (calon individu baru), dan satu inti sel sperma yang lain membuat inti kandung lembaga sekunder membentuk endosperma atau cadangan makanan. Setelah terjadi pembuahan, bakal biji akan berkembang menjadi biji dan bakal buah berkembang menjadi buah sehingga menyelubungi biji. Biji nantinya akan menyebar dan apabila jatuh pada tempat yang sesuai akan berkecambah dan tumbuh menjadi tumbuhan baru.

Keterangan:

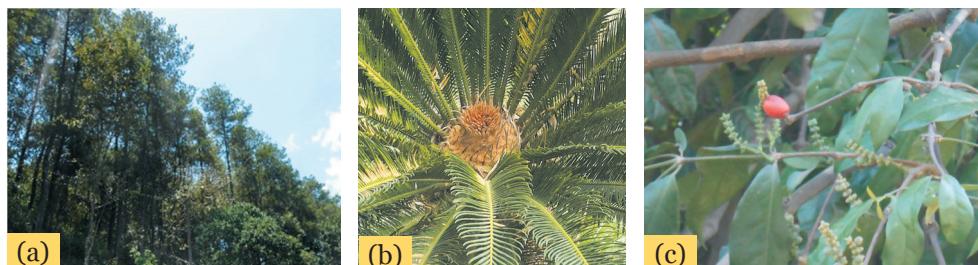
1. Proses.....
2. Struktur.....
3. Struktur.....
4. Proses.....
5. Struktur.....
6. Struktur.....
7. Struktur.....
8. Struktur.....

Tumbuhan baru akan tumbuh dan berkembang menghasilkan bunga dan mengalami penyerbukan hingga berulang perkembangan yang serupa.

2. Perkembangbiakan Tumbuhan *Gymnospermae*

Pernahkah kamu makan emping melinjo? Bahan baku emping melinjo adalah biji tanaman melinjo. Tumbuhan melinjo memiliki biji yang tidak tertutup kulit buah. Tumbuhan yang bijinya tidak tertutup kulit buah atau berbiji terbuka disebut tumbuhan *Gymnospermae*. Pohon pinus, pohon ginkgo, dan pakis haji juga tergolong *Gymnospermae*. Perhatikan Gambar 2.28! Apakah bunga pada tumbuhan *Gymnospermae* sama dengan bunga pada tumbuhan *Angiospermae*?

Menurutmu bagaimana cara perkembangbiakan tanaman tersebut? Apakah tumbuhan *Gymnospermae* memiliki cara perkembangbiakan yang sama dengan tumbuhan *Angiospermae*?



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.28 (a) Hutan Pinus, (b) Pakis Hajji, dan (c) Biji Tanaman Melinjo

Tumbuhan *Gymnospermae* tidak memiliki bunga seperti halnya tumbuhan *Angiospermae*. Namun, tumbuhan *Gymnospermae* memiliki alat perkembangbiakan generatif yang disebut **strobilus** atau runjung. Pada tumbuhan pinus dan melinjo terdapat dua jenis strobilus dalam satu pohon yaitu **strobilus jantan** dan **strobilus betina** (Gambar 2.29a). Pada tumbuhan pakis haji strobilus jantan dan betina terpisah atau tidak berada dalam satu pohon.

Strobilus jantan terdapat mikrosporangia (ruang-ruang spora). Di dalam sporangia sel-sel akan mengalami pembelahan meiosis dan menghasilkan mikrospora (spora jantan). Mikrospora akan berkembang membentuk serbuk sari. Serbuk sari pada tumbuhan pinus



memiliki sayap. Strobilus betina tersusun dari banyak megasporofil (daun penghasil megaspora). Tiap megasporofil mengandung dua bakal biji. Tiap bakal biji mengandung megasporangium (kotak spora). Sel dalam megasporangium akan mengalami pembelahan meiosis dan menghasilkan megaspora (spora betina). Inti megaspora akan mengalami mitosis membentuk sel telur.

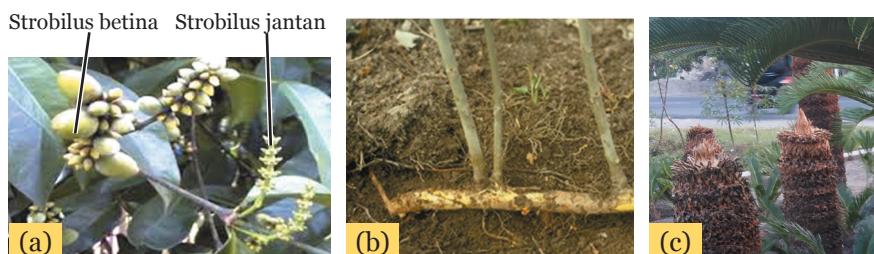
Penyerbukan pada *Gymnospermae* terjadi jika serbuk sari menempel pada lubang bakal biji. Serbuk sari akan tertangkap oleh cairan yang terdapat di lubang bakal biji. Jika cairan menguap maka serbuk sari akan dapat masuk ke bakal biji dan terjadilah pembuahan.



Ayo, Kita Pikirkan!

Setelah kamu mempelajari tentang materi penyerbukan dan penyebaran biji pada tumbuhan *Angiospermae* dan juga tentang materi struktur serbuk sari dan biji pada tumbuhan *Gymnospermae*, coba jelaskan apa fungsi sayap yang ada di serbuk sari dan biji tumbuhan *Gymnospermae*?

Apakah tumbuhan *Gymnospermae* dapat berkembangbiak secara vegetatif? Tumbuhan *Gymnospermae* yang dapat berkembangbiak secara vegetatif misalnya tumbuhan pakis haji dan pinus. Tumbuhan pinus dapat berkembang biak dengan menggunakan tunas akar (Gambar 2.29b). Tumbuhan pakis haji dapat berkembangbiak dengan menggunakan tunas yang disebut **bulbil** (Gambar 2.29c).



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.29 (a) Strobilus Jantan dan Betina Pada Melinjo, (b) Tunas Akar pada Pinus, (c) Bulbil pada Pakis Haji.

3.

Perkembangbiakan Tumbuhan Paku

Pernahkah kamu melihat tumbuhan paku? Coba perhatikan Gambar 2.30 berikut!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.30 (a) Tumbuhan Paku Ekor Kuda, (b) Tumbuhan *Pteris*

Pernahkah kamu menjumpai tumbuhan tersebut berbunga? Berupa apakah organ perkembangbiakan tumbuhan tersebut? Tumbuhan tersebut merupakan kelompok tumbuhan paku. Semua tumbuhan paku tidak menghasilkan bunga. Lalu bagaimana tumbuhan paku berkembang biak? Untuk mengetahui jawaban atas pertanyaan tersebut ayo lakukan Aktivitas 2.4!



Ayo, Kita Lakukan

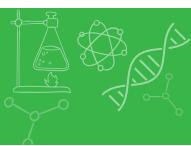
Aktivitas 2.4 Mengamati Struktur Tumbuhan Paku

Apa yang akan kamu lakukan?

Kamu akan mengamati struktur daun pada tumbuhan paku

Apa yang kamu perlukan?

1. Alat tulis
2. Kertas
3. Lup (kaca pembesar)
4. Tumbuhan paku seperti *Pteris*, *Asplenium* (paku sarang burung), *Adiantum* (suplir), atau tumbuhan paku lain yang ada di sekitarmu.



Apa yang harus kamu lakukan?

1. Ambillah daun tumbuhan paku yang tua dan daun tumbuhan paku yang muda di lingkungan sekitarmu!
2. Coba amati bagaimana bentuk daun tumbuhan paku yang masih muda!
3. Gambarkan hasil pengamatanmu pada Tabel 2.7 dan cobalah deskripsikan bagaimana bentuknya!
4. Amati dengan teliti permukaan atas dan bawah dari daun paku. Apakah terdapat perbedaan?
5. Gambarkan permukaan atas dan bawah daun pada Tabel 2.7 dan berilah penjelasan struktur apa saja yang kamu temukan dari daun paku!

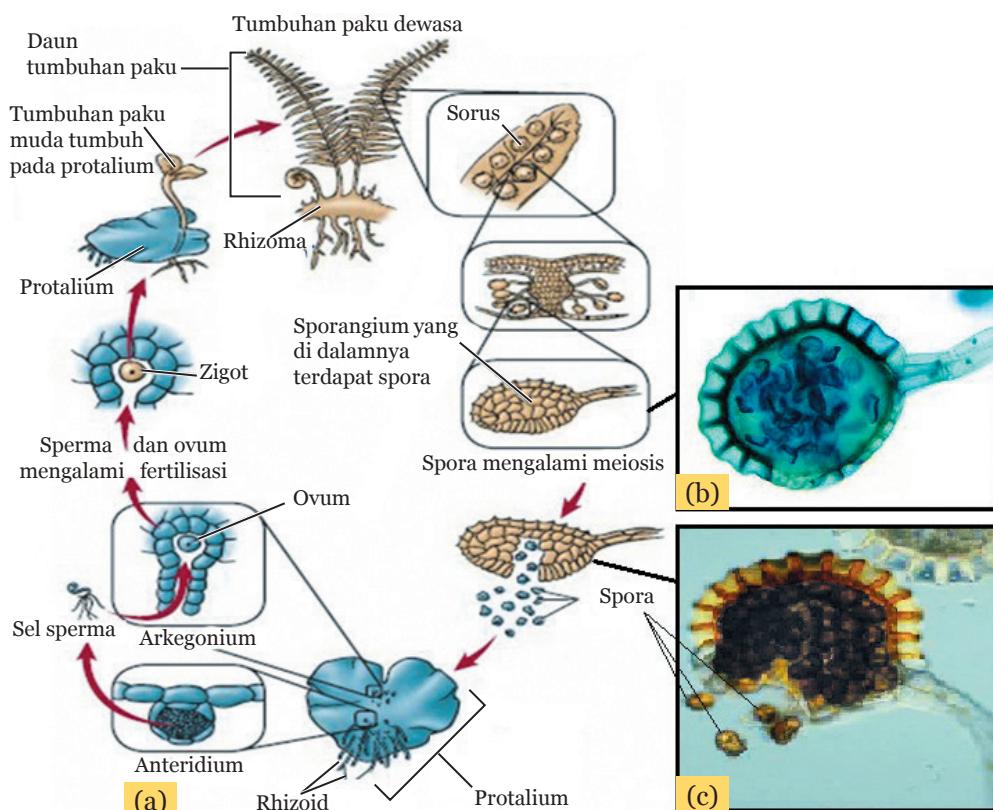
Tabel 2.7 Hasil Pengamatan Struktur Daun Tumbuhan Paku

No	Bagian Tumbuhan Paku	Gambar	Deskripsi
1	Tumbuhan paku		
2	Permukaan atas daun paku		
3	Permukaan bawah daun paku		

Apakah kamu dapat mengidentifikasi semua bagian tumbuhan paku? Bagian apa saja yang berhasil kamu temukan? Tahukah kamu apa fungsi dari bagian tubuh tanaman paku yang kamu temukan? Tumbuhan pakis dan juga tumbuhan paku lain tidak berkembang biak dengan menggunakan bunga, tetapi menggunakan spora. Namun demikian, tumbuhan paku juga tetap dapat menghasilkan sel kelamin dalam perkembangbiakannya. Dengan demikian, tumbuhan paku dapat mengalami perkembangbiakan secara vegetatif maupun generatif. Kapankah perkembangbiakan generatif terjadi dan kapankah perkembangbiakan vegetatif terjadi? Tumbuhan paku yang dapat kita

amati berada dalam tahap yang dapat menghasilkan spora. Coba kamu ingat Aktivitas 2.4!

Di manakah kamu dapat menemukan kotak spora pada tanaman paku? Jika kadar air pada kotak spora berkurang, kotak spora akan pecah dan mengeluarkan spora yang ada di dalamnya. Spora akan tersebar dan akan tumbuh menjadi protalium jika lingkungannya sesuai untuk tumbuh. Protalium akan berkembang dan menghasilkan anteridium dan arkegonium. Anteridium akan menghasilkan sperma berflagel (berekor) dan arkegonium menghasilkan sel telur. Perhatikan Gambar 2.31!



Sumber: (a) Biggs et al. 2008., (b) biology.clc.uc.edu., (c) biology.clc.uc.edu

Gambar 2.31 (a) Perkembangan Hidup Tumbuhan Paku,
(b) Sporangium, dan (c) Spora

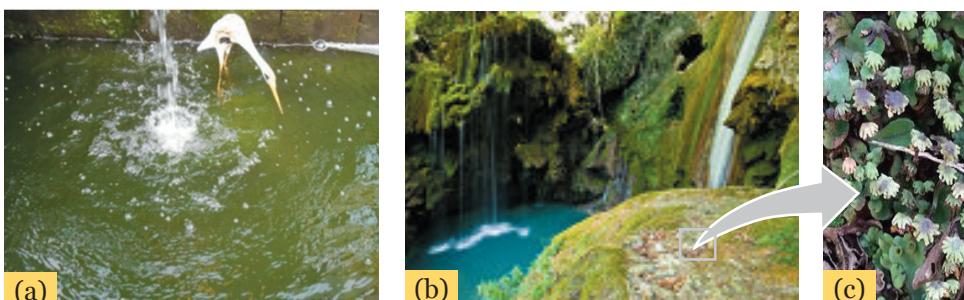
Fertilisasi terjadi jika sperma yang dihasilkan oleh anteridium sampai pada sel telur yang dihasilkan oleh arkegonium, sehingga akan dihasilkan zygote. Meskipun memiliki flagela, sperma tumbuhan paku memerlukan air untuk pergerakannya. Zygote yang tumbuh dan berkembang menjadi tumbuhan paku yang baru.



Perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan paku dilakukan dengan rhizoma. Rhizoma dapat tumbuh ke segala arah dan membentuk koloni tumbuhan paku yang baru. Rhizoma adalah batang yang tumbuh di dalam tanah. Cobalah mengingat lagi tanaman apa saja yang berkembangbiak dengan menggunakan rhizoma!

4. Perkembangbiakan Tumbuhan Lumut

Istilah lumut tentu sudah tidak asing lagi bagimu. Coba tebaklah, pada Gambar 2.32 manakah yang termasuk lumut?



Sumber: (a) Dok. Kemdikbud (b) www.gettyimages.com (c) Dok. Kemdikbud

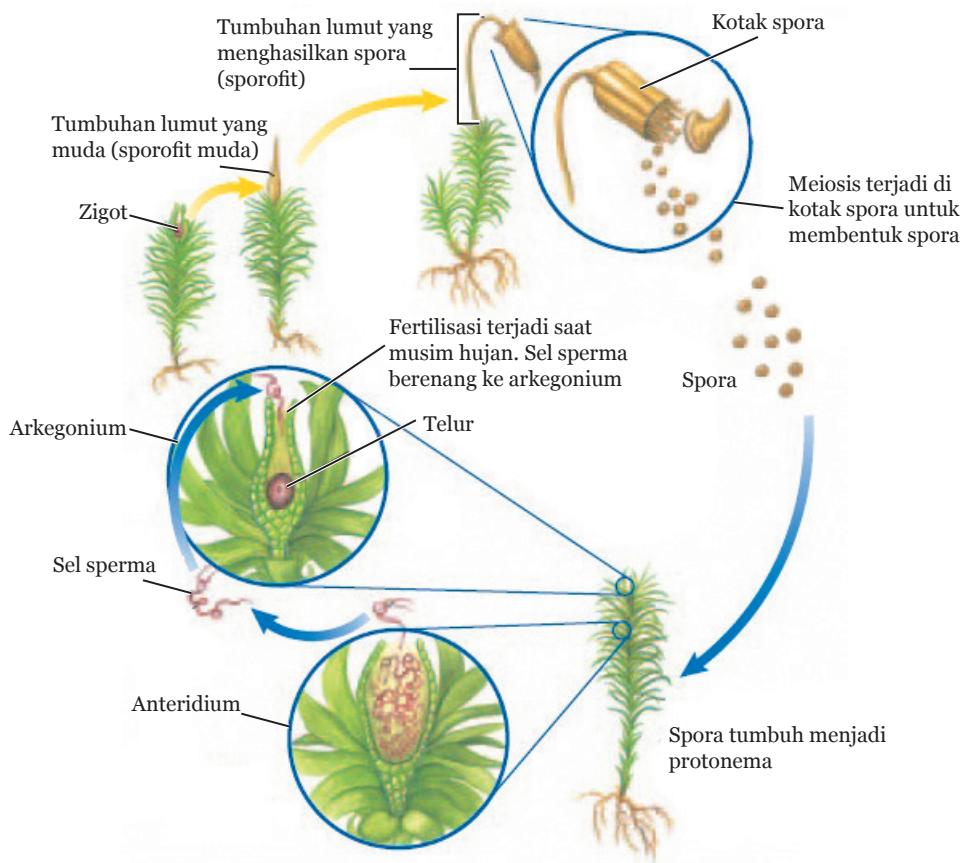
Gambar 2.32 Kolam Air dan Organisme yang Hidup di Dalam dan Sekitarnya

Gambar 2.32 (a) menunjukkan kolam yang airnya berwarna hijau. Tahukah kamu apa yang menyebabkan kolam tersebut hijau? Kolam tersebut hijau bukanlah karena lumut, tetapi karena ganggang atau alga yang hidup di air.

Batu pada tepian kolam biasanya ditumbuhi tanaman hijau yang seolah-olah membentuk karpet. Tumbuhan hijau yang ada di atas batuan tersebut adalah lumut seperti terlihat pada Gambar 2.32 (b) dan Gambar 2.32 (c) merupakan tumbuhan lumut yang telah diperbesar. Lumut merupakan tumbuhan yang hidup di daerah yang lembab. Tumbuhan lumut dapat berkembangbiak secara generatif dengan menghasilkan sel kelamin dan secara vegetatif dengan menggunakan spora. Agar dapat mengetahui lebih lanjut tentang perkembangbiakan tumbuhan lumut secara generatif dan vegetatif, coba perhatikan Gambar 2.33!

Tumbuhan lumut yang kita jumpai, pada umumnya berada pada tahap yang dapat menghasilkan sel kelamin. Pada satu individu lumut memiliki anteridium yang dapat menghasilkan sel sperma dan arkegonium yang dapat menghasilkan ovum. Fertilisasi terjadi jika sel

sperma sampai pada ovum yang terdapat pada arkegonium dengan bantuan air. Zigot akan tumbuh dan menjadi tumbuhan lumut yang dapat menghasilkan spora. Apabila spora yang dihasilkan jatuh pada tempat yang sesuai untuk tumbuh dan berkembang, maka akan tumbuh menjadi protonema. Selanjutnya protonema tumbuh menjadi tumbuhan lumut yang dapat menghasilkan sel kelamin.



Sumber: Biggs *et al.* 2008.

Gambar 2.33 Perkembangan Hidup Lumut

Lumut juga dapat mengalami perkembangbiakan vegetatif melalui kuncup atau **gemmae** dan melakukan **fragmentasi**. Fragmentasi terjadi ketika tumbuhan lumut melepaskan sebagian tubuhnya untuk menjadi individu baru.





Tahukah Kamu?

Lumut merupakan kelompok tumbuhan yang masih sederhana, lumut belum memiliki akar, batang, dan daun yang sejati. Secara umum lumut dikelompokkan menjadi tiga, yaitu lumut hati, lumut tanduk, dan lumut daun.



Sumber: (a), (b), dan (c) Dok. Kemdikbud

Gambar 2.34 (a) Lumut Hati, (b) Lumut Tanduk, (c) Lumut Daun

Meskipun tumbuhan lumut memerlukan kondisi yang lembap untuk tumbuh dan berkembangbiak, banyak jenis lumut yang dapat bertahan dalam kondisi yang kering dalam kurun waktu yang cukup lama. Mereka dapat tumbuh pada tanah yang tipis dan pada tanah dimana tumbuhan lain tidak dapat tumbuh. Spora dari lumut akan dibawa oleh angin. Spora akan tumbuh menjadi tumbuhan baru jika ada air dan beberapa komponen pendukung lain. Sering kali lumut merupakan tumbuhan yang pertama kali tumbuh pada lingkungan yang sudah rusak misalnya akibat aliran lava atau akibat kebakaran hutan. Oleh karena itu, lumut juga disebut organisme pionir atau tumbuhan perintis.

Sebagai tumbuhan **pionir**, lumut akan tumbuh dan mati membentuk nutrisi tanah. Proses ini bersamaan dengan pelapukan bebatuan akibat panas dan angin (pelapukan fisika), serta zat kimia lain seperti zat asam atau oksigen (pelapukan kimia) yang akhirnya membentuk tanah, sehingga pada akhirnya tumbuhan lain dapat tumbuh pada daerah tersebut.



Sumber: www.gettyimages.com

Gambar 2.35 Struktur Gemmae pada Lumut Hati

Tahukah kamu bahwa beberapa lumut juga dapat membantu menyimpan nitrogen dalam tanah dan menyimpan air. Beberapa juga dapat digunakan sebagai obat hepatitis, seperti kelompok lumut hati *Marchantia polymorpha*. Beberapa kelompok dari lumut daun seperti *Sphagnum* yang sudah lapuk dapat digunakan sebagai bahan bakar seperti batu bara.

5. Teknologi Perkembangbiakan pada Tumbuhan

a. Hidroponik

Hidroponik merupakan cara penanaman tumbuhan dengan menggunakan larutan nutrisi dan mineral dalam air dan tanpa menggunakan tanah. Tanaman darat khususnya sayuran seperti paprika, tomat, timun, terong, dan selada dapat ditanam secara langsung dalam wadah yang berisi nutrisi atau dengan ditambah medium yang tak larut dalam air, misalnya kerikil, arang, sekam, spons, serbuk kayu, dan lain sebagainya. Ilmuwan menemukan bahwa tumbuhan menyerap nutrisi yang penting dalam bentuk ion-ion yang terlarut dalam air.



Sumber: www.freedigitalphotos.net

Gambar 2.36 Tanaman yang Ditanam dengan Teknik Hidroponik

b. Vertikultur

Vertikultur merupakan metode budidaya tanaman dengan cara membuat instalasi secara bertingkat (vertikal) dengan tujuan untuk meningkatkan jumlah tanaman. Teknik budidaya ini merupakan konsep penghijauan yang cocok untuk daerah perkotaan dan lahan terbatas.



Sumber: Dok. Kemdikbud

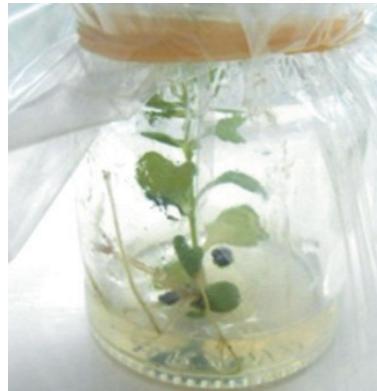
Gambar 2.37 Vertikultur



c. Kultur Jaringan Tumbuhan

Kultur jaringan adalah suatu metode perbanyakan tumbuhan dengan cara mengambil suatu bagian dari tanaman, seperti sel atau sekelompok sel, jaringan, atau organ. Bagian tanaman yang telah diambil selanjutnya ditumbuhkan dalam kondisi steril pada medium yang mengandung nutrisi dan zat pengatur tumbuh (hormon). Bagian tanaman akan dapat memperbanyak diri dan berkembang menjadi tanaman yang memiliki organ lengkap yaitu akar, batang, dan daun.

Banyak jenis tumbuhan dapat dikembangbiakkan menggunakan metode ini. Namun, tiap-tiap tumbuhan memerlukan perlakuan khusus agar dapat tumbuh dan berkembang dengan baik.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.38 Kultur Jaringan Tumbuhan



Ayo, Kita Cari Tahu

Kamu telah mengetahui teknologi perkembangbiakan pada tumbuhan. Apa manfaat teknologi perkembangbiakan pada tumbuhan seperti vertikultur, hidroponik, dan kultur jaringan tumbuhan bagi manusia? Ayo cari tahu di buku yang terdapat pada perpustakaan ataupun di internet! Kamu dapat juga bertanya pada teman atau orang tuamu!

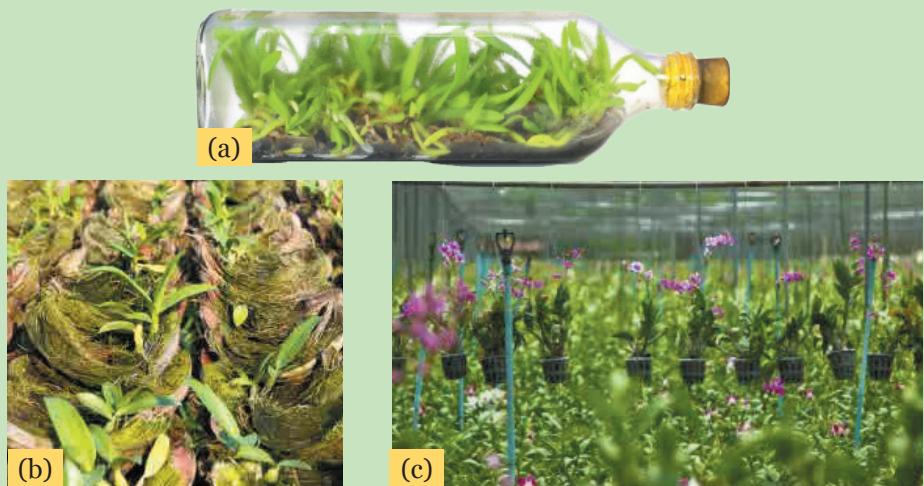


Tahukah Kamu?

Ukuran biji anggrek sangat kecil, hampir menyerupai tepung. Kecilnya ukuran ini menyebabkan jumlah cadangan makanan dalam biji juga sangat sedikit, sehingga sangat sulit bagi biji anggrek untuk tumbuh. Biji anggrek dapat tumbuh jika kondisi lingkungan cukup lembap dan dibantu oleh jenis jamur tertentu yang dikenal dengan **mikoriza**. Rendahnya daya tumbuh biji anggrek inilah

yang menyebabkan anggrek cukup langka. Para peneliti dan petani anggrek telah mengembangkan teknik perkembangbiakan anggrek dengan menggunakan kultur jaringan untuk mengatasi permasalahan perkembangbiakan pada anggrek. Tunas atau biji anggrek yang telah diambil kemudian ditanam pada medium agar-agar yang berisi nutrisi dan zat pengatur tumbuh. Biji anggrek dapat tumbuh lebih cepat dan lebih banyak melalui cara tersebut. Setelah proses penanaman, biji anggrek akan mengalami tahap pengakaran atau tumbuhnya akar. Tumbuhnya akar menandai bahwa proses kultur jaringan yang dilakukan mulai berjalan dengan baik. Selanjutnya, dilakukan pemisahan biji yang telah mengalami pengakaran atau yang disebut **plantlet**.

Plantlet akan tumbuh menjadi tanaman anggrek dengan struktur organ yang lengkap, yaitu akar, batang, dan daun. Jika telah memiliki struktur demikian, tanaman anggrek dapat dikeluarkan dari botol kultur dan ditanam pada media dalam pot. Perhatikan Gambar 2.39!



Sumber: www.freeditalphotos.net

Gambar 2.39 (a) Biji Anggrek yang Telah Tumbuh dan Ditanam dalam Botol Kultur,
(b) Proses Aklimatisasi Anggrek (c) Anggrek di Perkebunan Budidaya Anggrek

Tanaman anggrek terlebih dahulu harus ditempatkan pada ruangan atau disebut dengan proses **aklimatisasi**, yang bertujuan agar tanaman anggrek yang baru dapat mengenali kondisi di luar botol kultur. Jika akar tanaman anggrek telah tumbuh kuat, maka tanaman anggrek siap dipindahkan ke media tanam yang baru dan dapat ditanam di luar ruangan.

