

# SISTEM REPRODUKSI TUMBUHAN

Ada dua macam cara perkembangbiakan tumbuhan, yaitu yang melibatkan alat perkawinan maupun yang tidak melibatkan alat perkawinan. Perkembangbiakan yang tidak melibatkan alat perkembangbiakan disebut perkembangbiakan vegetatif atau perkembangbiakan secara tidak kawin (Aseksual). Perkembangbiakan yang melibatkan alat perkawinan disebut perkembangbiakan generatif (seksual).

## a. Perkembangbiakan Vegetatif (Aseksual)

Perkembangbiakan vegetatif atau perkembangbiakan secara tidak kawin adalah perkembangbiakan yang terjadi tanpa melibatkan alat perkawinan sehingga samasekali tidak tergantung pada adanya alat kelamin. Berdasarkan cara terjadinya perkembangbiakan vegetatif dibedakan menjadi dua yaitu perkembangbiakan vegetatif alami dan perkembangbiakan vegetatif buatan.

### 1) Vegetatif Alami

Perkembangbiakan vegetatif alami terjadi apabila terbentuknya individu baru terjadi dengan sendirinya (tanpa bantuan manusia). Perkembangbiakan vegetatif alami meliputi perkembangbiakan dengan membelah diri, spora, kuncup, umbi batang, umbi akar, umbi lapis, rhizoma, geragih dan tunas adventif.

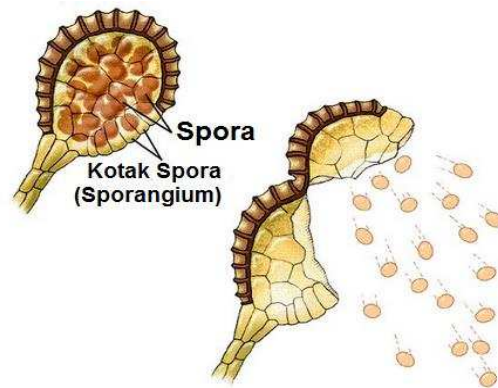
#### a) Membelah Diri

Perkembangbiakan dengan membelah diri adalah satu sel induk membelah menjadi dua atau lebih sel anak. Setiap sel anak tumbuh menjadi individu baru. Sel anak sama dengan sel induk. Contohnya adalah pembelahan biner pada ganggang biru.



b) Spora

Spora dihasilkan dari pembelahan sel tertentu pada sporangium (kotak spora). Sporangium terletak pada tumbuhan penghasil spora (sporofit). Spora yang dihasilkan sporangium, bila jatuh ditempat yang lembab akan tumbuh menjadi tumbuhan baru. Perkebangbiakan dengan pebentukan spora dapat ditemukan pada tumbuhan lumut dan paku.

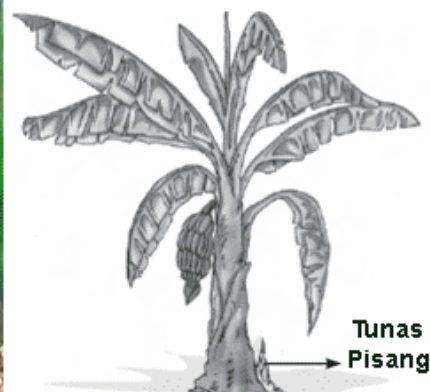


**Gambar 1.1.** Kotak spora pecah dan melepaskan spora pada Tumbuhan Paku

Sumber: <http://www.plengdut.com/2014/06/perkembangbiakan-tumbuhan-secara.html>

c) Tunas

Tunas adalah tumbuhan yang tumbuh dari batang yang berada di dalam tanah. Umumnya, individu baru tumbuh tidak jauh dari induknya sehingga tumbuhan yang berkembang biak dengan tunas membentuk rumpun. Contoh: pisang, bambu, dan tebu.



**Gambar 1.2** Pembentukan tunas pada bambu dan pisang

Sumber: <http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-alami.html>



d) Umbo batang

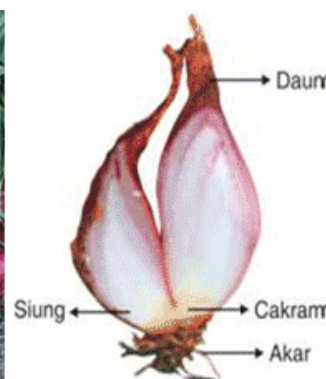
Umbo batang adalah bagian batang yang tumbuh membesar (menggelembung) di dalam tanah dan berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan, terutama berupa zat tepung. Pada kulit umbo terdapat mata tunas dan jika lingkungan sesuai akan tumbuh menjadi tunas baru. Contohnya, Kentang, talas, ketela dan umbo rambat.

e) Umbo akar

Umbo akar adalah akar yang tumbuh membesar dan beberapa tempat pada umbo tersebut terdapat calon tunas yang dapat tumbuh menjadi individu baru. Umbo akar berguna untuk menyimpan cadangan makanan. Umbo akar tidak berkuncup, tidak berdaun, tidak bermata tunas dan tidak berbuku-buku. Sisa batang pada pangkal umbo dapat memunculkan tunas. Akar tunas baru akan tumbuh dari bagian sisa batang jika umbo akar tersebut ditanam. Contoh bunga dahlia dan wortel.

f) Umbo lapis

Umbo lapis merupakan modifikasi dari bagian pelepah daun yang tersusun rapat membentuk umbo yang berfungsi sebagai cadangan makanan dan bentuknya berlapis-lapis. Pada bagian ketiak daun terdapat tunas sebagai calon individu baru yang disebut siung. Bagian dasar umbo yang berbentuk cakram merupakan modifikasi dari batang. Contoh: bawang merah, bawang putih, dan bawang bombay.



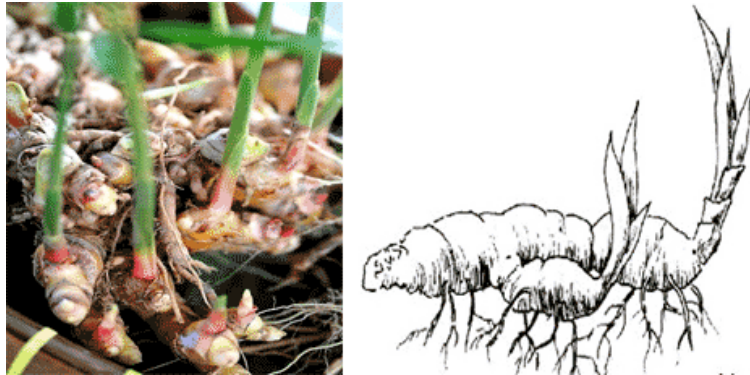
**Gambar 1.3.** Bawang merah dengan bagian-bagiannya

Sumber: <http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-alami.html>



g) Rhizoma/akar tinggal/Rimpang

Rhizoma atau akar rimpang merupakan batang yang tumbuh di bawah permukaan tanah. Tiap-tiap nodus pada bagian rhizoma dapat tumbuh membentuk individu baru. Contoh pada jahe, lengkuas, kunyit

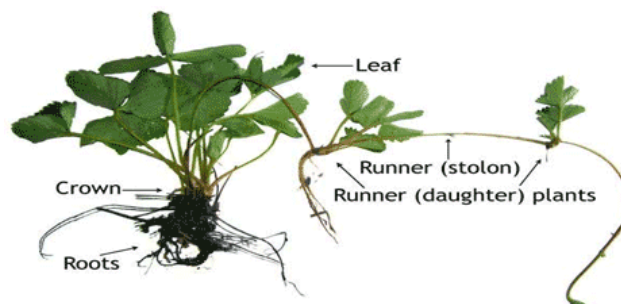


**Gambar 1.4.** Rimpang pada kunyit

Sumber: <http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-alami.html>

h) Geragih/stolon

Stolon atau geragih merupakan penjururan atau sulur batang yang tumbuh memanjang secara horizontal di atas permukaan tanah. Tumbuhan baru muncul pada titik atau ruas yang terdapat pada sulur. Contoh tumbuhan yang menggunakan stolon antara lain stroberi, sukun.



**Gambar 1.5.** Stolon pada tanaman stroberi

Sumber: <http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-alami.html>

i) Tunas adventif

Daun memiliki daya reproduksi yang tinggi, mampu membentuk individu baru melalui pembelahan mitosis dari pertunasaan yang muncul dari tiap ruas (nodus) daun, sehingga tumbuhan ini disebut juga dengan istilah "*mother of thousands*". Contoh tumbuhan *Kalanchoe* sp. (cocor bebek).

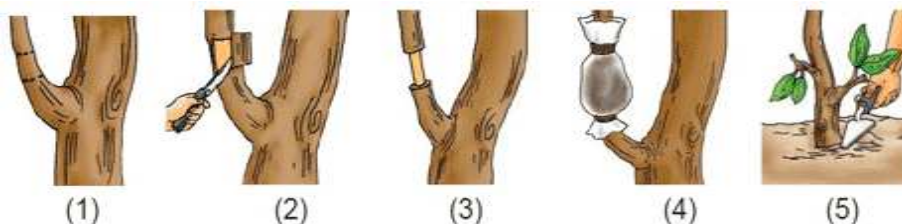


## 2) Vegetatif buatan

Perkembangbiakan vegetatif buatan terjadi apabila manusia melakukan budidaya terhadap suatu tanaman untuk memperoleh keturunan baru secara vegetatif.

### a) Mencangkok

Mencangkok dapat dilakukan dengan memuat potongan sampai jaringan gabus pada percabangan batang. Kemudian potongan tersebut ditutupi tanah, dibungkus dan dibiarkan sampai keluar akar. Setelah akar muncul, baru potongan ini dipisahkan dari tanaman induk dan dapat ditanam. Cangkok dilakukan untuk memperbanyak tumbuhan berkayu.

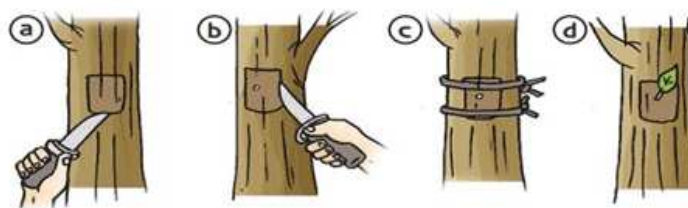


**Gambar 1.6.** Cara mencangkok tanaman

Sumber: <http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-buatan.html>

### b) Menempel (Okulasi)

Okulasi dilakukan dengan cara mengambil mata tunas dari tanaman yang spesiesnya sama dengan sifat yang lebih baik, kemudian menempelkan tunas tersebut pada tunas tanaman lain dengan spesies sama dengan tujuan memperbaiki sifat suatu individu tanaman. Contoh: jeruk bali dengan jeruk limau



**Gambar 1.7.** Teknik perbanyakan tanaman dengan cara menempel

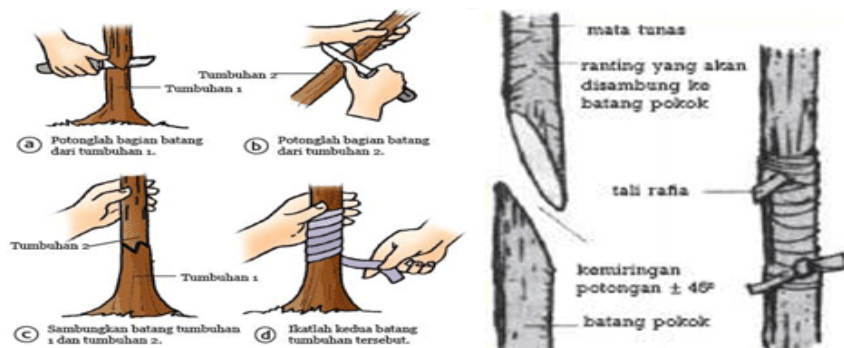
Sumber: <http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-buatan.html>





## c) Menyambung (Entem)

Menyambung (mengenten) adalah menggabungkan batang bawah dan batang atas dua tanaman yang sejenis dengan tujuan menggabungkan sifat-sifat unggul dari dua tanaman sehingga diperoleh satu tanaman yang memiliki sifat-sifat unggul. Misalnya, ada dua tanaman mangga. Tanaman mangga pertama berakar kuat tetapi buahnya asam, sedangkan tanaman mangga kedua berakar lemah tetapi buahnya sangat manis. Untuk memperoleh pohon mangga yang berakar kuat dan berbuah manis, maka batang bawah dari tanaman mangga berakar kuat disambungkan dengan batang atas tanaman mangga yang berbuah manis.

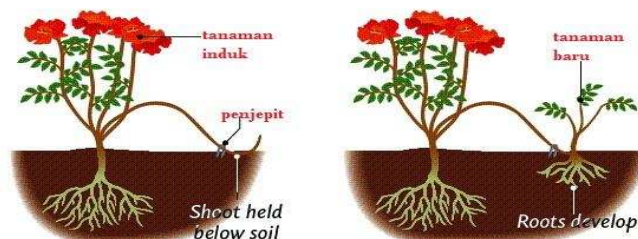


**Gambar 1.8.** Cara menyambung pada tanaman

Sumber: <http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-buatan.html>

## d) Merunduk

Merunduk teknik vegetatif buatan pada stolon. Contoh pada tanaman bougenvil dan jasmin, batang muda ditarik, dimasukkan ke dalam tanah. Setelah tumbuh akar, maka batang ini dapat dipisahkan dari induk.



**Gambar 1.9.** Teknik vegetatif dengan cara merunduk

Sumber: <http://www.sridianti.com/sistem-reproduksi-vegetatif-alami.html>



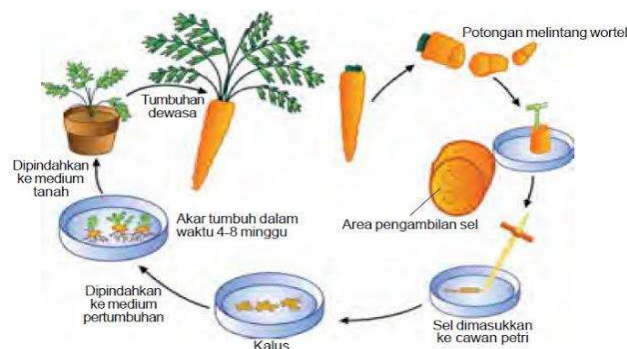
e) Stek

Stek merupakan teknik perbanyakan tanaman dengan cara menanam bagian potongan-potongan tubuh tumbuhan. Contoh batang singkong induk dipotong kecil-kecil dan ditanam kembali ke tanah. Tiap-tiap potongan akan berkembang menjadi individu baru.

f) Kultur Jaringan

merupakan usaha tanaman dengan memanfaatkan sifat totipotensi tanaman. Totipotensi adalah kemampuan suatu sel untuk membelah dan menghasilkan individu baru. Sel yang biasa digunakan ialah sel meristem atau sel yang belum mengalami differensiasi. Melalui kultur jaringan dapat diperoleh bibit tanaman dengan jumlah yang banyak dalam waktu yang singkat dan bersamaan serta memiliki sifat yang identik dengan induk.

Jaringan yang akan dikultur dapat berupa irisan yang sangat tipis dari ujung akar, tunas, dan daun muda tanaman. Kemudian irisan tipis tersebut ditumbuhkan pada suatu medium dengan cukup nutrisi. Untuk memacu proses pembelahan sel, para peneliti biasanya memberikan hormon pertumbuhan (misalnya auksin). Sel-sel harus dapat membelah dan tumbuh dalam media tumbuh membentuk embrio dan tunas hingga menjadi individu baru yang sama dengan induknya. Contoh tanaman yang telah dikembangkan melalui kultur jaringan antara lain anggrek dan wortel.



Gambar 1.10 Langkah teknik kultur jaringan pada tanaman wortel  
Sumber <http://www.kehidupankita.com/2015/08/langkah-teknik-kultur-jaringan.html>



## b. Perkembangbiakan Generatif (Seksual)

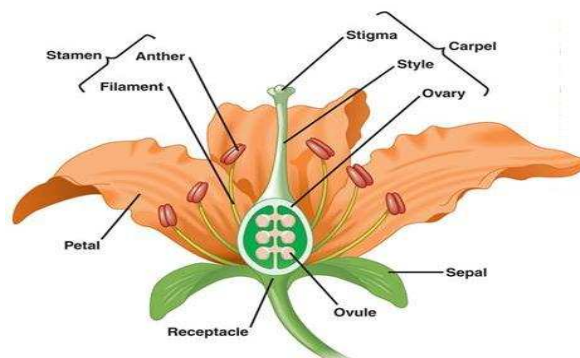
Reproduksi generatif/seksual merupakan cara reproduksi yang melibatkan proses peleburan gamet jantan dan gamet betina. Proses peleburan dua gamet induk ini biasa disebut pembuahan. Reproduksi generatif terjadi pada tumbuhan berbiji, baik gimnospermae (berbiji terbuka) maupun angiospermae (berbiji tertutup).

Perkembangbiakan secara generatif pada tumbuhan berbiji tertutup ditandai dengan munculnya bunga. Dalam bunga inilah terdapat Putik dan Benang Sari yang menjadi alat reproduksi bagi tumbuhan. Bentuk dan susunan bunga sangat beraneka ragam. Akan tetapi ada beberapa bagian bunga yang dimiliki oleh semua bunga. Untuk lebih jelasnya, kita harus mengetahui terlebih dahulu bagian-bagian dari bunga agar kita lebih mudah untuk memahami penjelasan selanjutnya.

### 1) Alat Reproduksi Tumbuhan

**Perhiasan bunga.** Terdiri atas: **kelopak (*sepal*)** dan **mahkota bunga (*petal*)**.

Kelopak bunga merupakan bagian dari bunga yang letaknya di dekat dasar bunga dan menyambung dengan tangkai bunga. Kelopak bunga ini biasanya menyelimuti bunga saat bunga masih dalam keadaan kuncup dan biasanya setelah mekar dalam waktu tertentu, akan gugur dengan sendirinya.



**Gambar 1.11.** Bagian-bagian bunga

Sumber <http://www.edubio.info/2015/02/bagian-bagian-bunga-angiosperma.html>





Mahkota bunga sangat beraneka ragam bentuk dan warnanya sesuai dengan jenis bunga. Bagian mahkota bunga inilah yang memberikan keindahan pada bunga tersebut dan biasanya warnanya digunakan untuk mengidentifikasi jenis bunga tersebut. Misalnya bunga mawar yang warna petalnya merah disebut dengan Red Roses atau Mawar Merah.

**Dasar Bunga (*receptacle*).** Dasar bunga merupakan bagian ujung tangkai bunga yang membesar dan menjadi tempat melekatnya mahkota bunga.

**Tangkai Bunga.** Tangkai bunga merupakan bagian yang menghubungkan bunga dengan batangnya.

**Benang Sari (*stamen*).** Benang sari adalah alat kelamin jantan bagi tumbuhan yang terdiri dari tangkai sari (*filament*) dan kepala sari (*Anther*), dan di dalam kepala sari inilah terdapat butir-butir serbuk sari.

**Putik (*carpel*).** Putik adalah alat kelamin betina pada tumbuhan yang terdiri dari tangkai putik (*style*), kepala putik (*stigma*) dan bakal buah (*ovary*), dan di dalam bakal buah terdapat bakal biji. Di dalam bakal biji tersebut, masih terdapat dua inti yaitu calon lembaga dan sel telur.

Melihat bagian-bagian yang terdapat pada bunga (tangkai dan dasar bunganya tidak diperhitungkan), maka bunga dapat dibedakan dalam:

- Bunga Lengkap atau Bunga Sempurna (*flos completus*), yang dapat terdiri atas: satu lingkaran daun-daun kelopak, satu lingkaran daun-daun mahkota, satu atau dua lingkaran benang-benang sari dan satu lingkaran daun-daun buah. Bunga yang bagian-bagiannya tersusun dalam empat lingkaran dikatakan bersifat *tetrasiklik*, dan jika bagian-bagiannya tersusun dalam lima lingkaran dikatakan bersifat *pentasiklik*.
- Bunga Tidak Lengkap atau Bunga Tidak Sempurna (*flos incompletus*), jika salah satu bagian hiasan bunganya atau salah satu alat kelaminnya tidak ada. Jika bunga tidak mempunyai hiasan bunga, maka bunga itu disebut telanjang (*nudus*), jika hanya mempunyai salah satu dari kedua macam alat kelaminnya maka disebut berkelamin tunggal (*unisexualis*). Bunga yang mempunyai tenda bunga (*perigonium*), jadi jika kelopak dan mahkotanya sama bentuk maupun rupanya, seringkali dianggap sebagai bunga tidak lengkap pula.



## 2) Proses Penyerbukan (Persarian)

Dalam proses perkembangbiakan generatif pada tanaman dikenal dengan Penyerbukan. Penyerbukan atau polinasi merupakan proses awal sebelum terjadinya pembuahan. Pada angiospermae, penyerbukan adalah proses melekatnya serbuk sari di kepala putik, sedangkan pada gimnospermae, penyerbukan adalah peristiwa melekatnya serbuk sari pada bakal biji.



Sumber: *Biology Exploring Life*, 1999

**Gambar 1.12.** Proses penyerbukan pada tumbuhan biji

Sumber : <http://mastugino.blogspot.co.id/2012/07/perkembangbiakan-generatif.html>

Berdasarkan asal serbuk sarinya, penyerbukan dapat dibedakan menjadi:

- a. **Penyerbukan Sendiri (*Autogami*)**, terjadi apabila benang sari yang jatuh pada kepala putik berasal dari bunga itu sendiri dan tentu saja yang dapat melakukannya adalah bunga lengkap yang memiliki putik dan benang sari. Pada saat terjadi autogami, dapat saja terjadi beberapa gangguan yang menghalangi pertemuan antara serbuk sari dan putik. Misalnya:
  - *Protandri*, yaitu peristiwa serbuk sari yang matang lebih dulu daripada putik. Misalnya pada seledri, *Allium* sp. (bawang), dan *Zea mays* (jagung).
  - *Protogini*, yaitu peristiwa putik yang matang lebih dulu daripada serbuk sari. Misalnya pada bunga *Brassica* sp. (kol), bunga *Theobroma cacao* (cokelat), dan bunga *Persea americana* (avokad).
  - Serbuk sari tidak dapat sampai di kepala putik. Misalnya pada bunga kembang sepatu.
- b. **Penyerbukan Tetangga (*Geitonogami*)**, adalah penyerbukan yang terjadi jika serbuk sari yang jatuh di kepala putik berasal dari bunga lain tetapi masih pada satu pohon.



- c. **Penyerbukan Silang (*Allogami/Xenogami*)**, adalah penyerbukan yang terjadi apabila serbuk sari yang jatuh di kepala putik berasal dari bunga lain yang sejenis tetapi berbeda pohonnya.
- d. **Penyerbukan Bastar (*Hibridogami*)**, terjadi apabila serbuk sari yang jatuh di kepala putik berasal dari bunga lain yang tidak sejenis atau sekurang-kurangnya mempunyai satu sifat beda.

Kalau di atas adalah jenis-jenis penyerbukan yang terjadi berdasarkan asal muasal serbuk sari yang jatuh di kepala putik, maka berikut ini adalah Jenis-Jenis penyerbukan berdasarkan faktor yang menyebabkan sampainya serbuk sari ke kepala putik, yaitu:

- a. **Penyerbukan oleh angin (*Anemogami*)**. Memiliki Serbuk sari banyak, ringan, kecil, kering, dan permukaannya halus. Kepala sari mudah bergoyang. Tidak mempunyai perhiasan/mahkota bunga (jika ada berukuran kecil). Kepala putik besar. Letak serbuk sari bergantung/bertangkai panjang. Bunga tidak berbau. Tidak mempunyai kelenjar madu. Putik melekat di tengah, berbentuk spiral sehingga membentuk permukaan yang lebih besar untuk memudahkan menangkap serbuk sari. Bunga tidak berwarna cerah dan biasanya hijau. Contohnya Gramineae (rumput), *Oryza sativa* (padi), *Saccharum officinarum* (tebu), dan *Imperata Cylindrica* (alang-alang).
- b. **Penyerbukan oleh hewan (*Zodiogami*)**. Berdasarkan nama hewannya, tipe penyerbukan ini dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu:
  - *Entomogami*, yaitu penyerbukan dengan bantuan serangga. Saat mengisap madu, tubuh serangga menempel serbuk sari, dan jika serangga berpindah ke bunga lain atau menyentuh kepala putik bunga yang sama, serbuk sari akan tertinggal di kepala putik tersebut sehingga terjadi penyerbukan.Ciri-cirinya: Bunga berbau khas, mahkota bunga berwarna menarik/mencolok, mempunyai kelenjar madu, benang sari di dalam bunga, kepala sari bersatu di bagian dasar atau belakangnya, serbuk sari sedikit, besar, seperti tepung, berat, lengket, serta putik lengket dan kecil.



- *Ornitogami*, yaitu penyerbukan dengan bantuan burung. Biasanya bunga mengandung madu dan air, serta mengandung unsur warna merah karena burung peka terhadap warna ini.
  - *Kiropterogami*, yaitu penyerbukan dengan bantuan kelelawar. Biasanya bunga mekar pada malam hari, berukuran besar, berwarna cerah, dan letaknya tidak tersembunyi.
  - *Malakogami*, yaitu penyerbukan dengan bantuan siput.
- c. **Penyerbukan oleh air (*Hidrogami*)**. Penyerbukan yang dibantu oleh air biasanya terjadi pada tumbuhan-tumbuhan air. Misalnya hidrila (*Hydrilla verticillata*).
- d. **Penyerbukan oleh manusia**. Tumbuhan yang proses penyerbukannya dibantu oleh manusia adalah tumbuh-tumbuhan yang umumnya berguna bagi kehidupan manusia. Contohnya adalah Vanili dan bunga anggrek.

### 3) Pembuahan (Fertilisasi)

Pembuahan pada tumbuhan adalah proses meleburnya (menyatunya) inti sperma dan ovum yang terjadi di dasar putik untuk membentuk embrio tumbuhan. Dalam tumbuhan tingkat tinggi dikenal 2 macam pembuahan yaitu pembuahan tunggal dan pembuahan ganda. Pembuahan tunggal terjadi pada gymnospermae (tumbuhan berbiji terbuka) sedangkan pembuahan ganda akan terjadi pada angiospermae (tumbuhan berbiji tertutup).

#### a. Pembuahan Tunggal

Pembuahan tunggal terjadi pada kelompok tumbuhan biji terbuka (gymnospermae), yaitu: *Cycas rumphii* (pakis haji), *Podocarpus polystachyus* (kismis), *Agathis dammara* (damar), *Gnetum gnemon* (melinjo). Di dalam serbuk sari pakis haji telah terbentuk tiga macam sel, yaitu sel protalium, sel generatif dan inti buluh. Sebelum pembuahan diawali dengan penyerbukan yaitu menempelnya serbuk sari pada mikropil. Pada ujung mikropil terdapat cairan lengket (tetes penyerbukan) yang berasal dari jaringan bakal biji di sekitar mikropil. Fungsinya untuk mengikat serbuk sari yang menempel pada permukaan mikropil. Apabila cairan tersebut mengering maka serbuk sari akan terserap ke dalam ruang serbuk sari.



Pada saat di ruang serbuk sari, serbuk sari membentuk buluh serbuk sari ke arah arkegonium.

Di arkegonium, sel generatif tumbuhan pakis haji membelah dua menjadi sel tangkai (*sel dislokator*) dan sel tubuh (*spermatogen*). Sel spermatogen membelah menjadi dua sel spermatozoid. Sesaat setelah sel vegetatif lenyap, sel spermatozoid melebur dengan ovum membentuk zigot. Zigot berkembang menjadi embrio atau lembaga. Sel-sel gametofit lainnya berkembang menjadi endosperma yang haploid ( $n$ ).



**Gambar 1.13.** Alat perkembangbiakan pada *Cycas rumphii*  
Sumber: <http://www.natureloveyou.sg/Family/Cycadaceae.html>

Alat perkembangbiakan pada gymnospermae berupa **strobilus**. Strobilus merupakan kumpulan sporofil, apabila kumpulan itu kompak dan membentuk seperti kerucut disebut **konus**. Sporofil pada strobilus disebut sisik strobilus. Sporofil merupakan bagian daun yang berfungsi menghasilkan spora di samping juga sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis. Ada 2 macam sporofil yaitu megasporofil untuk betina dan mikrosporofil untuk jantan. Pada megasporofil terdapat bakal biji. Bakal biji ini tidak dilindungi oleh dinding bakal buah

Di dalam bakal biji terdapat megasporangium (*nuselus*). Pada nuselus nantinya terdapat sel induk megaspora yang mengalami meiosis menjadi 4 megaspora dan hanya satu megaspora yang berkembang. Inti megaspora mengalami pembelahan berulang kali dan akan menjadi jaringan gametofit. Sebagian dari sel-sel gametofit yang dekat dengan mikropil akan membentuk satu atau beberapa arkegonium. Pada mikrosporofil terdapat banyak mikrosporangium. Di dalam mikrosporangium banyak terdapat mikrospora dan nantinya berkembang menjadi banyak serbuk sari.



**Gambar 1.14.** Pembuahan tunggal pada pinus.

Sumber: <http://www.edubio.info/2014/04/pembuahan-tunggal-pada-gymnospermae.html>

b. Pembuahan Ganda

Disebut pembuahan ganda karena memang terjadi dua kali proses pembuahan yaitu:

- Peleburan inti generatif satu dengan ovum (sel telur) membentuk zigot yang akan berkembang menjadi embrio.
- Peleburan inti generatif dua dengan inti kandung lembaga sekunder membentuk endosperma (cadangan makanan).

Proses pembuahan ganda adalah sebagai berikut:

Pembuahan akan diawali terlebih dahulu oleh proses penyerbukan, yaitu jatuhnya serbuk sari pada kepala putik. Inti sel dalam serbuk sari akan membelah membentuk inti vegetatif, inti generatif satu, dan inti generatif dua. Setelah beberapa saat, serbuk sari akan berkecambah membentuk tabung serbuk sari sebagai jalan menuju kantung embrio. Kantung embrio terdapat pada dasar putik dan merupakan tempat terjadinya pembuahan. Inti sel serbuk sari nantinya akan





berjalan di sepanjang tabung serbuk sari untuk mencapai kantung embrio tersebut.

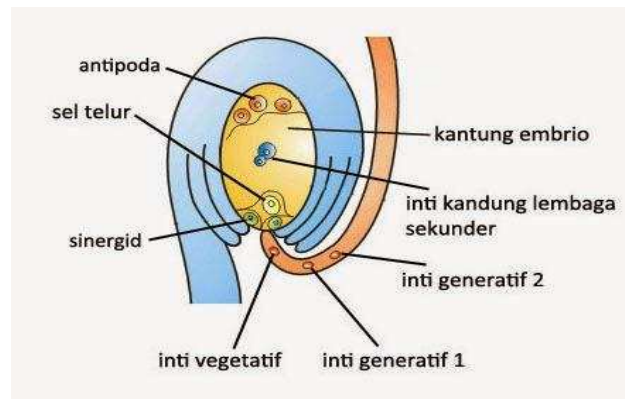


**Gambar 1.15.** Pembentukan tabung (buluh) serbuk sari

Sumber: <http://www.edubio.info/2014/04/pembuahan-ganda-pada-angiospermae.html>

Inti vegetatif akan berjalan di depan inti generatif karena berperan sebagai penunjuk jalan bagi kedua inti generatif tersebut. Setelah sampai di kantung embrio, inti generatif satu akan membuahi ovum membentuk zigot dan inti generatif dua akan membuahi inti kandung lembaga sekunder membentuk endosperma.

Sel telur yang bersifat haploid ( $n$ ) akan dibuahi inti generatif 1 yang bersifat haploid ( $n$ ) sehingga akan menghasilkan zigot yang bersifat diploid ( $2n$ ). Inti kandung lembaga sekunder akan dibuahi oleh inti generatif dua sehingga terbentuk endosperma. Endosperma bersifat triploid ( $3n$ ) karena merupakan penyatuan 2 inti kandung lembaga sekunder dan inti generatif dua yang masing-masing bersifat haploid.



**Gambar 1.16.** Proses pembuahan ganda

Sumber: <http://www.edubio.info/2014/04/pembuahan-ganda-pada-angiospermae.html>

Zigot nantinya akan berkembang menjadi embrio calon individu baru, sedangkan endosperma merupakan cadangan makanan bagi perkembangan embrio. Endosperma akan digunakan sebagai sumber makanan pertama pada proses perkecambahan biji.

Masuknya inti sperma ke dalam kandung lembaga ada beberapa cara:

- Porogami*, apabila masuknya spermatozoa melalui mikropil (liang bakal biji).
- Aporogami*, apabila masuknya spermatozoa tidak melalui mikropil.
- Kalazaogami*, apabila masuknya spermatozoa melalui kalaza.

Embrio pada tumbuhan berbiji dapat terbentuk oleh beberapa sebab:

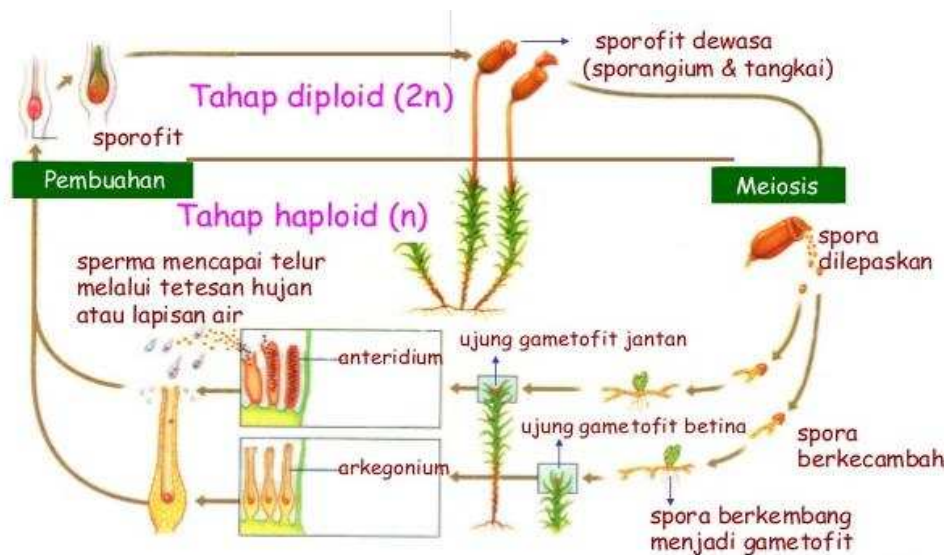
- Amfimiksis*, apabila terjadinya embrio karena peleburan sperma dengan ovum
- Apomiksis*, apabila terjadinya embrio tidak melalui peleburan sperma dan ovum. Apomiksis ada beberapa cara: *parthenogenesis*, terjadinya embrio dari sel telur yang tidak dibuahi; *apogami*, terjadinya embrio dari bagian lain kandung lembaga selain ovum (sel telur) misalnya sinergid atau antipoda, tanpa adanya pembuahan.
- Embrio adventif, terjadinya embrio dari sel nuselus yaitu bagian selain kandung lembaga

#### 4) Pergantian Tahap Sporofit dan Gametofit dalam Siklus Hidup Tumbuhan



a. Metagenesis Tumbuhan Lumut

Spora tumbuh menjadi protonema. Protonema tumbuh menjadi tumbuhan lumut. Tumbuhan lumut disebut gametofit ( $2n$ ) karena menghasilkan gamet. Tumbuhan lumut memiliki anteridium (kelamin jantan) dan arkegonium (kelamin betina). Anteridium menghasilkan sperma, dan arkegonium menghasilkan ovum. Peleburan sperma dan ovum menghasilkan zigot. Zigot berkembang menjadi sporofit ( $n$ ) dan menghasilkan spora.



**Gambar 1.17.** Siklus hidup lumut daun

Sumber: <http://www.slideshare.net/puttyrahma5/kuliah-9-dunia-tumbuhan>

b. Metagenesis Tumbuhan Paku

Spora tumbuh menjadi protalium. Protalium tumbuh menjadi gametofit yang menghasilkan anteridium dan arkegonium. Peleburan sperma dan ovum menghasilkan zigot. Zigot tumbuh menjadi tumbuhan paku. Tumbuhan paku bersifat sporofit yang menghasilkan spora.

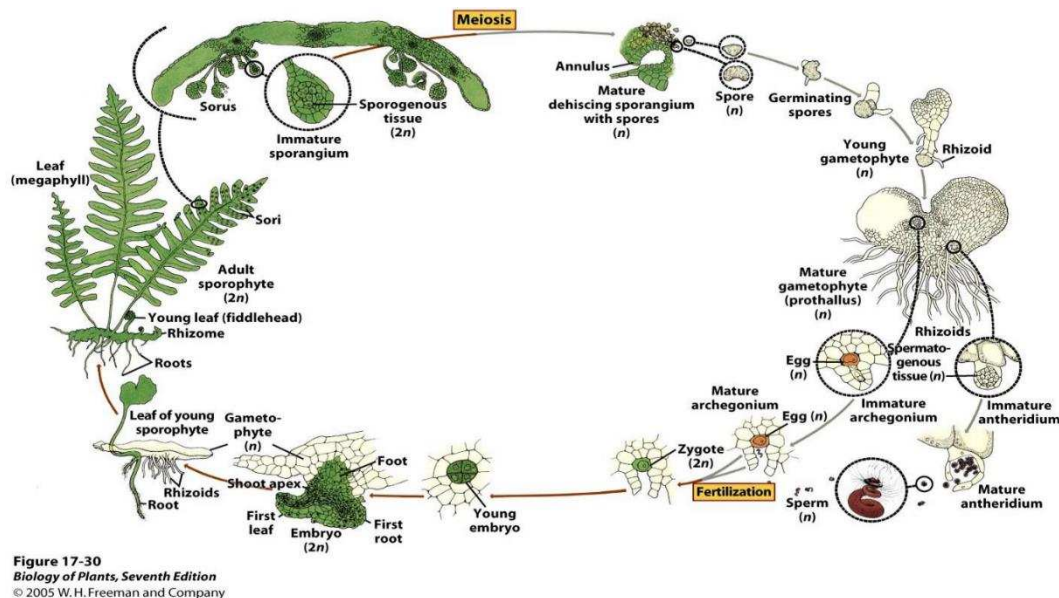


Figure 17-30  
Biology of Plants, Seventh Edition  
© 2005 W. H. Freeman and Company

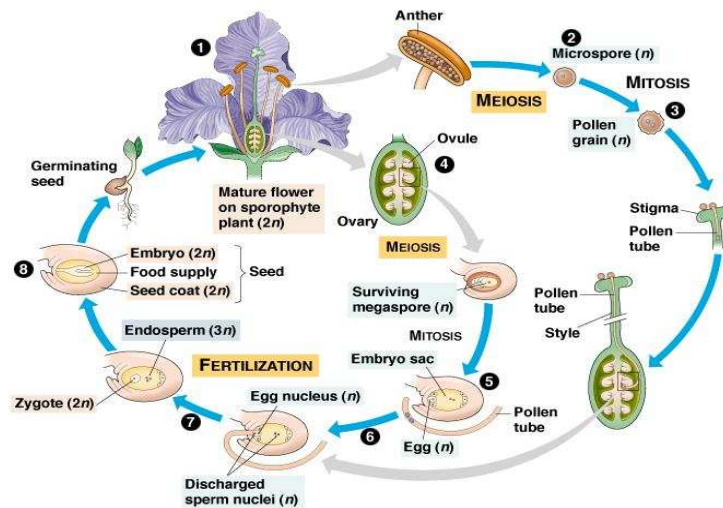
**Gambar 1.18.** Pergiliran keturunan pada tanaman paku

Sumber: <http://www.psychologymania.net/2013/05/reproduksi-tumbuhan-paku-homospora.html>

c. Metagenesis Tumbuhan Berbiji

Tumbuhan berbiji adalah generasi sporofit. Generasi gametofit betina berkembang di dalam bakal biji yang masih berhubungan dengan tumbuhan induknya. Gametofit jantan dimulai saat terbentuknya mikrospora, setelah itu dilanjutkan pada saat setelah penyerbukan. Generasi gametofit tumbuhan biji waktunya singkat, perkembangannya terlindung, dan hidupnya tergantung tumbuhan induknya. Mikrospora yang keluar dari kotak spora berkembang menjadi serbuk sari. Setelah penyerbukan, serbuk sari berkembang menjadi buluh serbuk sari. Buluh serbuk sari membentuk sel sperma.

Buluh serbuk sari disebut sebagai generasi mikrogametofit. Sedangkan generasi megagametofitnya (makrogametofit) adalah kantung lembaga (kantung embrio). Setelah terjadi peleburan sel sperma dan ovum, maka terbentuklah zigot. Zigot berkembang menjadi embrio (lembaga) di dalam biji. Biji tumbuh menjadi kecambah, dan akhirnya menjadi tumbuhan dewasa. Tumbuhan dewasa menghasilkan bunga dan seterusnya.



**Gambar 1.19.** Proses pergiliran keturunan pada tumbuhan berbiji

Sumber: <http://reproductionsystemlina.blogspot.co.id/2015/08/reproduksi-generatif-pada-tumbuhan.html>

## 5) Pemencaran Tumbuhan

### a. Tanpa Bantuan Faktor Luar

Tidak memungkinkan terjadinya penyebaran secara luas. Cara reproduksi yang memungkinkan pemencaran yaitu dengan stolon, rizoma, umbi lapis, umbi batang. Pemencaran tumbuhan dapat disebabkan oleh gerak higroskopis. Gerak higroskopis merupakan gerak yang disebabkan oleh perubahan kadar air. Contoh: pada buah anggrek, petai cina, karet, dan pacar air.

### b. Dengan Bantuan Faktor Luar

#### a) Anemokori

- Pemencaran tumbuhan dengan bantuan angin.
- Beberapa ciri tumbuhan anemokari adalah: (1) Biji kecil dan ringan, contoh tanaman anggrek. (2) Buah dan biji bersayap. Sayap merupakan perluasan dari kulit buah atau kulit biji. Contoh: biji mahoni, biji pinus, biji kelor dan buah acer. (3) Buah dan biji berbulu. Bulu pada buah dan biji merupakan perluasan dari kulit buah atau biji.

#### a) Hidrokori



- Pemencaran alat perkembangbiakan dengan bantuan air. Contoh: enceng gondok (*Eichornia*), yaitu dengan tunas yang memisahkan diri dari induknya. Tumbuhan yang memiliki struktur buah sedemikian rupa dan berat jenisnya kurang dari satu sehingga mengapung di dalam air. Contoh: kelapa (*Cocos nucifera*) dan nyamplung (*Callophylum* sp.)
- Mempunyai buah yang kulit buahnya tersusun oleh tiga lapisan, yaitu: (1) Lapisan Eksokarp, yaitu lapisan terluar yang tipis, namun kuat dan mengkilat (2) Lapisan Mesokarp, yaitu lapisan tengah yang paling tebal. (3) Lapisan endokarp, yaitu lapisan paling dalam yang kuat dan keras

a) Zookori

- Pemencaran alat perkembangbiakan dengan bantuan hewan. Umumnya mempunyai kulit biji yang amat keras dan tidak dapat dicerna di dalam sistem pencernaan hewan.
- Zookori dibedakan menjadi:
  - Entomokori, pemencaran alat perkembangbiakan dengan bantuan serangga, contoh: tumbuhan tembakau.
  - Ornitokori, pemencaran alat perkembangbiakan dengan bantuan burung, contoh: tumbuhan beringin dan benalu.
  - Kiropterokori, pemencaran alat perkembangbiakan dengan bantuan kelelawar, contoh: tumbuhan jambu biji.
  - Mamokori, pemencaran alat perkembangbiakan dengan bantuan mamalia, contoh: tumbuhan kopi, trembesi, aren.

a) Antropokori

- Pemencaran alat perkembangbiakan dengan bantuan manusia. Bantuan ini dapat terjadi secara sengaja (eksozoik) maupun tidak disengaja (endozoik). Secara sengaja dikarenakan tumbuhan mendatangkan keuntungan atau nilai ekonomi bagi manusia, contoh: kopi, karet, cengkeh, kelapa, kedelai, gadung dan lain-lainnya. Tidak sengaja terjadi karena tumbuhan tersebut memiliki alat perekat pada buah atau biji yang mudah menempel pada pakaian. Contoh: rumput jarum





## DAFTAR PUSTAKA

Biggs, Alton., etc. (2008). *Biology*. New York : Mc Graw Hill

Campbell, N.A, etc. (2009). *Biologi. 8th edition*. Pearson Benjamin Cumming:  
San Fransisco.

Diah Aryulina dkk (2004), Biologi SMA, untuk kelas XI Penerbit Erlangga:  
Jakarta.

<http://taufik-ardiyanto.blogspot.co.id/2011/10/reproduksi.html>

<http://www.plengdut.com/2014/06/perkembangbiakan-tumbuhan-secara.html>

[http://www.slideshare.net/fpa\\_faiz/bab-10-sistem-reproduksi](http://www.slideshare.net/fpa_faiz/bab-10-sistem-reproduksi)