



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

BIOLOGI





PLANTAE

BIOLOGI
KELAS X MIPA

PENYUSUN
Prasida Widiyanto, M.Pd
SMAN 1 Boja

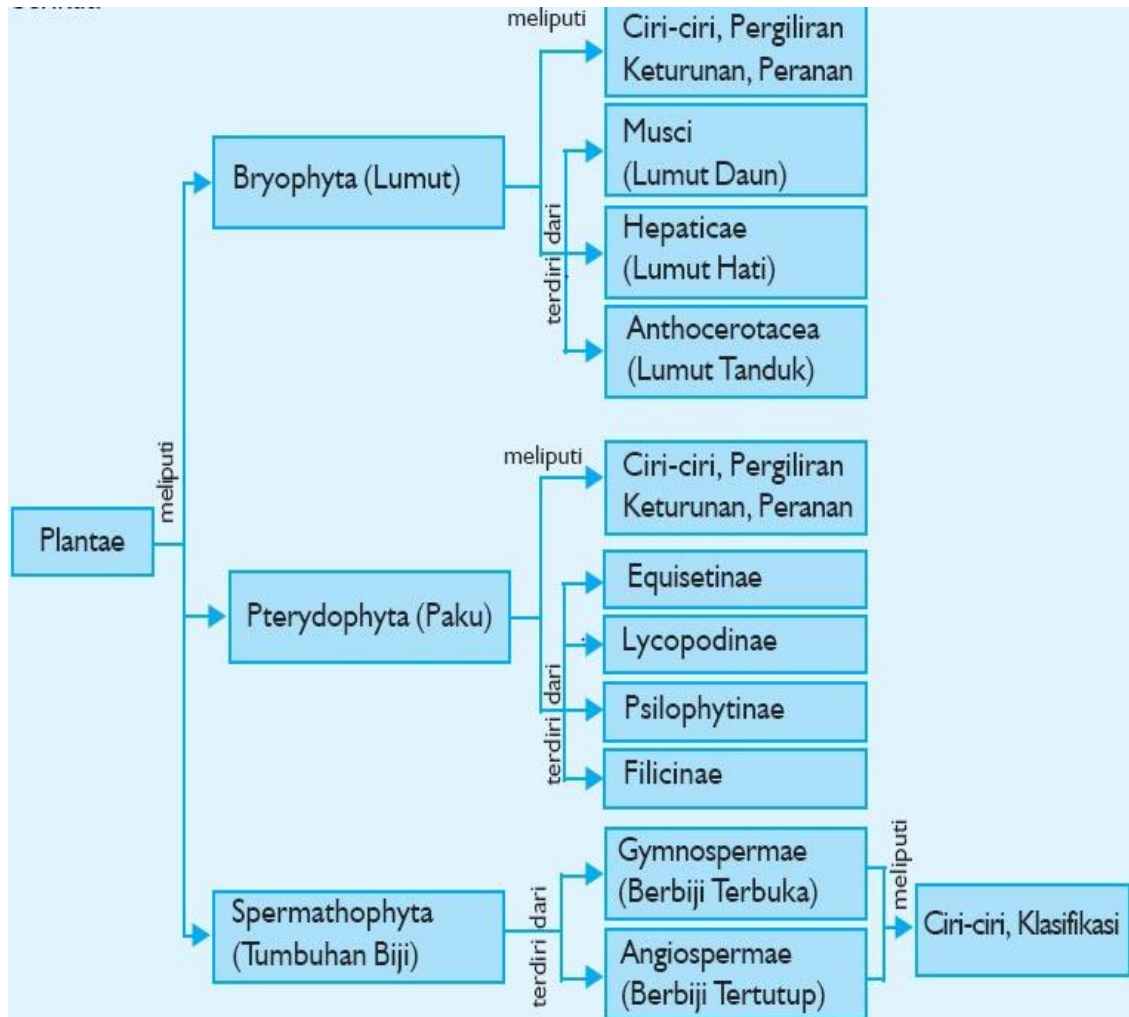
DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
GLOSARIUM	4
PETA KONSEP	5
PENDAHULUAN	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
TUMBUHAN LUMUT (BRYOPHYTA)	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi	8
C. Rangkuman	13
D. Penugasan Mandiri	13
E. Latihan Soal	15
F. Penilaian Diri	17
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	18
TUMBUHAN PAKU (PTERYDOPHYTA)	18
A. Tujuan Pembelajaran	18
B. Uraian Materi	18
C. Rangkuman	23
D. Penugasan Mandiri	24
E. Latihan Soal	25
F. Penilaian Diri	28
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3	29
TUMBUHAN BERBIJI (SPERMATOPHYTA)	29
A. Tujuan Pembelajaran	29
B. Uraian Materi	29
C. Rangkuman	32
D. Penugasan Mandiri (optional)	33
E. Latihan Soal	33
F. Penilaian Diri	37
EVALUASI	38
DAFTAR PUSTAKA	42

GLOSARIUM

Antheridium	: Gamet jantan yang menghasilkan sperma pada tumbuhan
Arkegonium	: Gamet betina yang menghasilkan ovum pada tumbuhan
Autotrof	: Organisme yang dapat memproduksi makanannya sendiri
Benang sari	: Alat reproduksi jantan. Terletak pada bunga
Bunga	: Merupakan bakal buah dan berfungsi dalam reproduksi seksual. Terdapat pada angiospermae
Divisi	: Pengklasifikasian makhluk hidup
Eksospora	: Lapisan luar dinding spora yang menutup epispora
Embrio	: Organisme yang hidup pada awal pertumbuhan
Endospora	: Sel resisten terselubung tebal yang dihasilkan oleh sel bakteri
Eukariotik	: Sel yang memiliki membran inti
Fertilisasi	: Peleburan antara gamet jantan dan gamet betina
Floem	: Pembuluh angkut yang berfungsi mengangkut hasil fotosintesis
Fotosintesis	: Proses produksi makanan dengan bantuan cahaya matahari.
Gamet	: Sel kelamin reproduktif yang matang
Gametangium	: Tempat pembentukan gamet
Gametofit	: Proses pembuatan gamet
Gemma	: Reproduksi dengan cara aseksual dengan sel pada lumut hati yang merupakan struktur seperti mangkok dipermukaan
Kambium	: Lapisan jaringan pada tumbuhan yang selnya aktif membelah dan menyebabkan pertumbuhan sekunder
Klorofil	: Zat hijau pada daun yang berperan dalam fotosintesis
Kormus	: Vegetasi yang telah dapat dibedakan bagian-bagiannya
Kutikula	: Lapisan bukan sel yang berada di atas lapisan epidermis
Metagenesis	: Pergiliran keturunan pada tumbuhan
Multiseluler	: Organisme bersel banyak
Organisme	: Individu makhluk hidup
Polinasi	: Jatuhnya serbuk sari ke kepala putik
Produsen	: Organisme yang berperan sebagai penghasil senyawa organik
Protalium	: Tahap perkembangan dari tumbuhan paku
Protonema	: Tahap perkembangan dari tumbuhan lumut
Rizoid	: Semacam akar yang berfungsi menyerap air pada lumut
Sorus	: Kumpulan kotak spora
Spora	: Satu atau beberapa sel yang terbungkus oleh lapisan pelindung
Sporofit	: Fase pembentukan spora pada paku
Stolon	: Modifikasi batang yang tumbuh menyamping dan di ruas-ruasnya tumbuh bakal tanaman baru
Strobilus	: Alat reproduksi generatif pada gymnospermae
Talus	: Struktur tubuh tumbuhan yang belum dapat dibedakan antara batang, akar, dan daun
Xylem	: Bagian tumbuhan yang berfungsi mengangkut air dan mineral
Zigot	: Sel yang terbentuk sebagai hasil meleburnya dua sel kelamin yang telah masak

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas	: X
Alokasi Waktu	: 9 JP
Judul Modul	: Plantae

B. Kompetensi Dasar

- 3.8 Mengelompokkan tumbuhan ke dalam divisio berdasarkan ciri-ciri umum, serta mengaitkan peranannya dalam kehidupan
- 4.8 Menyajikan laporan hasil pengamatan dan analisis fenetik dan filogenetik tumbuhan serta peranannya dalam kehidupan

C. Deskripsi Singkat Materi

Para siswa hebat, selamat berjumpa kembali dengan modul pembelajaran biologi. Setelah memahami beberapa materi yang sudah kalian pelajari sebelumnya, kali ini kita akan menjelajahi pengetahuan tentang Kingdom Plantae atau lebih dikenal dengan dunia tumbuhan. Plantae ialah salah satu organisme eukariotik multiseluler yang mempunyai dinding sel dan klorofil. Klorofil yaitu zat hijau daun yang fungsinya untuk fotosintesis yang sehingga tumbuhan mampu membuat makanannya sendiri atau yang sifatnya autotrof.

Dengan modul ini diharapkan peserta didik mampu menganalisis macam - macam dunia tumbuhan. Modul ini mencakup beberapa materi pembelajaran antara lain tentang ciri-ciri, cara reproduksi, pergiliran keturunan (metagenesis), klasifikasi dan peranan dari berbagai tumbuhan, yaitu tumbuhan lumut, tumbuhan paku serta tumbuhan berbiji terbuka dan tumbuhan berbiji tertutup.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Supaya anda berhasil mencapai kompetensi maka ikuti petunjuk langkah-langkah yang harus anda lakukan selama mempelajari modul ini :

1. Baca dan pahami kompetensi yang akan dipelajari dalam modul ini, cermati pula tujuan pembelajaran dari masing-masing kegiatan belajar
2. Baca dan pahami materi yang ada dalam modul ini dengan baik, jika menemukan kesulitan, kalian dapat mendiskusikannya dengan teman-teman, dan apabila belum terpecahkan, sebaiknya tanyakan kepada guru.
3. Jika modul ini dirasa belum cukup memberikan informasi, carilah referensi yang menunjang kalian dalam menyelesaikan kegiatan belajar dan tugas.
4. Modul ini dilengkapi dengan glosarium, jadi apabila dalam mempelajari modul menemukan beberapa kata sulit, kalian dapat mencari makna kata tersebut dalam glosarium.
5. Rangkuman materi akan mempermudah kalian untuk menemukan poin penting materi dan menyimpulkan materi dalam setiap kegiatan belajar

6. Kerjakan secara mandiri soal latihan dalam setiap kegiatan belajar dan soal tes penilaian akhir guna evaluasi keberhasilan belajar kalian.
7. Periksa hasil kegiatan belajar, tugas, dan latihan soal kalian dengan kunci jawaban dalam modul ini. Apabila hasil pekerjaan kalian belum benar, maka pelajari kembali materi yang berkaitan dengan hal tersebut dan perbaiki kesalahan kalian. Khusus untuk jawaban soal latihan dan tes penilaian akhir, perhatikan umpan balik di setiap akhir kegiatan dalam modul ini. Apabila hasil soal evaluasi mencapai 80% benar maka kalian dapat melanjutkan kegiatan belajar selanjutnya.
8. Untuk keberhasilan belajar kalian, dalam mempelajari modul ini, urutan kegiatan harus diikuti dengan benar.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi **3** kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Tumbuhan lumut (Bryohyta)
Kedua : Tumbuhan paku (Pteridophyta)
Ketiga : Tumbuhan berbiji (Spermatophyta)

"Ilmu itu lebih baik dari kekayaan, karena kekayaan itu harus dijaga sedangkan ilmu itu menjaga kamu" – Ali Bin Abi Thalib

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

TUMBUHAN LUMUT (BRYOPHYTA)

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan

1. Mendiskripsikan ciri-ciri umum tumbuhan lumut (Bryophyta)
2. Menggambar skema siklus hidup tumbuhan lumut
3. Menyusun klasifikasi tumbuhan lumut
4. Menjelaskan peran tumbuhan bagi kehidupan

B. Uraian Materi

Pembelajaran kita kali ini diawali dengan membahas tentang lumut yang merupakan salah satu kelompok tumbuhan pada Kingdom Plantae. Lumut (*Bryophyta*) berasal dari bahasa Yunani yaitu *bryon* yang berarti “Tumbuhan Lumut”. Pada umumnya, lumut berwarna hijau karena mempunyai sel-sel yang memiliki pigmen hijau berupa klorofil sehingga lumut memiliki kemampuan untuk menghasilkan senyawa organik melalui proses fotosintesis yang terjadi di dalamnya. Itulah sebabnya lumut tergolong organisme *fotototrof*.



Gambar 1: Struktur Lumut Daun

(sumber: <https://www.google.co.id/search?q=bryophyta+dan+pteridophyta>)

1. Ciri-Ciri Tumbuhan Lumut (Bryophyta)

- a. Talofita yaitu tumbuhan yang tidak bisa dibedakan antara akar, batang dan daun.
- b. Kormofita yaitu suatu tumbuhan yang sudah bisa dibedakan antara akar, batang dan daun
- c. Tumbuhan lumut disebut juga dengan tumbuhan peralihan karena ada berupa tumbuhan yang masih berupa talus (lembaran, yakni lumut hati), tetapi ada juga yang sudah mempunyai struktur tubuh mirip dengan akar, batang dan daun sejati (lumut daun).
- d. tumbuhan lumut juga merupakan suatu tumbuhan pelopor (vegetasi perintis), yang tumbuh disuatu tempat sebelum tumbuhan lain mampu tumbuh

- e. Tumbuhan ini berukuran : makroskopis 1-2 cm, dan ada juga yang mencapai 40 cm.
- f. Tumbuhan ini tubuhnya berbentuk : mempunyai dua bentuk generasi, yakni generasi Gametofit dan generasi Sporofit

2. Klasifikasi Tumbuhan Lumut

Lumut terdiri dari 3 Divisi yaitu Bryophyta, Hepaticophyta, dan Anthocerotophyta

a. Lumut Daun (*Bryophyta*)

Lumut daun merupakan lumut yang paling banyak dikenal. Bryophyta mempunyai struktur seperti akar yang disebut rizoid, struktur seperti batang, dan struktur seperti daun. Tubuh fase gametofit lumut daun memiliki gametangium di bagian atasnya.

Kebanyakan spesies lumut menghasilkan gamet berbeda sehingga dapat dibedakan antara tumbuhan jantan dan tumbuhan betina. Akan tetapi, ada juga yang menghasilkan anteridium dan arkegonium pada satu tumbuhan. Tubuh fase sporofit yang dihasilkan akan tumbuh di bagian atas tubuh gametofit betina. Sporofit akan terus menempel pada gametofit dan bergantung untuk memperoleh nutrisi. Setelah dewasa, sporofit akan berubah warna menjadi kecokelatan.

Pada beberapa spesies sporangium dilapisi struktur seperti tudung yang disebut kaliptra yang dihasilkan oleh arkegonium. Jika spora lumut sampai ke lingkungan yang sesuai, spora itu akan berkecambah dan tumbuh menjadi filamen yang disebut Protonema. Contoh lumut ini antara lain *Polytrichum juniperinum*, *Funaria*, *Pogonatum cirratum*, *Aerobryopsis longissima*, dan lumut gambut sphagnum



Gambar 2. *Polytrichum juniperinum*
(Sumber: google images)

b. Lumut Hati (*Hepaticophyta*)

Lumut hati mencakup 6.000 spesies tumbuhan tak berpembuluh. Bentuk tubuh gametofit lumut hati berbeda dengan gametofit lumut daun. Pada lumut hati tubuhnya tersusun atas struktur berbentuk hati pipih, disebut talus, yang tidak terdiferensiasi menjadi akar, batang, dan daun. Tubuhnya terbagi menjadi dua lobus sehingga tampak seperti lobus pada hati.

Siklus hidup lumut hati mirip dengan lumut daun, walaupun bentuk tubuhnya agak berbeda. Di dalam sporangium terdapat sel yang berbentuk gulungan yang disebut elatera. Elatera akan terlepas saat kapsul terbuka, sehingga membantu

memencarkan spora. Pada beberapa lumut hati, gametangium berada pada struktur batang yang disebut arkegoniofor (yang menghasilkan arkegonium) dan anteridiofor (yang menghasilkan anteridium). Lumut hati juga dapat melakukan reproduksi aseksual dengan sel yang disebut gemma yang merupakan struktur seperti mangkok di permukaan gametofit. Contoh lumut hati adalah *Marchantia polymorpha* dan *Porella*.



Gambar 3. *Marchantia polymorpha*
(Sumber: google images)

c. Lumut Tanduk (*Anthocerotophyta*)

Lumut tanduk mempunyai gametofit mirip dengan gametofit lumut hati, perbedaannya hanya terletak pada sporofitnya. Sporofit lumut tanduk mempunyai kapsul memanjang yang tumbuh seperti tanduk dari gametofit. Masing-masing mempunyai kloroplas tunggal yang berukuran besar, lebih besar dari kebanyakan lumut. Contohnya adalah *Anthoceros natans*. Pada spesies ini arkegonium dan anteridium melekat pada talus gametofit. Ciri unik dari lumut tanduk adalah sporofit akan terus tumbuh selama masa hidup gametofit.



Gambar 4. Lumut Tanduk
(Sumber: google images)

3. Reproduksi Tumbuhan Lumut

Pada lumut terjadi reproduksi secara vegetatif dan generatif. Reproduksi vegetatif terjadi dengan pembentukan spora melalui pembelahan meiosis sel induk spora di dalam sporangium (kotak spora). Spora tersebut kemudian tumbuh menjadi gametofit.

Pada lumut hati, reproduksi secara vegetatif (asesual) juga dapat dilakukan dengan pembentukan gemmae cup (piala tunas) dan fragmentasi (pemutusan sebagian tubuhnya).

Reproduksi generatif terjadi melalui fertilisasi ovum oleh spermatozoid yang menghasilkan zigot. Zigot tersebut akan tumbuh menjadi sporofit. Sporofit berumur pendek; sekitar 3 – 6 bulan.

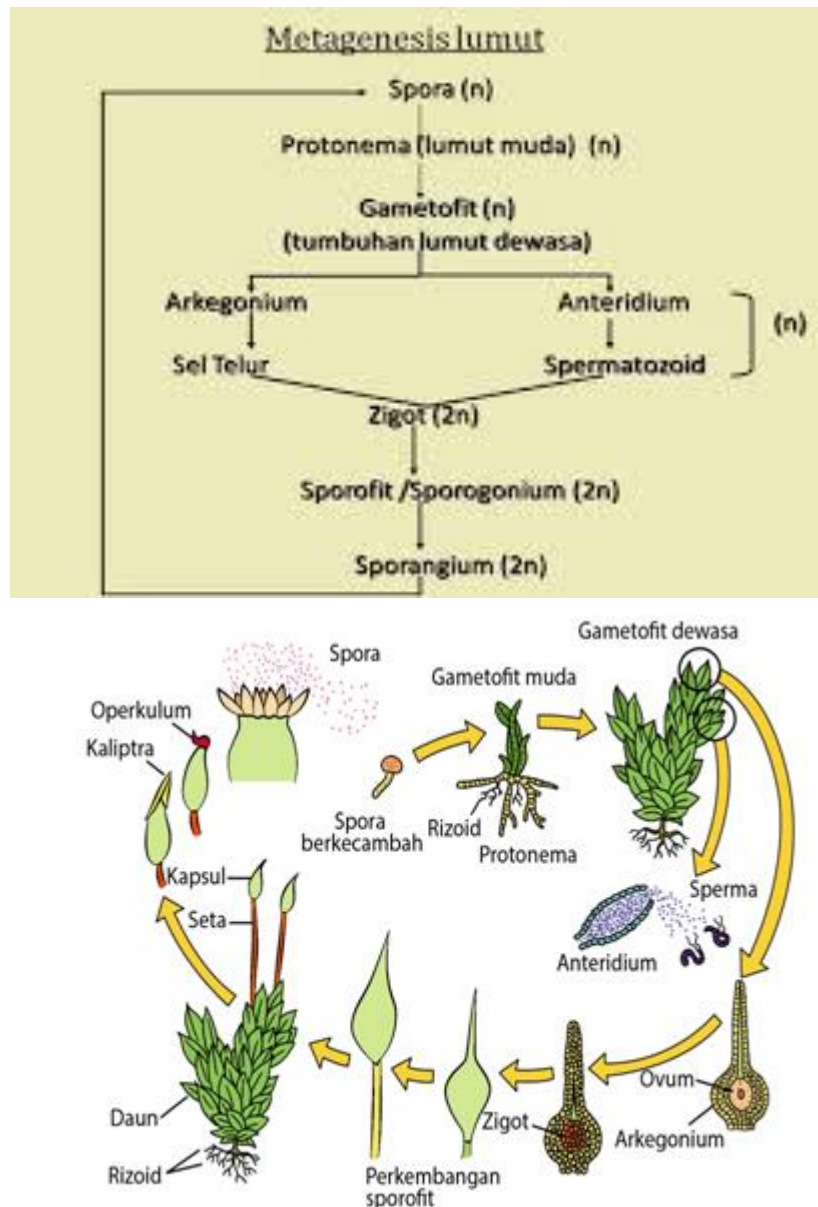
Reproduksi lumut terjadi secara bergantian antara generatif dengan vegetatifnya, reproduksi vegetatifnya dengan spora haploid yang dibentuk dalam sporofit, sedangkan reproduksi generatifnya dengan membentuk gamet – gamet, baik gamet jantan maupun gamet betina yang dibentuk dalam gametofit. Ada 2 macam gametangium, yaitu sebagai berikut:

- Arkegonium adalah gametangium betina yang bentuknya seperti botol dengan bagian lebar yang disebut perut, bagian yang sempit disebut leher.
- Anteredium adalah gametangium jantan yang berbentuk bulat seperti gada. Dinding anteredium terdiri dari selapis sel yang mandul dan didalamnya terdapat sejumlah sel induk spermatozoid.
- Tumbuhan lumut yang menghasilkan dua macam alat kelamin pada tubuh yang sama disebut **lumut berumah satu (monoesis)**, sedangkan tumbuhan lumut yang menghasilkan alat kelamin pada tubuh yang berbeda disebut **lumut berumah dua (diesiss)**. Pada lumut berumah dua, tumbuhan yang menghasilkan anteridium disebut **gametofit jantan** dan tumbuhan yang menghasilkan arkegonium disebut **gametofit betina**

4. Metagenesis Tumbuhan Lumut

Tumbuhan lumut mengalami metagenesis antara generasi gametofit dan generasi sporofit. Tahapan metagenesis pada tumbuhan lumut adalah sebagai berikut

- Spora haploid (n) yang jatuh di tempat lembap akan berkecambah menjadi protonema (n)
- Protonema akan berkembang menjadi gametofit (n). **Gametofit** adalah tumbuhan lumut itu sendiri. Gametofit akan menghasilkan anteridium (n) dan arkegonium (n).
- Anteridium menghasilkan gamet jantan dan arkegonium menghasilkan gamet betina.
- Fertilisasi antara gamet jantan dan gamet betina akan menghasilkan zigot diploid ($2n$). Zigot akan berkembang menjadi sporofit. Pada sporofit terdapat sporangium (kotak spora)
- Di dalam sporangium, terdapat sel-sel induk spora diploid ($2n$) yang akan mengalami pembelahan meiosis menjadi spora haploid (n)



Gambar 5. Metagenesis tumbuhan lumut
sumber : <https://www.google.com>

5. Peran Lumut Bagi Kehidupan

Tumbuhan lumut dalam beberapa jenis tumbuhan memiliki manfaat atau peranan tumbuhan lumut bagi kehidupan manusia.

- Manfaat Tumbuhan Lumut (Bryophyta) adalah sebagai berikut :
- Sebagai obat hepatitis (*Marchantia polymorpha*)
- Bahan pembalut dan bahan bakar (*Spagnum*)
- Sebagai penyedia sumber air pada saat musim kemarau
- Sebagai penyedia oksigen untuk lingkungannya
- Sebagai obat antiseptik (*Frullania tamarisci* jenis lumut hati)
- Mengandung senyawa yang dapat mengobati penyakit jantung (*Cratoneuron filicinun* jenis lumut daun)
- Membantu mengobati penyakit pneumonia (*Haplocaldium catillatum* jenis lumut daun)

- i. Sebagai antibakteri, antikanker, mengobati luka bakar dan luka luar (*Conocophalum conicum* jenis lumut hati)
- j. Mengobati tekanan darah tinggi dan sebagai obat bius (*Rhodobryum giganteum* jenis lumut daun)

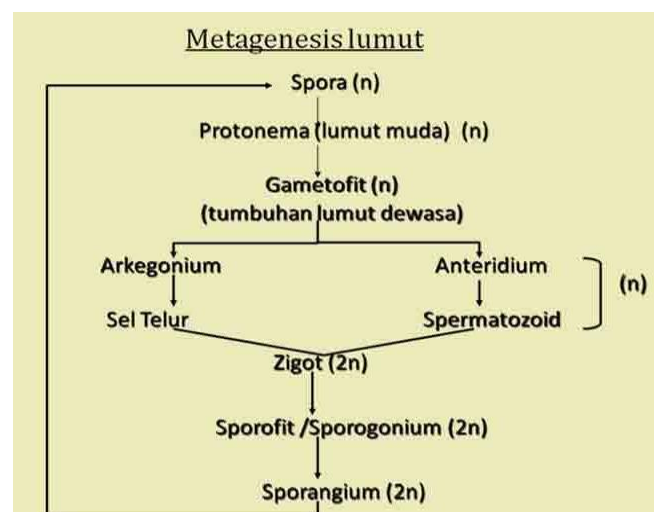
C. Rangkuman

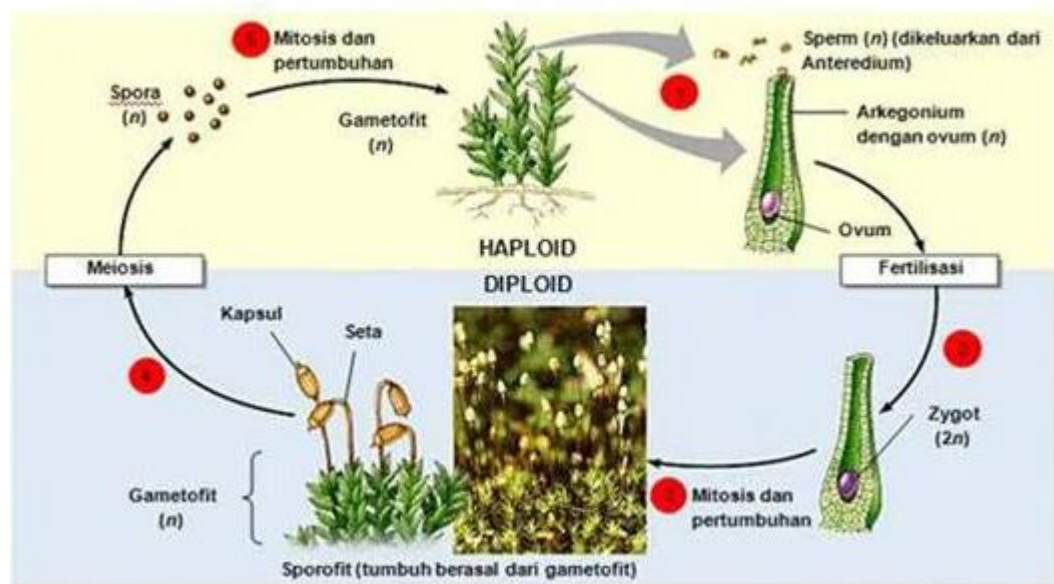
- Berdasarkan struktur tubuhnya, tumbuhan lumut masih berupa talus karena belum mempunyai akar, batang dan daun sejati.
- Bagian tubuh pada lumut yang memiliki kemiripan dengan akar disebut Rizoid. Rizoid memiliki fungsi untuk menyerap air dan garam mineral serta sebagai alat perlekatan pada habitatnya.
- Daun lumut pada umumnya setebal satu lapis sel, kecuali ibu tulang daun, lebih dari satu lapis sel. Sel-sel daunnya kecil, sempit, panjang, dan mengandung kloroplas yang tersusun seperti jala. Dapat dibedakan antara bagian yang berfungsi sebagai penghasil spora (sporofit) dan bagian penghasil gamet (gametofit)nya.
- Lumut hidup di darat, tidak berkormus, dan memiliki pergiliran keturunan.
- Reproduksi lumut terdiri atas 2 fase yaitu fase aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual dan seksual berlangsung secara bergantian melalui suatu pergiliran keturunan yang disebut Metagenesis. Reproduksi aseksualnya dengan menghasilkan spora haploid yang dibentuk dalam sporofit sedangkan reproduksi seksualnya dengan menghasilkan gamet, baik jantan maupun betina yang dibentuk dalam gametofit.
- Tidak memiliki floem dan xylem yang berfungsi sebagai pembuluh angkut. Karena itulah, lumut sangat menyukai tempat yang lembab
- Klasifikasi Bryophyta berdasar bentuk sporangiumnya., dibagi menjadi 3 kelas yaitu: lumut hati, lumut daun, lumut tanduk.

D. Penugasan Mandiri

Setelah membaca dan mempelajari materi tentang tumbuhan lumut, silahkan pelajari skema tumbuhan lumut dengan membandingkan dengan gambar siklus hidup tumbuhan lumut

Silahkan tulis hasilnya dengan bahasamu sendiri





<https://bungdus.com/metagenesis-lumut/>

E. Latihan Soal

Pilihlah satu jawaban yang paling benar

1. Tumbuhan lumut memiliki ciri-ciri sebagai berikut, kecuali....
 - A. habitat di tempat lembab
 - B. mempunyai jaringan pembuluh
 - C. tidak mempunyai jaringan pembuluh
 - D. belum mempunyai akar, batang, dan daun sejati.
 - E. merupakan tumbuhan peralihan antara tumbuhan bertalus dan tumbuhan berkormus
2. Sporofit pada tumbuhan lumut adalah generasi yang menghasilkan..
 - A. Protonema.
 - B. Anteridium
 - C. Arkegonium
 - D. Gamet.
 - E. Spora
3. Anteridium pada tumbuhan lumut adalah generasi yang menghasilkan....
 - A. Protonema
 - B. Spermatozoid
 - C. Arkegonium
 - D. Gamet
 - E. Spora
4. Urutan yang benar bagian – bagian tumbuhan lumut daun dari ujung ke pangkal adalah ...
 - A. Operculum – kapsul – annulus – peristom
 - B. Peristom – operculum – kapsul – annulus
 - C. Operculum – peristom – annulus – kapsul
 - D. Peristom – kapsul – operculum – annulus
 - E. Annulus – operculum – peristom - kapsul
5. Tumbuhan lumut ada yang berumah satu, artinya
 - A. Anteridium dan arkegonium terdapat pada satu talus yang sama
 - B. Anteridium dan arkegonium terdapat pada talus yang berbeda
 - C. Pada talus lumut hanya terdapat satu anteridium
 - D. Pada talus lumut hanya terdapat satu arkegonium
 - E. Pada talus lumut dibentuk satu anteridium dan satu arkegonium
6. Berikut merupakan urutan ringkas dari daur hidup lumut adalah
 - A. Talus – zigot – sel gamet – tumbuhan lumut
 - B. Talus – gemma – gamet – tumbuhan lumut
 - C. Tumbuhan lumut – zigot – gemma – talus
 - D. Tumbuhan lumut – gamet – zigot – talus
 - E. Talus – sel gamet – zigot – tumbuhan lumut
7. Urutan siklus hidup tumbuhan Bryophyta pada fase gametofitnya adalah
 - A. Protonema – tumbuhan lumut – anteridium
 - B. Protonema – protalium – tumbuhan lumut
 - C. Protalium – protonema – anteridium
 - D. Protalium – spora – arkegonia
 - E. Protalium – arkegonium - spermatozoa
8. Pada tumbuhan lumut yang berfungsi untuk menyerap air dan garam mineral adalah...
 - A. Akar
 - B. Seta
 - C. kapsul
 - D. Rhizoid
 - E. Vaginula

Kunci Jawaban Latihan Soal dan Pembahasan

No Soal	Kunci	Pembahasan
1	B	Ciri tumbuhan lumut : Habitat: di tempat lembap Merupakan peralihan antara Thallophyta dan Cormophyta Rhizoid (akar semu) Tidak memiliki pembuluh angkut
2	E	<pre> graph TD Spora["Spora (n)"] --> Protonema["Protonema (n)"] Protonema --> Tumbuhan["Tumbuhan lumut (n)"] Tumbuhan --> Anteridium["Anteridium (n)"] Tumbuhan --> Arkegonium["Arkegonium (n)"] Anteridium --> Spermatozoid["Spermatozoid (n)"] Arkegonium --> SelTelur["Sel telur (n)"] Spermatozoid --> Zigot["Zigot (2n)"] SelTelur --> Zigot Zigot --> Sporofit["Sporofit (2n)"] Sporofit --> Spora </pre>
3	B	Lihat pembahasan no 2
4	C	Operculum – peristom – annulus – kapsul
5	A	Anteridium dan arkegonium terdapat pada satu talus yang sama
6	D	Tumbuhan lumut – gamet – zigot – talus
7	A	Urutan siklus hidup tumbuhan Bryophyta pada fase gametofitnya adalah protonema tumbuhan lumut dan anteridium
8	D	Pada tumbuhan lumut belum mempunyai akar namun rhizoid

Pedoman Penskoran

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

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi 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 Kegiatan Belajar 2. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No.	Pertanyaan	Jawaban	
01.	Saya sudah dapat menyebutkan ciri-ciri tumbuhan lumut	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
02.	Saya sudah dapat memberi contoh tumbuhan lumut	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
03.	Saya sudah dapat membaca bagan metagenesis, lumut	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
04.	Saya dapat menjelaskan peranan tumbuhan lumut	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
05.	Saya dapat menjelaskan perbedaan tumbuhan lumut berumah satu dan dua	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak

Bila ada jawaban "**Tidak**", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "**Tidak**". Bila semua jawaban "**Ya**", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

TUMBUHAN PAKU (PTERYDOPHYTA)

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan

1. Mendeskripsikan ciri-ciri umum tumbuhan paku(Pteridophyta)
2. Menggambar siklus hidup tumbuhan paku-pakuan
3. Menyusun klasifikasi tumbuhan paku-pakuan
4. Menjelaskan peran tumbuhan paku bagi kehidupan

B. Uraian Materi

1. Ciri – ciri Tumbuhan Paku (Pteridophyta)

Tumbuhan paku merupakan salah satu kelompok tumbuhan yang tertua yang masih dapat dijumpai di daratan. Tumbuhan berkormus adalah tumbuhan yang memiliki batang, akar, dan daun yang sebenarnya. Artinya, batang, akar, dan daunnya sudah memiliki pembuluh angkut xilem dan floem.

Ciri – ciri tumbuhan paku sebagai berikut :

- a. Sudah mempunyai akar, batang, dan daun yang jelas.
- b. Pada batang sudah terdapat jaringan pengangkut, dengan sistem konsentris.
- c. Terjadi metagenesis.
- d. Generasi sporofit mempunyai akar sejati, berumur panjang dan merupakan keturunan generatif.
- e. Generasi gametofitnya adalah protalium, tidak mempunyai akar sejati, serta
- a. mempunyai anteridium dan arkegonium.
- f. Embryonya berkutub satu
- g. Ujung daun paku yang muda umumnya menggulung.
- h. Akar paku berupa akar serabut, terdapat kaliptra, tipe pembuluh angkut
- a. konsentrik.
- i. Batang umumnya berupa akar tongkat, kecuali pada paku tiang dan sejenisnya.
- j. Daun paku dapat dibedakan menjadi mikrofil dan makrofil, tetapi dapat juga dibedakan menjadi sporofil dan tropofil

2. Reproduksi Tumbuhan Paku (Pteridophyta)

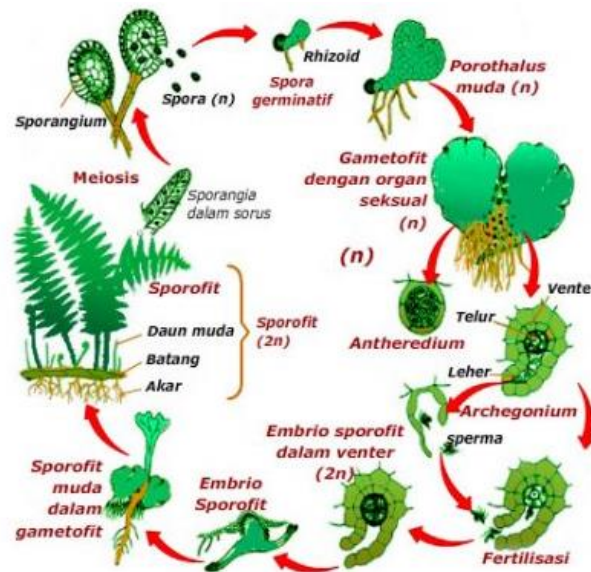
Tumbuhan paku dapat melakukan reproduksi secara aseksual (vegetatif) dan seksual (generatif).

- a. Reproduksi aseksual dilakukan dengan pembentukan spora di dalam sporangium dan menggunakan rizom. Rizom akan membentuk tunas-tunas tumbuhan paku yang berkoloni.
- b. Reproduksi seksual dilakukan dengan pembentukan spermatozoid di dalam anteridium dan ovum di dalam arkegonium. Fertilisasi antara spermatozoid dan ovum akan menghasilkan zigot yang akan tumbuh menjadi sporofit atau tumbuhan paku

Tumbuhan paku mengalami **metagenesis** antara generasi gametofit dan generasi sporofit.

Secara umum, tahapan metagenesis pada tumbuhan paku adalah sebagai berikut :

- Spora paku haploid (n) yang jatuh di tempat lembap akan berkecambah dan berkembang menjadi protalium (gametofit) yang juga haploid (n).
- Protalium akan membentuk anteridium (n) dan arkegonium (n). Di dalam anteridium dibentuk spermatozoid (n), sedangkan di dalam arkegonium dibentuk ovum (n).
- Jika terjadi fertilisasi antara spermatozoid dan ovum, akan terbentuk zigot yang diploid ($2n$).
- Zigot akan tumbuh menjadi sporofit atau tumbuhan paku yang diploid ($2n$). Sporofit selanjutnya akan membentuk sporofil (daun pembentuk spora) yang juga diploid ($2n$).
- Sporofil ($2n$) akan membentuk sporangium ($2n$). Di dalam sporangium terdapat sel induk spora ($2n$) yang akan membelah secara meiosis membentuk spora haploid (n).

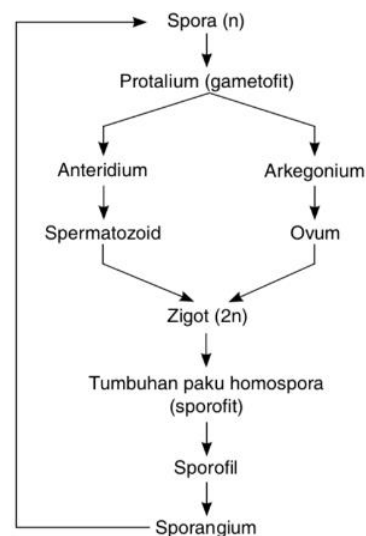


Gambar 6. Metagenesis Tumbuhan Paku
<https://ekosistem.co.id/metagenesis-tumbuhan-paku/>

Berdasarkan jenis spora yang dihasilkan dikenal 3 jenis tumbuhan paku, yaitu:

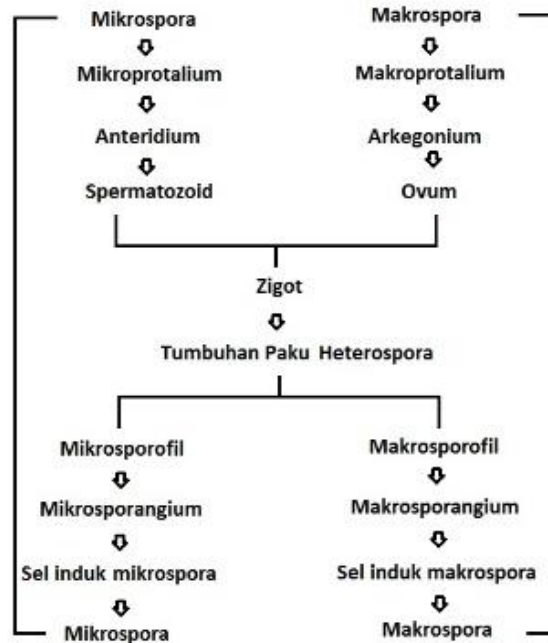
a. Paku Homospora (Isospora)

Merupakan kelompok tumbuhan paku yang hanya menghasilkan satu jenis spora saja, misalnya paku kawat (*Lycopodium clavatum*).



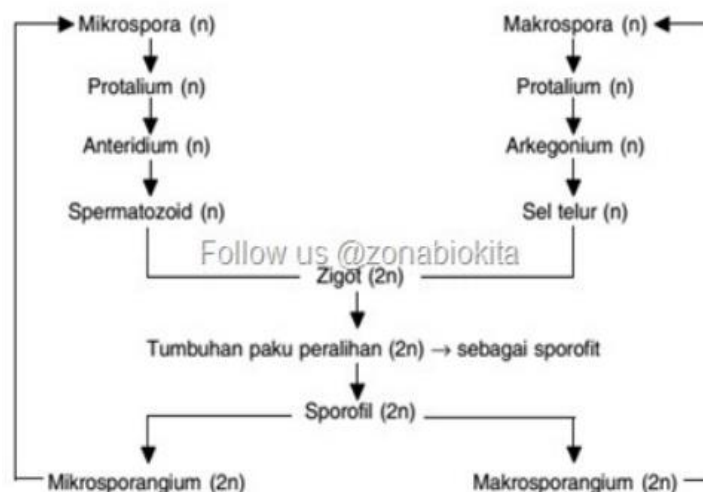
b. Paku Heterospora

Merupakan kelompok tumbuhan paku yang menghasilkan dua jenis spora yaitu: mikrospora (jantan) dan makrospora (betina), misalnya paku rane (*Selaginella wildenowii*) dan semanggi (*Marsilea crenata*).



c. Paku Peralihan

Merupakan kelompok tumbuhan paku yang menghasilkan spora yang bentuk dan ukurannya sama (isospora) tetapi memiliki fungsi berbeda yaitu sebagian jantan dan sebagian betina (heterospora), misalnya paku ekor kuda (*Equisetum debile*).



Tumbuhan paku mengalami daur hidup seperti halnya tumbuhan lumut. Namun, pada tumbuhan paku, generasi sporofit adalah generasi yang dominan dalam daur hidupnya.

3. Klasifikasi Tumbuhan Paku (*Ptridophyta*)

Tumbuhan paku diklasifikasikan berdasarkan ciri tubuhnya menjadi empat subdivisi, yaitu:

a. Paku Purba/Telanjang (*Psilopsida*)

Dikatakan telanjang karena tidak berdaun atau daunnya kecil, ada pula yang tidak berakar sejati. Kebanyakan hidup di zaman purba dan ditemukan dalam bentuk fosil. Ada satu jenis yang sekarang masih ada tetapi hampir punah, yaitu *Psilotum*.

Ciri – ciri Paku Purba:

- Struktur tubuhnya sederhana, dengan tinggi antara 30 cm – 1 m
- Umumnya tidak memiliki daun dan akar sejati, tetapi memiliki rizom yang dikelilingi oleh rizoid. Jika terdapat daun, daunnya berukuran kecil (mikrofil) seperti sisik
- Batang beruas-ruas dan berbuku nyata, bercabang-cabang, berklorofil, serta memiliki jaringan pengangkut
- Sporangium terkumpul dalam sinangium yang terletak di ketiak daun pada ruas-ruas batang
- Menghasilkan satu jenis spora (paku homospora)



Gambar 7. *Psilotum nudum* (paku purba)

b. Paku Kawat (*Lycopsida*)

Lycopsida memiliki ciri-ciri: berdaun kecil dan tersusun spiral, sporangium muncul di ketiak daun dan berkumpul membentuk strobilus (kerucut). Batangnya seperti kawat. Contohnya: *Lycopodium*, *Selaginella*, dan *Isoetes*.

Lycopodiinae (paku kawat) adalah tumbuhan paku yang memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Memiliki daun berbentuk seperti rambut atau sisik yang tersusun rapat pada batang
- Batang berbentuk seperti kawat. Pada bagian ujung batang terdapat sporangium yang terkumpul dalam struktur seperti gada yang disebut **strobilus**
- Merupakan tumbuhan paku homospora atau heterospora
- Gametofit bersifat biseksual (menghasilkan dua jenis alat kelamin) atau uniseksual (menghasilkan satu jenis alat kelamin)
- Banyak ditemukan hidup di hutan-hutan daerah tropis, baik tumbuh di permukaan tanah atau sebagai epifit



Gambar 8. *Lycopodium clavatum* (Paku Kawat)
<https://roselinerasubala.wordpress.com/>

c. Paku Ekor Kuda (Sphenopsida)

Sphenopsida memiliki ciri-ciri: daun kecil, tunggal dan tersusun melingkar. Sporangium terdapat dalam strobilus (kerucut). Contohnya: *Equisetum* dan *Calamites*.

Equisetinae (paku ekor kuda) adalah tumbuhan paku dengan percabangan batang yang khas seperti uliran atau lingkaran, sehingga menyerupai ekor kuda. Ciri-ciri dari anggota Equisetinae adalah sebagai berikut :

- Memiliki tubuh dengan tinggi rata-rata 1 m, tetapi ada juga yang tingginya mencapai 4,5 m
- Sporofit berdaun kecil (mikrofil) dan berbentuk seperti sisik dengan warna agak transparan
- Batang beruas-ruas dan berongga, serta memiliki rizom
- Sporangium terkumpul di dalam badan berbentuk kerucut yang disebut **strobilus**
- Menghasilkan spora yang sama bentuknya, tetapi berbeda jenisnya (ada yang jantan dan ada yang betina), sehingga disebut **paku peralihan**
- Gametofit berukuran kecil dan mengandung klorofil, sehingga dapat berfotosintesis. Gametofit jantan tumbuh dari spora jantan dan menghasilkan anteridium. Sementara gametofit betina tumbuh dari spora betina dan menghasilkan arkegonium



Gambar 9.. *Equisetum* sp. (paku ekor kuda)
https://id.wikipedia.org/wiki/Paku_ekor_kuda

d. Paku Sejati (Filicinae)

Pteropsida merupakan tumbuhan paku yang dapat dilihat di sekitar kita, yang umum disebut pakis.

Ciri-cirinya:

- daunnya besar, daun muda menggulung, sporangium terdapat pada sporofil (daun penghasil spora).

- Batang terdapat di bawah tanah atau berupa rizom
- Sporangium tersusun dalam sorus yang terletak di permukaan bawah daun, dengan posisi di sepanjang tepi daun atau di dekat tulang daun. Sorus umumnya dilindungi oleh indusium. Pada paku yang hidup di air, sporangium terdapat di dalam badan buah yang disebut **sporokarpium**
- Gametofit memiliki klorofil, dengan ukuran bervariasi. Gametofit bersifat uniseksual atau biseksual
Contohnya: paku sarang burung (*Asplenium nidus*), suplir (*Adiantum cuneatum*), semanggi (*Marsilea crenata*)



Gambar 10. Paku Sarang Burung, Semanggi, Suplir
<https://www.google.com/search?q=paku+sejati>

4. Manfaat Tumbuhan Paku (Pteridophyta)

Manfaat tumbuhan paku antara lain.

- Untuk tanaman hias, misalnya *Platycerium bifurcatum* (paku tanduk rusa), *Asplenium nidus* (paku sarang burung), *Adiantum cuneatum* (suplir), *Selaginella wilidenowii* (paku rane).
- Untuk bahan obat-obatan, misalnya *Aspidium felixmas*, dan *Lycopodium clavatum* (paku kawat).
- Untuk sayuran (dapat dimakan), misalnya *Marsilea crenata* (paku semanggi).
- Sebagai pupuk hijau, misalnya *Azolla pinnata* dan *Anabaena azollae*.
- Sebagai pelindung tanaman pertanian, misalnya *Gleichenia linearis*

C. Rangkuman

1. Anggota tumbuhan berpembuluh tidak berbiji adalah tumbuhan paku. Tumbuhan paku sudah termasuk ke dalam tumbuhan **kormus (Cormophyta)** karena sudah memiliki akar, batang, dan daun yang jelas. Akar pada paku bersifat seperti serabut yang ujungnya dilindungi oleh **kaliptra (tudung akar)**. Batang pada sebagian besar paku tidak terlihat karena berada di dalam tanah dalam bentuk rimpang. Akan tetapi, ada pula yang memiliki batang di permukaan tanah yang bercabang, seperti pada *Cyathea*.
2. Daun pada tumbuhan paku tampak jelas. Daunnya selalu melingkar dan bergulung pada usia muda. Tumbuhan berpembuluh tidak berbiji memiliki dua macam bentuk daun, yaitu daun yang tidak mengandung spora (**tropofil**), dan daun yang mengandung spora (**sporofil**). Di bagian bawah sporofil terdapat banyak bulatan kecil berwarna kecokelatan. Bulatan tersebut berkumpul membentuk struktur yang disebut **sorus** (jamak: sori). Setiap sorus terdiri atas banyak kotak

spora yang disebut **sporangium**. Selain terdapat pada sorus, sporangium juga terkumpul pada strobilus dan sporokarpium. Strobilus ini merupakan sporangium yang membentuk struktur seperti kerucut.

3. Terdapat beberapa bentuk spora pada paku yakni, **paku homospora**, **paku heterospora**, dan **paku peralihan**. **Paku homospora** menghasilkan spora dengan jenis dan ukuran yang sama, contohnya paku kawat (*Lycopodium* sp.). **Paku heterospora** menghasilkan spora dengan jenis dan ukuran berbeda, contohnya *Selaginella* sp. **Paku peralihan** menghasilkan spora dengan bentuk dan ukuran sama, namun berjenis kelamin jantan atau betina, contohnya paku ekor kuda (*Equisetum* sp.).
4. Perkembangbiakan tumbuhan paku dilakukan secara seksual dan aseksual. Secara seksual melalui pembentukan gamet jantan dan betina oleh alat-alat kelamin (gametangium). Gametangium jantan (**anteridium**) menghasilkan spermatozoid dan gametangium betina (**arkegonium**) menghasilkan sel telur (ovum). Tumbuhan paku juga mengalami pergiliran keturunan (metagenesis). Metagenesis pada paku heterospora berbeda dengan paku homospora

D. Penugasan Mandiri

Dalam kegiatan ini, kalian diminta untuk mencari informasi sebanyak mungkin tentang berbagai jenis tumbuhan paku yang ada di sekitar tempat tinggalmu kemudian menuliskannya di dalam tabel. Dengan kegiatan ini diharapkan kalian dapat menjelaskan berbagai jenis tumbuhan paku dan memprediksi jenis tumbuhan paku berdasarkan ciri yang teramati, hasilnya silahkan diisikan kedalam table berikut

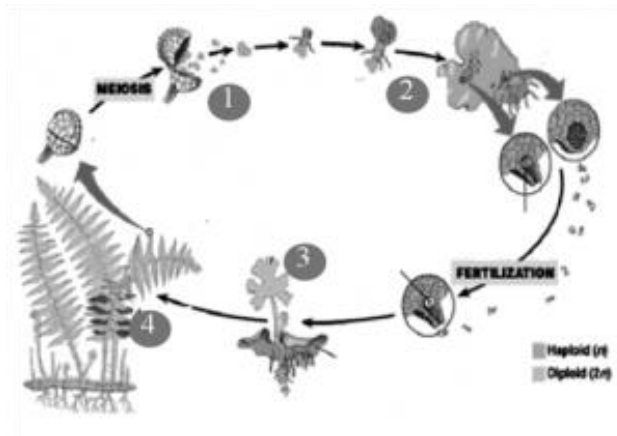
Nama Tumbuhan Paku	Ciri Umum	Peranan

E. Latihan Soal

Pilihlah satu jawaban yang paling benar

1. Berikut ini merupakan ciri-ciri tumbuhan:
 1. memiliki sorus
 2. gametofit lebih dominan
 3. memiliki protonema
 4. belum memiliki pembuluh angkut
 5. tingkat sporofit lebih dominan dalam hidupnya
 6. memiliki protaliumCiri-ciri tumbuhan paku adalah
 - A. 1, 2, dan 3
 - B. 1, 5, dan 6
 - C. 2, 3, dan 4
 - D. 3, 4, dan 5
 - E. 4, 5, dan 6
-
2. Selaginella adalah paku heterospora karena
 - A. menghasilkan spora yang sama
 - B. menghasilkan spora yang berbeda
 - C. menghasilkan spora yang berbeda jenis
 - D. menghasilkan gamet yang sama
 - E. menghasilkan gamet yang berbeda
-
3. Bagian tumbuhan Pteridophyta yang menunjukkan tingkat perkembangan lebih maju dari tumbuhan Bryophyta adalah
 - A. Gigi peristom
 - B. Kapsul spora
 - C. Jaringan steril
 - D. Rhizoid multiseluler
 - E. Jaringan angkut
-
4. Daun tumbuhan paku yang berfungsi untuk fotosintesis adalah
 - A. Mikrofil
 - B. Makrofil
 - C. Tropofil
 - D. Sporofil
 - E. Gametofit
-
5. Ditemukan fase-fase dari perkembangbiakan tumbuhan paku adalah seperti di bawah ini:
 - 1) tumbuhan paku dengan sporangium
 - 2) protalium
 - 3) spora
 - 4) zigot
 - 5) embrio
 - 6) tumbuhan paku mudaDari fase-fase perkembangbiakan paku tersebut dapat disusun secara urut adalah
 - A. 3 – 1 – 2 – 5 – 4 – 6
 - B. 3 – 4 – 5 – 2 – 6 – 1
 - C. 3 – 2 – 4 – 5 – 6 – 1
 - D. 3 – 2 – 5 – 4 – 6 – 1
 - E. 3 – 5 – 4 – 2 – 1 – 6

6. Perhatikan gambar daur hidup tumbuhan paku berikut.



Pernyataan yang benar adalah

- 2 adalah protonema, fase gametofit
 - 2 adalah protalium, fase gametofit
 - 4 adalah protonema, fase sporofit
 - 4 adalah protalium, fase sporofit
 - 3 adalah protalium, fase sporofit muda
7. Daun pada tumbuhan paku yang sudah menjadi epidermis, daging daun, dan tulang daun tersebut
- Mesofil
 - Mikrofil
 - Makrofil
 - Tropofil
 - Sporofil
8. Struktur pembentuk gamet pada tumbuhan Pteridophyta terdapat pada bagian
- Mikroprotalium
 - Anteridium
 - Makroprotalium
 - Sporangium
 - Sporogonium
9. Manfaat tumbuhan paku untuk tanaman hias antara lain
- Adiantum (paku suplir)
 - Equisetum (paku ekor kuda)
 - Alsophylla (paku tiang)
 - Azolla (paku sampan)
 - Marselia (semanggi)
10. Anggota dari tumbuhan paku di bawah ini yang termasuk paku homospora adalah
- Filicinae (paku benar)
 - Platyserium (paku tanduk rusa)
 - Lycopodium (paku kawat)
 - Marsilea (paku semanggi)
 - Selaginella (paku rane)

Kunci Jawaban dan Pembahasan Soal Latihan

No Soal	Kunci	Pembahasan
1	B	Ciri-ciri tumbuhan paku, yaitu: 1. memiliki sorus 2. daun dibedakan menjadi mikrofil dan makrofil 3. sudah memiliki pembuluh angkut 4. tingkat sporofit lebih dominan dalam hidupnya 5. memiliki protalium
2	C	tumbuhan paku yang menghasilkan dua jenis spora yaitu: mikrospora (jantan) dan makrospora (betina)
3	E	Bagian tumbuhan Pteridophyta yang menunjukkan tingkat perkembangan lebih maju dari tumbuhan Bryophyta adalah pada jaringan pengangkutnya dan tipe akar paku adalah akar serabut
4	C	Tropofil = Daun tumbuhan paku untuk proses fotosintesis Sporofil = Daun tumbuhan paku untuk memproduksi spora Makrofil = Daun paku yang ukurannya besar Mikrofil = Daun paku yang ukurannya kecil
5	B	Spora- zigot- embrio- protalium- tumbuhan paku muda- tumbuhan paku dengan sporangium
6	B	Keterangan gambar : 1 = spora, 2 = protalium, fase gametofit, 3 = sporofit muda, 4 = tumbuhan paku, fase sporofit
7	C	<ul style="list-style-type: none"> • Mesofil adalah daging daun yang terdiri atas jaringan palisade dan spons • Mikrofil adalah daun pada tumbuhan paku yang belum terdiferensiasi menjadi epidermis, daging daun, dan tulang daun • Makrofil adalah daun pada tumbuhan paku yang sudah menjadi epidermis, daging daun, dan tulang daun • Tropofil adalah daun yang mengandung sorus dan berfungsi menghasilkan spora untuk reproduksi • Sporofil adalah daun yang tidak mengandung sorus dan berfungsi untuk fotosintesis
8	D	Struktur pembentuk gamet pada tumbuhan Pteridophyta terdapat pada bagian mikroprotalium (pembentuk spermatozoa) dan makroprotalium (pembentuk sel telur)
9	A	Untuk tanaman hias, misalnya <i>Platyserium bifurcatum</i> (paku tanduk rusa), <i>Asplenium nidus</i> (paku sarang burung), <i>Adiantum cuneatum</i> (suplir), <i>Selaginella wildenowii</i> (paku rane).
10	C	Merupakan kelompok tumbuhan paku yang hanya menghasilkan satu jenis spora saja, misalnya paku kawat (<i>Lycopodium clavatum</i>).

Pedoman Penskoran

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

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi 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 Kegiatan Belajar 3. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No.	Pertanyaan	Jawaban	
01.	Saya sudah dapat menyebutkan ciri-ciri tumbuhan paku	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
02.	Saya sudah dapat memberi contoh tumbuhan paku	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
03.	Saya sudah dapat membaca bagan metagenesis tumbuhan paku	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
04.	Saya dapat menjelaskan perbedaan ciri tumbuhan, paku homospora, heterospor dan tumbuhan paku peralihan	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
05.	Saya dapat menjelaskan peranan tumbuhan paku	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak

Bila ada jawaban "**Tidak**", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "**Tidak**". Bila semua jawaban "**Ya**", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

TUMBUHAN BERBIJI (SPERMATOPHYTA)

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 3 ini diharapkan

1. Mendiskripsikan ciri-ciri umum tumbuhan berbiji (Spermatophyta)
2. Menyusun klasifikasi tumbuhan berbiji
3. Mengumpulkan informasi tentang manfaat Spermatophyta bagi manusia

B. Uraian Materi

Dalam pembelajaran ini setelah disajikan berbagai macam gambar tumbuhan biji kalian diharapkan dapat mengidentifikasi prinsip penggolongan tumbuhan dan dapat menjelaskan ciri- ciri tumbuhan biji.

Ciri –ciri Tumbuhan Biji

- a. Telah memiliki akar, batang dan daun sejati serta berkas pengangkut sehingga termasuk ke dalam kelompok Tracheophyta.
- b. Tubuhnya makroskopis dengan ukuran yang bervariasi. Dapat berupa semak, perdu, pohon, atau liana.
- c. Alat perkembangbiakan jelas antara jantan dan betina yang berupa bunga atau strobilus, dan dalam reproduksinya akan menghasilkan biji yang di dalamnya terdapat embrio.
- d. Generasi saprofitnya berupa tumbuhan dan generasi gametofitnya berupa bunga

1. Spermatophyta (Tumbuhan Biji)

Spermatophyta berasal dari bahasa Yunani, yaitu sperma yang berarti biji, dan phyton yang berarti tumbuhan. Meliputi semua tumbuhan berpembuluh yang bereproduksi secara generatif dengan membentuk biji. Di dalam biji terdapat calon individu baru (embrio sporofit atau lembaga) beserta cadangan makanan yang terbungkus oleh lapisan pelindung. Spermatophyta merupakan anggota plantae sejati dan menghasilkan biji untuk perkembangbiakannya (kormofita berbiji) sedang alat perkembangbiakannya tampak jelas dapat diamati sehingga disebut sebagai Phanerogamae. Tumbuhan berbiji meliputi semua tumbuhan yang menghasilkan biji. Tumbuhan ini memiliki arti penting bagi organisme lain di bumi. Bahan makanan manusia dan hewan banyak yang berasal dari tumbuhan berbiji.

Ciri-ciri Tumbuhan Biji Secara Umum

- a. Memiliki biji.
- b. Memiliki berkas pengangkut (xilem dan floem)
- c. Merupakan tumbuhan kormophyta (memiliki akar, batang dan daun sejati)
- d. Menghasilkan bunga (Anthophyta).
- e. Bersifat autotrof.
- f. Alat perkembangbiakan sudah jelas antara jantan dan betina yang berupa bunga atau strobilus.
- g. Generasi saprofitnya berupa tumbuhan dan generasi gametofitnya berupa bunga.

Reproduksi dan Siklus Hidup Tumbuhan Biji

Perkembangbiakan tumbuhan biji terjadi secara generatif (seksual) dengan membentuk biji yang diawali dengan pembentukan gamet (gametogenesis), penyerbukan (polinasi), peleburan gamet jantan dan betina (fertilisasi) yang menghasilkan Misal, kemudian menjadi embrio. Perkembangan secara vegetatif (aseksual) dengan organ-organ vegetatif seperti tunas, tunas adventif, rhizoma, dan stolon.

Gymnospermae bereproduksi secara generatif (seksual) dengan membentuk biji. Alat reproduksinya berupa strobilus terbentuk ketika tumbuhan sudah dewasa. Gymnospermae mengalami pembuahan tunggal.

Angiospermae memiliki alat perkembangbiakan yaitu berupa bunga. Reproduksi pada Angiospermae diawali dengan adanya proses penyerbukan (menempelnya serbuk sari pada kepala putik) dan proses pembuahan (penyerbukan sel telur dan kantong lembaga pada bakal biji dengan inti yang berasal dari serbuk sari). Selanjutnya zigot berkembang menjadi embrio dan kemudian menjadi buah. Pembuahan yang terjadi pada Angiospermae disebut pembuahan ganda, karena dua inti generatif (sperma) masing-masing membuahi sel telur yang akan menjadi lembaga dan inti kandung lembaga menjadi endosperm.

Klasifikasi Spermatophyta**a. Gymnospermae (Berbiji terbuka)**

Disebut biji terbuka karena bijinya tidak ditutupi oleh daging buah. Gymnospermae umumnya memiliki struktur daun tebal, banyak cabang, tudung daun membentuk kerucut, dan belum memiliki bunga sesungguhnya. Reproduksi generatif terjadi satu kali pembuahan (pembuahan tunggal) yang menghasilkan zygot. Waktu antara penyerbukan dan pembuahan berlangsung relatif lama.

Ciri-ciri gymnospermae:

- 1) Memiliki bakal biji yang tidak tertutup oleh daun buah.
- 2) Berupa perdu atau pohon, batang dapat tumbuh membesar dan bercabang-cabang.
- 3) Belum memiliki bunga sejati (hanya berupa strobilus jantan dan betina).

Gymnospermae mempunyai 4 divisi, yaitu:

1) Kelas Cycadophyta

Tumbuhan ini merupakan tumbuhan biji yang primitif, hidup di daerah tropis dan subtropis. Di Indonesia kita kenal pakis haji (*Cycas rumphii*) merupakan tanaman hias, akarnya bersimbiosis dengan ganggang biru (*Anabaena*) yang dapat mengikat nitrogen. Perkembangan dari Pteridophyta. Memiliki daun yang besar seperti tumbuhan palem.

2) Kelas Ginkgophyta

Sebagian besar sudah punah yang ada ginkgo biloba. Ginkgo (*ginkgo biloba*) merupakan spesies tunggal dari salah satu divisio anggota tumbuhan berbiji terbuka yang pernah tersebar luas di dunia. Pada masa kini tumbuhan ini diketahui hanya tumbuh liar di Asia Timur Laut, namun telah tersebar luas di berbagai tempat beriklim sedang lainnya sebagai pohon penghias taman atau pekarangan. Bentuk tumbuhan modern ini tidak banyak berubah dari fosil-fosilnya yang ditemukan.

3) Kelas Peniphyta

Memiliki daun berbentuk seperti jarum dan selalu berwarna hijau sepanjang tahun. Contoh : *taxus baccata*, *agathis alba*, atau *caria cunninghamii*.

4) Kelas Gnetophyta

Berupa pohon dengan banyak cabang dan dengan daun tunggal juga memiliki bunga majemuk. Contoh : *Melinjo* dan *ephedra altissima*



Gambar 11. Beberapa tanaman Gymnospermae

2. Angiospermae (Berbiji tertutup)

Disebut biji tertutup karena bijinya terbungkus oleh daging buah. Memiliki alat reproduksi berupa bunga sempurna (benang sari, putik, bakal buah, bakal biji, mahkota, kelopak, dan tangkai). Reproduksi generatif mengalami dua kali pembuahan (pembuahan ganda) yang menghasilkan zygot (pembuahan inti generatif/sperma dengan ovum) dan endosperm (pembuahan inti generatif/sperma dengan kandung lembaga skunder). Pada umumnya tumbuhan ini berupa pohon, perdu, semak, liana, atau herba.

Ciri-ciri Angiospermae:

- Bakal biji diselubungi daun buah yang merupakan bakal buah.
- Berupa herba, perdu, atau pohon.
- Mempunyai organ yang berupa bunga lengkap (terdapat kelopak bunga, mahkota bunga, serta alat kelamin berupa benang sari dan putik).

Klasifikasi Angiospermae:

Angiospermae dibagi menjadi 2 kelas, yaitu:

a. Kelas Monocotyledoneae

Ciri-ciri kelas Monocotyledoneae adalah sebagai berikut :

- Berbiji tunggal (hanya memiliki 1 daun lembaga), sistem akar serabut, batang sama besar dan tidak bercabang.

- 2) Daun tunggal berpelelah dan bertulang sejajar. Bagian bunga kelipatan tiga.
- 3) Akar dan batang tidak berkambium, sehingga tidak dapat tumbuh membesar.
- 4) Xilem dan floem tersebar.

Contoh kelas monocotyledoneae adalah : *Oryza sativa*(padi), *Zea mays* (jagung), dan *Cocos nucifera* (kelapa)

b. Kelas Dicotyledoneae

Ciri-ciri kelas dicotyledoneae adalah sebagai berikut :

- 1) Berkeping dua (memiliki dua daun lembaga), memiliki akar tunggang.
- 2) Batang kerucut panjang, bercabang dan berkambium.
- 3) Daun tunggal atau majemuk, tulang daun menyirip atau menjari.
- 4) Bagian bunga kelipatan dua, empat atau lima.
- 5) Memiliki kambium sehingga dapat mengalami pertumbuhan sekunder (pertumbuhan melebar), xilem dan floem tersusun dalam lingkaran.

Contoh kelas dicotyledoneae: *Mangifera indica* (mangga), *Manihot utilissima* (ketela pohon), dan *Psidium guajava* (jambu biji)

C. Rangkuman

1. Spermatophyta berasal dari bahasa yunani, yaitu sperma yang berarti biji, dan phyton yang berarti tumbuhan. Meliputi semua tumbuhan berpembuluh yang bereproduksi secara generatif dengan membentuk biji. Di dalam biji terdapat calon individu baru (embrio sporofit atau lembaga) beserta cadangan makanan yang terbungkus oleh lapisan pelindung. Spermatophyta merupakan anggota plantae sejati dan menghasilkan biji untuk perkembangbiakannya (kormofita berbiji) sedang alat perkembangbiakannya tampak jelas dapat diamati sehingga disebut sebagai Phanerogamae. Tumbuhan berbiji meliputi semua tumbuhan yang menghasilkan biji.
2. Perkembangbiakan tumbuhan biji terjadi secara generatif (seksual) dengan membentuk biji yang diawali dengan pembentukan gamet (gametogenesis), penyerbukan (polinasi), peleburan gamet jantan dan betina (fertilisasi) yang menghasilkan Misal, kemudian menjadi embrio. Perkembangan secara vegetatif (aseksual) dengan organ-organ vegetatif seperti tunas, tunas adventif, rhizoma, dan stolon.
3. Gymnospermae bereproduksi secara generatif (seksual) dengan membentuk biji. Alat reproduksinya berupa strobilus terbentuk ketika tumbuhan sudah dewasa. Gymnospermae mengalami pembuahan tunggal.
4. Angiospermae memiliki alat perkembangbiakan yaitu berupa bunga. Reproduksi pada Angiospermae diawali dengan adanya proses penyerbukan (menempelnya serbuk sari pada kepala putik) dan proses pembuahan (penyerbukan sel telur dan kantong lembaga pada bakal biji dengan inti yang berasal dari serbuk sari). Selanjutnya zigot berkembang menjadi embrio dan kemudian menjadi buah. Pembuahan yang terjadi pada Angiospermae disebut pembuahan ganda, karena dua inti generatif (sperma) masing-masing membuahi sel telur yang akan menjadi lembaga dan inti kandung lembaga menjadi endosperm Tumbuhan ini memiliki arti penting bagi organisme lain di bumi. Bahan makanan manusia dan hewan banyak yang berasal dari tumbuhan berbiji

D. Penugasan Mandiri (optional)

Dalam kegiatan ini, kalian diminta untuk mencari informasi sebanyak mungkin tentang berbagai jenis tumbuhan yang ada di sekitar tempat tinggalmu kemudian menuliskannya di dalam tabel. Dengan kegiatan ini diharapkan kalian dapat menjelaskan berbagai jenis tumbuhan dan memprediksi jenis tumbuhan berdasarkan ciri yang teramati, hasilnya silahkan diisikan kedalam table berikut

Nama Tumbuhan	Kelas	Peranan

E. Latihan Soal

Pilihlah satu jawaban yang paling benar

- Bagian bunga tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae) tempat terjadinya pembuahan disebut
 - dasar putik
 - mikrofil
 - kotak sari
 - putik
 - serbuk sari
- Perhatikan ciri tumbuhan berikut!
 - Terjadi pembuahan ganda
 - Bakal biji terbungkus oleh daun buah
 - Berkeping biji
 - Daun kaku dan sempit
 Berdasarkan ciri di atas, yang termasuk ciri tumbuhan biji tertutup yaitu nomor...
 - 3 dan 4
 - 1,2, dan 3
 - 1 dan 3
 - 1,2, dan 4
 - 2 dan 4
- Semua jenis spermatophyte dapat menghasilkan....
 - Strobilus
 - Spora
 - Biji
 - Bunga
 - Rizoid
- Yang termasuk ke dalam kelompok Gymnospermae yaitu...
 - alang-alang, pakis haji, dammar, cemara
 - damar, pinus, cemara, pisang
 - pinang, pakis haji, cemara, pinus
 - pinus, dammar, pakis haji, melinjo
 - damar, melinjo, alang-alang, pakis haji

5. Perhatikan ciri spermatophyta berikut!
1. Akar tunggang
 2. Bakal biji terlihat
 3. Akar serabut
 4. Bakal biji tak terlihat
 5. Pembuahan tunggal
- Berdasarkan data tersebut yang termasuk ciri Gymnospermae yaitu nomor....
- A. 2 saja
 - B. 1, 2 dan 5
 - C. 2, 3 dan 5
 - D. 1, 4 dan 5
 - E. 1 saja
6. Pinus masuk dalam golongan tumbuhan conifer, karena mempunyai...
- A. Daun yang kaku dan kaku seperti jarum
 - B. Bunga jantan dan bunga betina
 - C. Strobilus jantan dan betina
 - D. Bunga berbentuk kerucut
 - E. Bunga sempurna
7. Tumbuhan berbiji tertutup dari kelas dikotil berdasarkan ada tidaknya daun mahkota bunga dibagi menjadi 3 subkelas, yaitu ...
- A. Piperaceae, cannaceae, dan fagaceae
 - B. Monokotil, monoklamida, dan dialipetala
 - C. Monoklamida, simpetala, dan dialipetala
 - D. Dialipetala, monoklamida, dan cycadinae
 - E. Piperceae, cycadinae, Dialipetala
8. Monokotil dapat dibedakan dari dikotil berdasarkan ciri-ciri khas yang terdapat pada semua struktur di bawah ini, kecuali....
- A. susunan akarnya
 - B. susunan anatomi pembuluh batangnya
 - C. morfologi bunganya
 - D. sifat haploid sel kelaminnya
 - E. tipe biji

Kunci Jawaban dan Pembahasan Soal Latihan

No Soal	Kunci	Pembahasan
1	A	Tahap reproduksi generatif pada tumbuhan Angiospermae setelah terjadinya penyerbukan adalah pembuahan atau fertilisasi. Pembuahan merupakan proses meleburnya inti sperma dan ovum (sel telur) yang terjadi pada dasar putik untuk membuat embrio tumbuhan.
2	B	mempunyai bunga. daunnya pipih, lebar dengan susunan tulang beraneka ragam. bakal biji atau biji tidak terlihat. selisih waktu antara penyerbukan dan pembuahan relatif singkat. adanya pembuahan ganda Bakal biji terbungkus oleh daun buah
3	C	Spermatophyta (Yunani, sperma=biji , phyton=tumbuhan) adalah kelompok tumbuhan yang memiliki biji
4	D	pinus, dammar, pakis haji, melinjo
5	B	Akar tunggang Memiliki bakal biji yang tidak tertutup oleh daun buah. Berupa perdu atau pohon, batang dapat tumbuh membesar dan bercabang-cabang. Belum memiliki bunga sejati (hanya berupa strobilus jantan dan betina). Pembuahan tunggal
6	C	Lihat pembahasan nomor 6
7	C	Dicotyledoneae dapat dibedakan dalam 3 sub kelas : Monochlamyceae(Apetalae), Dialypetalae, dan Sympetalae, yang perbedaannya terletak dalam ada dan tidaknya daun-daun mahkota (petalae) dan bagaimana susunan daun-daun mahkota tersebut
8	D	Perbedaan Monokotil dan Dikotil (Lihat table dibawah ini)

Perbedaan	Monokotil	Dikotil
Keping biji	Berkeping satu	Berkeping dua
Pembelahan biji	Tidak membelah saat berkecambah	Membelah saat berkecambah
Bentuk akar	Akar serabut	Akar tunggang
Tudung akar	Memiliki tudung akar	Tidak memiliki tudung akar
Pembentukan akar	Terbentuk dari batang	Terbentuk dari percabangan akar utama
Cabang batang	Tidak bercabang	Bercabang

Kambium	Tidak memiliki kambium	Memiliki kambium
Pertumbuhan sekunder	Tidak ada, hanya pertumbuhan memanjang	Ada, sehingga terdapat pertumbuhan membesar
Bentuk daun	Memanjang	Melebar
Tulang daun	Sejajar	Menyirip atau menjari
Kelopak bunga	Jumlah kelopak 3 atau kelipatannya	Jumlah kelopak 2, 4, dan 5 atau kelipatannya
Berkas pengangkut	Tersebar	Teratur
Korteks	Tidak memiliki korteks	Tersusun atas korteks dan stele
Pembuluh kayu	Tidak memiliki pembuluh kayu	Memiliki pembuluh kayu

Pedoman Pengskoran

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

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi 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 Kegiatan Belajar KD berikutnya. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No.	Pertanyaan	Jawaban	
01.	Saya sudah dapat menyebutkan ciri-ciri tumbuhan Angiospermae	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
02	Saya sudah dapat menyebutkan ciri-ciri tumbuhan Gymnospermae	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
03	Saya sudah dapat memberi contoh tumbuhan Angiospermae	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
04	Saya sudah dapat memberi contoh tumbuhan Gymnospermae	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
05	Saya sudah dapat membedakan tumbuhan dicotyl dan monocotyl	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
06.	Saya dapat menyebutkan contoh tanaman baik yang dicotyl maupun monocotyl	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
07	Saya dapat menjelaskan peranan tumbuhan Spermaphyta	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak

Bila ada jawaban "**Tidak**", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "**Tidak**". Bila semua jawaban "**Ya**", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

EVALUASI

Pilihlah satu jawaban yang paling benar

1. Bryophyta merupakan tumbuhan yang masih memiliki ciri tumbuhan talus, yaitu ...
 - A. tidak mempunyai pembuluh
 - B. tidak mempunyai alat kelamin
 - C. tidak mempunyai akar, batang, dan daun yang jelas
 - D. mengalami pertumbuhan membesar
 - E. tidak berfotosintesis
2. Protalium termasuk generasi paku yang menghasilkan....
 - A. Spora
 - B. Gamet
 - C. Biji
 - D. kromosom haploid
 - E. sorus
3. Jika spora paku jatuh di tempat yang sesuai, akan tumbuh menjadi ...
 - A. Protalium
 - B. Protonema
 - C. Sporangium
 - D. Sporofil
 - E. tanaman paku
4. Bagian bunga tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae) tempat terjadinya pembuahan disebut
 - A. serbuk sari
 - B. mikrofil
 - C. bakal buah
 - D. kotak sari
 - E. kepala putik
5. Pada daur hidup tumbuhan lumut, fase setelah spora adalah....
 - A. Protalium
 - B. Protonema
 - C. Anteridium
 - D. Erkegonium
 - E. Zigot
6. Monokotil dapat dibedakan dari dikotil berdasarkan ciri-ciri khas yang terdapat pada semua struktur di bawah ini, kecuali....
 - A. susunan akarnya
 - B. susunan anatomi pembuluh batangnya
 - C. morfologi bunganya
 - D. sifat haploid sel kelaminnya
 - E. tipe biji
7. Kesamaan antara tumbuhan lumut dan tumbuhan paku adalah ...
 - A. kormofita sejati
 - B. struktur sporofit
 - C. struktur gametofit
 - D. rhizoid pada sporofit
 - E. metagenesis

8. Pembuluh angkut tidak ditemukan pada
 - A. Pteridophyta
 - B. Bryophyta
 - C. Monokotil
 - D. Dikotil
 - E. Gymnospermae
9. Tumbuhan manakah yang memiliki kormium
 - A. Pisang
 - B. Padi
 - C. Jagung
 - D. Tebu
 - E. kacang tanah
10. Pipa kapiler yang berfungsi untuk pengangkutan air di dalam tubuh tumbuhan adalah
 - A. Xylem
 - B. Floem
 - C. berkas pembuluh
 - D. trakeid
 - E. trakea
11. Tumbuhan paku yang menghasilkan spora dengan jenis dan ukuran berbeda disebut
 - A. paku peralihan
 - B. paku heterospora
 - C. paku tidak sempurna
 - D. paku homospora
 - E. paku sempurna
12. Pada Bryophyta, struktur mirip akar yang berfungsi membawa air dan nutrisi ke jaringan adalah
 - A. Rhizome
 - B. Anteridia
 - C. Arkegonia
 - D. Protonema
 - E. Rizoid
13. Sporangium adalah
 - A. daun yang tidak mengandung spora
 - B. daun yang mengandung spora
 - C. kotak spora yang menghasilkan spora
 - D. pelindung spora
 - E. spora yang berukuran kecil
14. Bagian alat reproduksi jantan pada angiospermae adalah
 - A. Stamen
 - B. Stilus
 - C. Pistilum
 - D. Sepal
 - E. Ovulum

15. Berikut yang bukan merupakan ciri-ciri umum dari tumbuhan dikotil adalah
 - A. biji berkeping dua
 - B. tulang daun menjari atau menyirip
 - C. memiliki akar serabut
 - D. memiliki cambium
 - E. memiliki bunga dengan kelipatan 4 atau 5
16. Pada anatomi biji monokotil, bagian biji yang berperan untuk cadangan makanan adalah....
 - A. endospermae
 - B. radikula
 - C. hipokoti
 - D. epikotil
 - E. kotiledon
17. Bagian bunga yang berperan untuk melindungi bunga ketika masih dalam keadaan kuncup adalah....
 - A. kelopak
 - B. dasar buah
 - C. mahkota
 - D. ovulum
 - E. dasar bunga
18. Pinus merupakan anggota Gymnospermae dari divisi
 - A. Pteridophyta
 - B. Equisetophyta
 - C. Lycopodophyta
 - D. Cycodophyta
 - E. Pinophyta
19. Tumbuhan lumut merupakan tumbuhan kosmopolit, sebab
 - A. hidupnya epifit
 - B. hidupnya di tempat yang lebat
 - C. hidupnya dapat di mana saja
 - D. hidupnya di air
 - E. hidupnya parasit di daerah dingin
20. Berikut adalah contoh spesies dari kingdom Plantae yang biasa dijadikan sebagai sumber karbohidrat utama, yaitu
 - A. *Cocos nucifera*
 - B. *Ficus benjamina*
 - C. *Salacca sp.*
 - D. *Psidium guajava*
 - E. *Oryza sativa*

Kunci Jawaban Evaluasi

No Soal	Kunci	No Soal	Kunci	No Soal	Kunci	No Soal	Kunci
1	C	6	D	11	B	16	A
2	B	7	E	12	E	17	A
3	A	8	B	13	C	18	E
4	E	9	E	14	A	19	C
5	B	10	A	15	C	20	E

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, Neil A. 2008. *Biologi Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- <https://www.gurupendidikan.co.id/kingdom-plantae/>
- <http://budisma.net/2014/11/pengertian-kingdom-plantae-dan-ciri-ciri-tumbuhan.html>
- <https://ekosistem.co.id/metagenesis-tumbuhan-paku/>
- <http://www.sridianti.com/ciri-ciri-tumbuhan-lumut-bryophyta.html>
- <http://www.sridianti.com/reproduksi-lumut.html>
- <https://www.sridianti.com/reproduksi-pteridophyta-tumbuhan-paku.html>
- <https://www.seputarpengetahuan.co.id/2016>
- <https://rumus.co.id/tumbuhan-paku/>
- <http://evaheniastuti.blogspot.com/2013/09/spermatophyta-tumbuhan-berbiji.html>
- <https://www.google.co.id/search?q=bryophyta+dan+pteridophyta&>
- <https://www.google.co.id/search?q=lumut>
- Irnaningtyas, 2013, *Biologi*. Jakarta: Erlangga
- Khristiyono, *Buku Penilaian Autentik Biologi X*, Erlangga, Jakarta, 2013
- Tim Widya Gamma, *Eksplorasi UN SMA/MA, IPA/MIPA*, Yrama Widya, 2017
- Yusa dan Manicam Bala Subra . 2016. *Buku siswa aktif dan kreatif belajar biologi 2 untuk SMA/MA kelas XI Peminatan Matematika dan ilmu - ilmu alam*. Bandung : Grafindo Media Pratama