

BBM 3

KEANEKARAGAMAN MAKHLUK HIDUP - 1

PENDAHULUAN

Anda perhatikan kehidupan dilingkungan sekitar kita, berbagai macam kehidupan nampak sangat beraneka ragam. Keanekaragaman makhluk hidup yang terdapat dipermukaan bumi memberikan gambaran begitu kompleksnya dunia kehidupan. Berbagai bentuk kehidupan terjadi di bumi dalam jumlah yang luar biasa banyaknya, bahkan setiap waktu jumlahnya terus meningkat.

Begitu beragamnya makhluk hidup ini, sehingga menuntut adanya suatu sistem untuk mengenal dan mempelajarinya. Para pakar biologi mencoba menciptakan suatu sistem untuk mempermudah mengenal dan mempelajari makhluk hidup melalui suatu cara pengklasifikasian. Carolus Linnaeus (1753) seorang ahli botani dari Swedia mulai merintis klasifikasi secara modern. Di dalam klasifikasi, makhluk hidup dikelompokkan dalam kelompok besar hingga kecil. Katagori yang digunakan Linnaeus pada waktu itu adalah : Kingdom (Kerajaan), filum (keluarga besar), kelas, ordo (bangsa), famili (suku), genus (marga), dan spesies (jenis).

Seiring dengan meningkatnya peradaban manusia terutama pengetahuan tentang manfaat makhluk hidup diberbagai sendi kehidupan, maka keperluan akan nama makhluk hidup semakin besar. Oleh karena itu mulai diperlukan suatu penggolongan makhluk hidup berdasarkan pemikiran yang rasional, misalnya penggolongan berdasarkan persamaan ciri, cara hidup, tempat hidup, dan sebagainya.

Makhluk hidup yang terdapat di muka bumi ini, dapat kita bedakan atas dua golongan yaitu golongan tumbuhan dan golongan hewan. Selain itu masih ada golongan lain yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, karena ukurannya sangat kecil maka harus dilihat dengan menggunakan mikroskop. Virus dan monera adalah organisme tingkat rendah yang mempunyai ukuran mikroskopis. Dalam kehidupan sehari - hari, virus kita kenal sebagai penyebab berbagai penyakit yang sangat umum adalah influenza.

Monera merupakan Kingdom yang beranggotakan organisme yang belum mempunyai lembaran inti sel. Bakteri dan Cyanobacteria (ganggang hijau - biru) termasuk ke dalam monera. Sama halnya dengan virus, bakteri juga kita kenal sebagai penyebab penyakit serta pembusuk makanan dan pengurai organisme mati. Ganggang hijau - biru mungkin kurang dikenal. Ganggang ini sering membuat lantai kamar mandi menjadi licin. Dunia tumbuhan dapat dibagi secara umum menjadi Cryptogamae (tumbuhan rendah) dan Phanerogamae (tumbuhan tinggi). Cryptogamae meliputi tumbuhan thallus (thallophyta), tumbuhan lumut (Bryophyta), tumbuhan paku (Pterodophyta). Thallophyta adalah tumbuhan yang belum mempunyai akar, batang, dan daun sejati, meliputi thallophyta yang tidak berklorofil misalnya jamur dan thallophyta yang berklorofil misalnya alga (ganggang). Phanerogamae adalah tumbuhan yang sudah mempunyai akar, batang, dan daun sejati. Meliputi sub divisio Angiospermae dan gymnospermae.

Dalam modul ini dasar - dasar klasifikasi, cara klasifikasi, dan tata nama makhluk hidup (nomenklatur) bermanfaat bagi Anda untuk memahami cara berpikir dari para pakar taksonomi yang bekerja secara sistematis. Virus dan monera serta tumbuhan tingkat rendah dan tumbuhan tingkat tinggi akan membantu Anda sebagai guru untuk proses belajar mengajar Konsep IPA di Sekolah Dasar, selain itu bagi Anda sendiri dapat memperluas dan memperkuat pengetahuan konsep - konsep biologi yang telah Anda miliki.

Secara umum modul 3 ini menjelaskan tentang : Dasar - dasar klasifikasi ; Cara klasifikasi dan tata nama makhluk hidup (Nomenklatur), Virus dan Monera, Tumbuhan tingkat rendah serta Tumbuhan tingkat tinggi.

Setelah mempelajari modul ini, secara khusus Anda diharapkan dapat :

1. Menjelaskan dasar - dasar klasifikasi.
2. Menjelaskan cara - cara klasifikasi dengan menggunakan kunci determinasi.
3. Menjelaskan cara virus menginfeksi bakteri.
4. Menjelaskan perbedaan pokok antara bakteri dan ganggang hijau biru.
5. Menjelaskan bentuk sel bakteri.
6. Menjelaskan penggolongan bakteri berdasarkan cara memperoleh makanan dan berdasarkan kebutuhan oksigen.

7. Menjelaskan perbedaan jamur saprofit dengan parasit dalam kehidupan manusia.
8. Menjelaskan peranan ganggang (Alga) bagi kehidupan manusia.
9. Menjelaskan perbedaan daur hidup tumbuhan lumut dengan tumbuhan paku.
10. Menjelaskan perbedaan vegetatif dan generatif Angiospermae dengan gymnospermae.
11. Menjelaskan perbedaan tumbuhan dikotil dengan monokotil.

Untuk membantu Anda mencapai tujuan tersebut, modul ini diorganisasikan menjadi dua Kegiatan Belajar (KB), sebagai berikut :

KB 1 : Dasar - dasar klasifikasi, virus, monera, dan tumbuhan tingkat rendah.

KB 2 : Tumbuhan tingkat tinggi terdiri dari Tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae) dan Tumbuhan berbiji terbuka (gymnospermae).

Untuk membantu Anda dalam mempelajari BBM ini, ada baiknya diperhatikan beberapa petunjuk belajar berikut ini:

1. Bacalah dengan cermat bagian pendahuluan ini sampai Anda memahami secara tuntas tentang apa, untuk apa, dan bagaimana mempelajari bahan belajar ini.
2. Baca sepintas bagian demi bagian dan temukan kata - kata kunci dari kata - kata yang dianggap baru. Carilah dan baca pengertian kata - kata kunci tersebut dalam kamus yang Anda miliki.
3. Tangkaplah pengertian demi pengertian melalui pemahaman sendiri dan tukar pikiran dengan mahasiswa lain atau dengan tutor Anda.
4. Untuk memperluas wawasan, baca dan pelajari sumber - sumber lain yang relevan. Anda dapat menemukan bacaan dari berbagai sumber, termasuk dari internet.
5. Mantapkan pemahaman Anda dengan mengerjakan latihan dan melalui kegiatan diskusi dalam kegiatan tutorial dengan mahasiswa lainnya atau teman sejawat.
6. Jangan dilewatkan untuk mencoba menjawab soal - soal yang dituliskan pada setiap akhir kegiatan belajar. Hal ini berguna untuk mengetahui apakah Anda sudah memahami dengan benar kandungan bahan belajar ini.

Selamat Belajar

DASAR-DASAR KLASIFIKASI, VIRUS, MONERA DAN TUMBUHAN TINGKAT RENDAH

PENGANTAR

Berbagai bentuk kehidupan terjadi di bumi dalam jumlah yang luar biasa banyaknya. Sebelum biologi dapat ditetapkan pada bentuk apapun sebagai dasar ilmiah yang dapat dipahami, maka perlu adanya pengaturan jumlah yang banyak tersebut. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mencoba menempatkan berbagai macam bentuk kehidupan yang serupa ditempatkan bersama - sama dalam suatu kelompok. Pada permulaan sistem klasifikasi sejak zaman Aristoteles (35 - 322 SM) hingga pertengahan abad 20, para pakar biologi membagi makhluk hidup ke dalam dua Kingdom (Kerajaan, Dunia) yaitu plantae (tumbuhan) dan animalia (hewan).

Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan di tahun 1960 an dan ditemukannya mikroskop elektron serta teknik biokimia untuk mengungkapkan secara selular (di tingkat sel) antara organisme yang satu dengan lainnya, maka para ilmuwan dapat menemukan dan membuat klasifikasi baru untuk organisme yang terdapat di permukaan bumi yang sangat beraneka ragam ini.

A. Dasar Klasifikasi

Pernahkah anda mengelompokkan berbagai macam organism yang ada disekeliling anda ? Dalam kehidupan sehari - hari, kita sering melihat berbagai macam organisme. Dari berbagai macam organisme tersebut yang pertama - tama akan kita lihat adalah adanya perbedaan - perbedaan dari organisme itu, selain adanya perbedaan tentunya kita akan melihat adanya persamaan - persamaan yang banyak dari organisme tersebut. Dari persamaan - persamaan yang dapat kita lihat, macam persamaan yang manakah yang akan kita pilih sebagai dasar untuk mengklasifikasikan makhluk hidup?.

Sebagai contoh, kita akan membedakan tumbuhan satu dengan tumbuhan yang lainnya persamaan manakah yang akan kita gunakan untuk mengklasifikasikan

tumbuhan tersebut? Maka persamaan yang akan kita gunakan untuk mengklasifikasikan tumbuhan itu adalah :

Pertama, diantaranya kita boleh menetapkan persamaan dalam warna bunganya. Dengan demikian kita kumpulkan semua tumbuhan yang bunganya berwarna putih menjadi satu kelompok, misalnya bunga melati, kaca piring dan gandasuli. Atau persamaan dalam hal adanya duri dan kita golongkan menjadi satu, umpamanya : mawar, putri malu, kaktus, jeruk dan rotan. Atau kita dapat mengelompokkan berdasarkan tempat hidupnya, misalnya : semua tumbuhan yang hidup di dalam air tawar seperti teratai, eceng gondok, genjer, mendong, dan kiambang.

Pada abad ke 18 seorang ahli botani dari Swedia yang bernama Carolus Linnaeus (Karl van Linne) mulai merintis klasifikasi secara modern. Dasar klasifikasi yang ia gunakan ialah mengidentifikasi tumbuhan atas dasar jumlah serta kedudukan organ jantan dan betina. Dasar klasifikasi tumbuhan menurut Linnaeus tersebut adalah sistem seksual tumbuhan.

Charles Darwin (1809 - 1882) dalam bukunya “Origin of Species” (1859), mengemukakan bahwa evolusi merupakan suatu proses seleksi alam, maka atas dasar teori evolusi Darwin dapat dikatakan bahwa makhluk hidup sekarang berasal dari makhluk hidup masa lalu yang telah berevolusi. Taksonomi modern melihat hubungan dalam klasifikasi selain hubungan morfologis juga dilihat dari segi evolusi.

Bertolak dari teori evolusi Darwin maka munculah sistem klasifikasi modern berdasarkan filogeni, yaitu klasifikasi yang disusun dengan cara melihat keturunan dan hubungan kekerabatan dan disebut klasifikasi sistem filogenetik. Sistem ini didasarkan pada jauh dekatnya kekerabatan antar organisme. Organisme - organisme yang berkerabat dekat memiliki persamaan ciri yang lebih banyak, jika dibandingkan dengan organisme yang berkerabat jauh. Kekerabatan ditentukan melalui pengamatan berbagai sifat makhluk hidup serta bukti - bukti fosil yang ditemukan. Maka dasar klasifikasi yang digunakan sampai sekarang dapat ditentukan dari kesamaan berdasarkan beberapa tinjauan, yaitu ada tinjauan berdasarkan ; susunan bentuk luar (morfologi), struktur dalam (anatomi), fungsi alat - alat tubuh (fisiologi), sifat - sifat yang diturunkan (genetika), perkembangannya mulai dari pembuahan sampai lahir

atau menetas (embriologi), perkembangan mulai dari makhluk tingkat primitif sampai kepada makhluk modern (evolusi).

Namun yang banyak digunakan oleh pemula adalah tiga tinjauan yang disebutkan pertama yaitu berdasarkan morfologi, anatomi dan fisiologi.

Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dari masa ke masa, maka melalui perkembangan ini sering menuntut perubahan dalam klasifikasi. Khususnya dalam tingkat kingdom. Oleh karena itu penemuan - penemuan baru dapat saja mengubah klasifikasi makhluk hidup yang telah diakui sebelumnya. Setiap sistem klasifikasi yang digunakan harus bersifat eksklusif sekaligus inklusif. Artinya ciri - ciri yang digunakan dalam pengklasifikasian harus dapat membentuk kelompok yang beranggotakan organisme yang serupa, yang berbeda dari kelompok lainnya. Sebagai contoh, tumbuhan bersifat autotraf, sedangkan hewan dan fungsi bersifat heterotrof. Ciri ini menggolongkan (inklusif) organisme yang serupa ke dalam satu kingdom dan sekaligus memisahkan (eksklusif) organisme tersebut dari organisme lainnya. Aturan - aturan klasifikasi secara ilmiah tentang makhluk hidup disepakati dalam kongres internasional oleh para ahli taksonomi hewan maupun tumbuhan.

Kelompok - kelompok penggolongan dikenal sebagai takson (asal kata taxis = pengaturan / urutan). Takson yang hingga saat ini digunakan untuk makhluk hidup dari tingkatan paling tinggi sampai ke tingkatan paling rendah yaitu, untuk :

| Tumbuhan | Hewan |
|--------------------|--------------------|
| Kingdom (Kerajaan) | Kingdom (Kerajaan) |
| Divisio | Filum |
| Kelas | Kelas |
| Ordo (bangsa) | Ordo (bangsa) |
| Famili (suku) | Famili (suku) |
| Genus (marga) | Genus (marga) |
| Spesies (Jenis) | Spesies (Jenis) |

B. CARA KLASIFIKASI DAN TATA NAMA MAKHLUK HIDUP (NOMENKLATUR)

Telah kita ketahui bahwa makhluk hidup sangat beraneka ragam. Untuk memudahkan kita mengenalnya perlu pengelompokan (klasifikasi). Untuk mencapai suatu kesamaan pengertian dalam penamaan makhluk hidup, maka Carolus Linnaeus (1753) seorang ahli botani dari Swedia, menciptakan suatu sistem penamaan pada setiap makhluk hidup yaitu dengan sistem Binomial Nomenklatur.

Binomial Nomenklatur yang berarti bahwa nama setiap makhluk hidup terdiri atas dua kata yang dilatinkan. Kata pertama menunjukkan genus yang penulisannya dimulai dengan huruf besar, sedang kata kedua merupakan penunjuk di mulai dengan huruf kecil.

Ada beberapa cara yang dapat Anda gunakan untuk menentukan golongan suatu jenis makhluk hidup. Salah satu cara yang digunakan untuk menggolongkan suatu jenis makhluk hidup pada contoh disini, adalah dengan menggunakan kunci determinasi. Contoh kunci determinasi ini hanya sampai tingkat kelas. Kunci determinasi sederhana untuk tumbuhan dapat dilihat dibawah ini :

Contoh : Kunci Determinasi Sederhana Untuk Tumbuhan

- 1a. Tubuh dapat dibedakan atas akar batang - daun *Kormofita*. (2)
- 1b. Tubuh tak mempunyai akar - batang – daun *Talofita*. (6)
- 2a. Ada bagian “bunga” dan biji sebagai alat perkembangbiakan *K. berbiji*. (3)
- 2b. Tidak seperti itu, bagian tubuh yang berfungsi sebagai alat pembiakan berupa “spora” yang tersimpan dalam kotak/kapsul pada ujung batang atau pada permukaan bawah daun *K. berspora*. (7)
- 3a. Ada bunga yang jelas dengan perhiasan bunga berwarna, putik dengan bakal biji tersimpan di dalam bakal buah. *K. berbiji tertutup*. (4)
- 3b. Bunga tidak demikian. Ada kumpulan “daun buah” berbentuk bola atau Kerucut, dan umumnya kaku dan sempit. *K. berbiji terbuka*. (5)
- 4a. Daun menyirip atau menjari; bunga dengan bagian - bagian terdiri 4 atau 5 atau kelipatannya; biji terdiri dari 2 keping; akar tunggang; batang biasanya bercabang. *Tumb. berkeping dua*.
- 4b. Daun bertulang sejajar atau melengkung, bunga dengan bagian - bagian terdiri dari 3 atau kelipatannya; biji hanya 1 keping; akar serabut; batang biasanya tak bercabang. *Tumb. berkeping satu*.
- 5a. Tumbuhan tinggi berdaun kaku atau bentuk jarum; kumpulan daun buah (=bunga) berbentuk kerucut. *Coniferinae*. (6)
- 5b. Tumbuhan perdu berdaun kaku menyirip; kumpulan bunga pada ujung batang. *Cycadinae*.
- 5c. Tumbuhan tinggi berdaun lebar tipis; kumpulan bunga berkarang. *Gnetinae (melinjo)*.

- 6a. Bagian - bagian tubuh berwarna hijau atau kombinasi hijau dengan warna lain; hidup di air. *Alga / Ganggang*.
- 6b. Bagian - bagian tubuh tidak hijau, coklat atau abu pucat; hidup di tempat lembap. *Fungi / Jamur*.
- 6c. Bagian - bagian tubuh berbentuk lembaran atau kerak pucat; menempel pada batang pohon atau batu di tempat sejuk. *Lumut kerak / Lichenes*.
- 7a. Tubuh berukuran relatif kecil, berbentuk lembaran atau pohon; tidak mempunyai akar sejati, hidup bergerombol di tempat miring (tebing, tepi pematang) di tempay lembap. *Tumbuhan Lumut*.
- 7b. Tubuh berukuran relatif besar, ada daun menyirip dengan permukaan bawah berbintik - bintik hijau coklat; daun mudanya menggulung. *Tumbuhan Paku*.

C. VIRUS

Kebanyakan virus mempunyai ukuran antara 20 m μ sampai 300 m μ (baca m μ = mili mikron, 1 m μ = 1 X 10⁶ mm). jadi ukurannya jauh lebih kecil dibandingkan bakteri yang berukuran 10 m μ (baca : μ = mikron, 1 μ = 1 X 10³ mm). Karena ukuran virus sangat kecil atau ukuran ultra mikroskopik, maka virus hanya dapat diamati dengan menggunakan mikroskop electron. Cabang ilmu yang mempelajari tentang virus disebut virologi. Seperti diketahui bahwa makhluk hidup itu memiliki substansi dasar kehidupan yaitu protoplasma. Virus tidak memiliki protoplasma sehingga timbul pandangan bahwa virus bukan organisme hidup.

Adapun alasan - alasannya :

- a. Virus tidak memiliki protoplasma.
- b. Virus dapat dikristalkan, sedang makhluk hidup tidak mungkin mampu mampu mengkristal.
- c. Ukuran virus sangat kecil yaitu sekitar beberapa, hal ini tidak mungkin ukuran organisme hidup dengan ukuran tersebut.

Virus menurut biologi merupakan makhluk hidup karena :

- a. Memiliki DNA/RNA, senyawa ini dimiliki oleh makhluk hidup.
- b. Virus mampu melaksanakan aktivitas hidup yaitu reproduksi.

Sampai sekarang orang sulit untuk menyatakan apakah virus itu sebenarnya makhluk hidup ataukah makhluk tak hidup.

Yang terang ialah, bahwa virus dapat berbiak, tetapi hanya di dalam sel hidup. Banyak virus dapat dipecahkan manusia di dalam substrat (dasar makanan) yang berupa sel atau jaringan hidup, seperti telur dan jaringan tertentu dari hewan ataupun tumbuhan.

1. Sejarah Penemuan Virus

Virus tanaman lebih dahulu ditemukan daripada virus - virus yang lain. Sarjana yang pertama kali mempublikasikan hasil penelitiannya mengenai penyakit bercak - bercak kuning (mosaik) pada daun tembakau ialah Adolf Mayer pada tahun 1885.

Dmitri Ivanovsky (1892) dan M. Beijerinck (1899) adalah sarjana - sarjana dengan penelitiannya menguatkan apa yang telah dilaporkan Adolf Mayer tentang adanya virus tanaman pada daun tembakau yang menyebabkan belang - belang pada daun tembakau yang dikenal dengan penyakit mosaik daun.

Pada tahun 1897, Löffler dan Frosch menemukan virus hewan yang menyebabkan penyakit mulut dan kuku pada ternak. Reed (1900) menemukan virus yang menyebabkan penyakit kuning pada manusia. Virus ini dapat menular dari orang ke orang dengan perantara nyamuk Aedes.

Akhir - akhir ini di kota - kota maupun di desa - desa di tanah air kita timbul penyakit yang terkenal sebagai demam berdarah. Penyakit ini minta banyak korban. Demam berdarah disebabkan oleh virus dan menular dari seseorang yang sakit orang lain dengan perantara nyamuk Aedes. Penyakit lain yang disebabkan virus ialah : influenza, campak, cacar, rabies, herpes, polio, hepatitis, gondong (parotis), kanker, AIDS (Acquired Immune Deficiency Syndrome) dan beberapa lainnya lagi.

Towrt (1916) dan d' Herelle (1917) menemukan virus bakteri yang menyebabkan lisis (penguraian). Virus yang menyerang bakteri disebut bakteriofage (pemakan bakteri) yang disingkat fage saja. Sekarang telah banyak pengetahuan orang tentang fage yang menyerang Escherhia coli.

Stanley (1934) berhasil menghablurkan (mengkristalkan) virus tembakau dan sejak itu dimulai studi morfologi virus - virus yang lain lewat penghabluran dan teknik - teknik baru.

a. Morfologi Virus dan Sifat - Sifat Virus

Virus umumnya berupa hablur (kristal) dan bentuknya sangat bervariasi. Ada yang bentuknya memanjang (batang/jarum), oval, bulat, kotak berbidang banyak (polyhedron) dan ada yang bentuknya seperti T (Virus T). Bentuk - bentuk virus dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

Gambar Macam - macam bentuk virus

Jadi virus tidak memiliki sitoplasma seperti pada sel serta tidak memiliki organela sehingga tidak melakukan metabolisme. Asam nukleat adalah senyawa yang berfungsi sebagai pembawa sifat. Ada dua jenis asam nukleat yaitu DNA (Dioksisiribo Nucleat Acid) dan RNA (Ribo Nucleat Acid).

Asam nukleat virus bermacam - macam, yaitu ada DNA ganda, DNA tunggal dan RNA. Virus tanaman berisi RNA, virus hewan dapat mengandung RNA atau DNA saja, sedang fage berisi DNA. Oleh sebab itu virus dapat diklasifikasikan berdasarkan tipe asam nukleat (asam inti). Bentuk dan isi berbagai virus dapat di ikhtisarkan pada tabel berikut (Tabel 3.1).

Tabel 3.1 Bentuk dan isi tubuh berbagai virus

| VIRUS | BENTUK | ASAM NUKLEAT |
|-----------------|--------|--------------|
| Mosaik tembakau | jarum | RNA |
| Kerdil tomat | bola | RNA |
| Poliomyelitis | bola | RNA |
| Influenza | bola | RNA |
| Cacar | kotak | DNA |
| Polio | bola | DNA |

Dikutip sebagian dari Dwidjoseputro

“Dasar - dasar mikrobiologi” 1982, hal 117.

Bakteriophage yaitu virus yang mampu menyerang bakteri atau sering disebut phage (fage).

Tubuh bakteriophage terdiri dari :

- Kepala : mengandung
 - Asam nukleat DNA
 - Selaput protein
- Ekor : terdiri :
 - leher
 - lempang ekor.
 - serat ekor.

Gambar Struktur Tubuh Virus Bakteriofage T - 4

b. Sifat - sifat Virus

Virus memiliki sifat – sifat sebagai berikut :

- a. Virus hanya memiliki satu macam asam nukleat (DNA atau RNA).
- b. Virus berukuran sangat kecil, tidak dapat dilihat dengan mikroskop cahaya biasa dan dapat melewati jaringan bakteri.
- c. Virus bukan merupakan sel, jadi tidak memiliki cytoplasma, inti atau membran plasma.
- d. Virus hanya hidup pada organisme hidup karena untuk reproduksinya hanya memerlukan asam nukleat saja, virus tidak merupakan makhluk yang mampu berdiri sendiri.
- e. Bentuk dan ukuran virus sangat bervariasi.
- f. Virus dapat aktif hanya pada makhluk hidup yang spesifik.

2. Peranan Virus Dalam Kehidupan Manusia

Virus ada yang bermanfaat bagi manusia, ada pula yang menimbulkan kerugian bagi manusia. Berikut ini akan diuraikan contoh - contoh virus yang menguntungkan dan yang merugikan.

a. Virus yang Menguntungkan

1) Untuk Melemahkan Bakteri

Contoh tentang virus yang menguntungkan adalah virus yang menyerang bakteri patogen. Jika DNA virus lisogenik masuk ke dalam DNA bakteri patogen, maka bakteri tersebut menjadi tidak berbahaya. Misalnya bakteri penyebab penyakit difteri dan bakteri penyebab demam scarlet yang berbahaya akan berubah sifat menjadi tidak berbahaya jika di dalam DNANYA tersambung oleh profag.

2) Untuk Memproduksi Vaksin

Selain itu, beberapa virus digunakan untuk memproduksi vaksin, vaksin adalah patogen yang telah dilemahkan sehingga jika menyerang manusia, tidak berbahaya lagi. Karena diberi vaksin, tubuh manusia akan memproduksi antitoksin. Kelak jika patogen yang sesungguhnya menyerang, tubuh telah kebal karena berhasil memproduksi antitoksin bagi patogen tersebut.

b. Virus yang Merugikan

Beberapa penyakit manusia disebabkan oleh serangan virus misalnya penyakit: mata belek, influenza, polio, cacar, campak, hepatitis, rabies, herpes, gondong, kanker, AIDS dan ebola.

Selain menyerang manusia, virus juga ada yang menyerang hewan misalnya :

- a. Rabies pada anjing, kucing, dan monyet.
- b. Penyakit kuku dan mulut pada ternak sapi dan kerbau. Hewan ternak tidak bisa berjalan dan tidak dapat makan.
- c. Penyakit sampat ayam (tetelo). Ayam yang terserang mengalami mencret, batuk - batuk, keesokan harinya mati. Jika sembuh, ayam akan kehilangan keseimbangan, kepala tertekuk dan berputar - putar.

D. MONERA

Semua mikroorganisme prokariotik dimasukkan ke dalam Kingdom menurut. Mikro organisme prokariotik adalah mikroorganisme yang memiliki bahan inti tetapi tidak memiliki membran inti. Inti yang tidak bermembran demikian itu disebut prokariot. Bahan inti tersebut adalah asam inti berupa DNA (*deoxyribonucleic acid*) yang terletak pada suatu daerah tertentu di dalam sitoplasma.

Mikroorganisme prokariotik yang digolongkan ke dalam monera adalah bakteri dan ganggang hijau - biru (*Cyanobacteria*). Organisme lain yang memiliki membran inti digolongkan ke dalam organisme eukariotik (baca : eukariotik).

Terdapat perbedaan pokok antara bakteri dan ganggang hijau - biru. Bakteri pada umumnya tidak berklorofil sehingga tidak dapat berfotosintesis sedangkan ganggang hijau - biru berklorofil sehingga dapat berfotosintesis.

Berikut ini kita akan membahas lebih terperinci mengenai bakteri dan ganggang hijau - biru (*Cyanobacteria*).

1. Bakteri

Dimana kita dapat menjumpai bakteri? Betul, jawabannya ada dimana - mana. Ada di permukaan kulit kita, di kepala, rongga mulut, sela - sela gigi, sisa makanan yang sudah basi, udara, tanah bahkan dalam tubuh kita.

Tahukan anda tentang bakteri ? Bakteri merupakan organisme bersel satu, ukurannya mikroskopis, tidak berklorofil, berkembang biak secara aseksual dengan membelah diri. Bakteri ini dapat hidup sebagai saprofit atau parasit. Bakteri saprofit selain merugikan tetapi ada juga yang mempunyai arti ekonomi penting bagi manusia. Spesies - spesies yang parasit dapat menyebabkan penyakit pada manusia, hewan dan tumbuhan.

a. Bentuk dan Ukuran Bakteri

Ukuran bakteri sangat kecil dan ukurannya berkisar antara 1,5 μ sampai 15 μ (baca μ = mikron, 1 μ = 0,001 mm). Bentuk bakteri sangat bervariasi, tetapi secara umum ada 3 (tiga) bentuk dasar bakteri. Yaitu : bentuk batang atau silindris disebut basil, bentuk bulat disebut kokus dan bentuk spiral. Variasi bentuk bakteri atau koloni bakteri dipengaruhi oleh arah pembelahan, umur, dan syarat pertumbuhan tertentu, misalnya makanan, temperature, dan keadaan yang tidak menguntungkan bagi bakteri.

Bentuk batang (basil) dibedakan atas basil tunggal contohnya *Echerichia coli* dan *Salmonella typhi* penyebab tipus, diplobasil (bergandengan dua - dua) dan streptobasil (bergandengan memanjang membentuk rantai).

Contohnya *Bacillus anthraces* penyebab penyakit antraks. Bentuk bola (kokus), dibedakan atas monokokus contoh *Neisseria gonorrhoe* penyebab penyakit kencing nanah, diplokokus contohnya *Diplococcus pneumonia* penyebab penyakit pneumonia (radang paru - paru), Sarkina (bulat terdiri dari 8 sel menyerupai kubus) contoh Sarkina sp. Dan stafilokokus (seperti untaian buah anggur). Dan bentuk bakteri spirial duibedakan atas vibrio (koma) contohnya *Vibrio cholerae* penyebab penyakit kolera, spirial (berupa lengkung lebih setengah lingkaran), contohnya *Spirillum minor* yang menyebabkan demam dengan perantara gigitan tikus atau hewan pengerat lainnya. Macam – macam bentuk bakteri lihat gambar.

a. Variasi bentuk
pada bakteri basil

b. Variasi bentuk
pada bakteri kokus

c. Variasi bentuk
pada bakteri spirial

Gambar Macam - macam bentuk bakteri

b. Cara Hidup Bakteri

Berdasarkan cara hidupnya bakteri dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu bakteri heterotrof dan bakteri autotrof.

1) Bakteri Heterotrof

Bakteri heterotrof adalah bakteri yang hidup dengan memperoleh makanan berupa zat organik dari lingkungannya. Bakteri jenis ini dapat merombak bahan organik menjadi bahan anorganik. Perombakan organik menjadi bahan anorganik terjadi melalui fermentasi atau respirasi. Proses perombakan ini biasanya menghasilkan gas - gas : CO₂, H₂, CH₄ (metana), N₂, H₂S dan NH₃ (amoniak).

Diantara gas - gas yang dihasilkan ada yang mudah terbakar, yaitu : metana (CH₄) dan gas hidrogen (H₂). Kedua gas ini kemudian dijadikan bahan bakar yang dikanal dengan biogas. Zat - zat organik diperoleh dari sisa organik lain, sampah atau zat - zat yang terdapat di dalam tubuh organisme lain.

Bakteri yang mendapatkan zat organik dari sampah, kotoran, bangkai, dan juga makanan kita, disebut sebagai *bakteri saprofit* (*saprobe* = sampah). Bakteri ini menguraikan zat - zat organik yang terkandung di dalam makanan menjadi zat - zat anorganik yaitu CO₂, H₂O, energi, dan mineral - mineral. Di dalam lingkungan, bakteri pembusuk ini berfungsi sebagai pengurai dan penyedia nutrisi bagi tumbuhan. Bakteri ini penting pengomposan, namun merugikan jika terdapat pada makanan karena mengakibatkan makanan menjadi busuk. Bakteri *Escherichia coli* yang terdapat di dalam usus manusia juga hidup secara saprofit. Tanpa bakteri ini, kita akan sulit buang air. Bakteri ini juga menyediakan vitamin K bagi tubuh.

Bakteri heterotrof lain adalah bakteri parasit, baik parasit pada manusia, hewan maupun tumbuhan. Kebutuhan zat organik bakteri parasit diperoleh dari tubuh inangnya. Karena dapat mengakibatkan sakit maka disebut sebagai *patogen*. Contoh bakteri yang hidup pada manusia adalah: *Clostridium tetani* penyebab tetanus, *Mycobacterium tuberculosis* penyebab TBC, dan *Mycobacterium leprae* penyebab lepra.

2) Bakteri Autotrof

Bakteri yang dapat menyusun sendiri zat - zat organik dari zat - zat anorganik digolongkan ke dalam *bakteri autotrof* (*auto* = sendiri, *trophien* = makanan). Pengubahan zat - zat anorganik menjadi zat - zat organik itu dilakukan melalui dua cara, yaitu sebagai berikut.

(a). Menggunakan Energi Cahaya

Energi cahaya digunakan untuk mengubah zat anorganik menjadi zat organik, melalui proses fotosintesis. Karena itu bakteri ini dikenal sebagai bakteri yang hidup secara *fotoautotrof* (*foto* = cahaya, *auto* = sendiri, *trophein* = makanan). Contoh bakteri fotoautotrof adalah bakteri hijau dan bakteri ungu. Bakteri hijau mengandung pigmen hijau. Pigmen ini disebut **bakterioklorofil**. Bakteri ungu mengandung pigmen ungu, merah, atau kuning, pigmen ini disebut **bakteriopurpurin**.

(b). *Menggunakan Energi Kimia*

Energi kimia diperoleh ketika terjadi perombakan zat kimia dari molekul yang kompleks menjadi molekul yang sederhana, dengan melepaskan hydrogen. Bakteri yang menggunakan energi kimia untuk sintesis zat - zat organik dikenal sebagai bakteri *kemoautotrof*. misalnya bakteri *Nitrosomonas* yang memecah NH_3 menjadi HNO_2 , air dan energi. Energi yang diperoleh digunakan untuk menyusun zat organik. Contoh lainnya adalah *Nitrosococcus* dan *Nitrobacter*.

c. Penggolongan Bakteri Berdasar Kebutuhan Oksigen

Untuk mendapatkan energi, bakteri harus melakukan pernapasan (respirasi). Untuk melakukan respirasi, ada bakteri yang memerlukan oksigen bebas dari udara, namun ada pula yang tidak memerlukan oksigen bebas dari udara. Justru jika ada oksigen, bakteri yang tidak memerlukan oksigen akan mati.

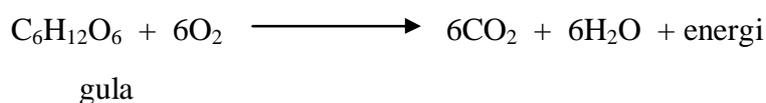
Bakteri yang memerlukan oksigen bebas untuk reaksi - reaksi pernapasannya digolongkan ke dalam *bakteri aerobik*, sedangkan bakteri yang tidak memerlukan oksigen bebas untuk reaksi - reaksi pernapasannya digolongkan ke dalam *bakteri anaerobik*.

1) Bakteri Aerobik

Contoh bakteri aerobik adalah bakteri *Nitrosomonas*. Lihat Gambar 5.16. Bakteri ini memerlukan oksigen untuk memecahkan amoniak (NH_3) menjadi nitrit (HNO_2). Prosesnya adalah sebagai berikut.



Hasil pemecahan amoniak menjadi nitrit menghasilkan energi yang akan dimanfaatkan oleh bakteri tersebut. Bakteri lain yang hidup secara aerob dapat memecah gula menjadi air, CO_2 , dan energi. Prosesnya adalah sebagai berikut.



2) Bakteri Anaerobik

Contohnya adalah bakteri asam susu, yakni bakteri yang dapat mengubah gula menjadi asam susu. Bakteri ini banyak digunakan untuk berbagai keperluan, misalnya *Lactobacillus bulgaricus* untuk membuat yoghurt.

Reaksi pernapasan anaerob adalah sebagai berikut:



Contoh bakteri lain yang bernapas secara anaerob adalah *Clostridium tetani*, yaitu bakteri penyebab tetanus. Jika luka yang mengandung bakteri ini tertutup sehingga tidak ada oksigen bebas, maka bakteri ini akan berkembang biak dan toksin yang dikeluarkan membahayakan kesehatan.

d. Peranan Bakteri dalam Kehidupan Manusia

Bakteri ada yang menguntungkan, namun ada pula yang merugikan. Bakteri yang menguntungkan adalah bakteri yang banyak digunakan dalam industri atau dalam proses perubahan suatu zat. Bakteri yang merugikan adalah bakteri yang dapat membusukkan atau yang hidup parasit baik pada manusia, hewan maupun tumbuhan.

1) Bakteri yang Menguntungkan

Contoh spesies - spesies bakteri yang menguntungkan adalah berikut ini.

- (a). *Escherichia coli* membusukkan makanan di dalam usus besar dan menghasilkan vitamin K.
- (b). *Rhizobium* bersimbiosis dengan kacang - kacang dan dapat menambat nitrogen dari udara. Bakteri ini menyuburkan tanah.
- (c). *Azotobacter* hidup bebas di tanah dan dapat menambat nitrogen dari udara. Bakteri ini juga menyuburkan tanah.
- (d). *Lactobacillus casei* digunakan dalam proses pembuatan keju.
- (e). *Acetobacter xylinum* digunakan dalam proses pembuatan *nata de coco* yang terbuat dari air kelapa.

- (f). *Acetobacter* digunakan untuk mengubah alkohol menjadi asam cuka. Air tapai dapat diubah menjadi asam cuka dengan bakteri ini. Air tapai yang mengandung gula oleh ragi diubah menjadi alkohol dan alkohol diubah oleh *Acetobacter* menjadi asam cuka.
- (g). *Streptococcus griceus* dapat menghasilkan antibiotik streptomisin. Bakteri ini dikembangkan di industri obat - obatan.
- (h). *Lactobacillus bulgaricus* digunakan dalam proses pembuatan susu asam (yogurt).
- (i). *Pseudomonas denitrificans* dapat menghasilkan vitamin B12.

Pemanfaatan bakteri dalam pembuatan biogas

Bakteri yang hidup secara saprofit dan bernapas secara anaerob sering dimanfaatkan dalam proses pembuatan gas bio atau biogas. Bakteri yang terlibat dalam proses pembuatan gas bio banyak spesiesnya. Bahan yang digunakan untuk pembuatan gas bio adalah kotoran hewan misalnya kotoran sapi, kerbau, kambing. Kotoran itu dimasukkan ke dalam tangki, kemudian ditutup rapat. Bakteri saprofit yang ada di dalamnya hidup dan berkembang biak. Bakteri tersebut memecah persenyawaan organik dan menghasilkan gas metana (CH₄), H₂S, N₂, H₂ dan CO.

Gas yang dihasilkan kemudian ditampung dan disalurkan ke rumah - rumah. Biogas dapat digunakan untuk proses pembakaran misalnya untuk memasak. Nyala apinya biru dan menimbulkan panas yang tidak kalah dengan gas Elpiji. Sayangnya proses pembuatan biogas ini belum memasyarakat, mungkin karena orang agak jijik melakukannya. Akan tetapi, secara ekologis biogas sangat bermanfaat. Energi fosil, misalnya minyak bumi dan batu bara, saat ini sudah mulai langka dan dapat menimbulkan pencemaran. Sementara itu gas bio bebas dari pencemaran dan tidak mengeluarkan bau busuk.

2) Bakteri yang Merugikan

Contoh bakteri yang merugikan adalah sebagai berikut.

- a) *Mycobacterium tuberculosis* penyebab penyakit TBC.
- b) *Mycobacterium leprae* penyebab penyakit lepra.
- c) *Treponema pallidum* penyebab penyakit sifilis (raja singa).

Coba cari lagi oleh Anda spesies bakteri yang merugikan yang lainnya!.

2. Ganggang Hijau Biru (*Cyanobacteria*)

Organisme ini dulu banyak dimasukkan ke dalam kelompok alga (ganggang), karena ganggang hijau biru mirip dengan ganggang lainnya (akan dibahas dalam kegiatan belajar berikutnya) dalam hal habitat dan fotosintesisnya. Ganggang hijau biru adalah prokariotik dan dengan demikian jauh lebih dekat kekerabatannya dengan bakteri daripada dengan ganggang lainnya yang bersifat eukariotik, atas alasan inilah para peneliti sekarang lebih menyukai pemakaian istilah *Cyanobacteria* (“bakteri hijau - biru”) untuk organisme itu.

Ciri - ciri dan sifat ganggang hijau biru yaitu bersel satu, selaya bersifat prokariotik, tidak mempunyai kloroplas, sedangkan klorofil tersebar pada plasma. Ganggang hijau biru bersifat ototrof yaitu dapat menyusun makanannya sendiri melalui fotosintesis. Pigmen yang terdapat dalam sel berbagai ganggang adalah fikoeiretrin, klorofil, karotin dan fikosianin. Pigmen fikosianin menunjukkan warna biru, karotin warna kuning dan fikoeiretrin adalah warna merah. Adanya fikosianin menyebabkan ganggang hijau biru mempunyai warna yang khas yaitu hijau kebiru - biruan. Akan tetapi tidak semua ganggang hijau biru berwarna hijau biru, ada yang hitam, coklat, kuning, merah dan ungu. Habitatnya di air tawar, tempat lembap pada batu - batuan di tepi pantai bahkan dapat hidup pada perairan yang suhunya tinggi yaitu pada sumber - sumber air panas. Perkembangbiakan (reproduksi) ganggang hijau biru dengan cara membelah diri (pembelahan sel) atau dengan cara fragmentasi dan membentuk spora.

a. Contoh Ganggang Hijau Biru

Ganggang hijau biru bersel satu contoh :

1) *Chlorococcus* sp

- Hidup di air tawar pada dasar kolam.
- Sel yang masih muda karena memiliki lapisan pelindung yang menyelubungi tubuhnya.
- Reproduksi dengan pembelahan sel atau membelah diri.

Gambar Chlorococcus sp

2) Gleocapsa sp

- Bentuk tubuh seperti Chlorococcus selubung tubuh berwarna.
- Hidup dipermukaan batu yang basah, menyebabkan batu licin.

Gambar Gleocapsa sp

3) Rivularia sp

Susunan sel yang menyusun benang berupa cambuk, ukuran sel pada pangkal lebih besar daripada ujung.

Gambar Rivularia sp

4) Anabaena sp

- Tubuhnya tersusun atas sel - sel berbentuk bola.
- Memiliki heterosista yaitu sel yang mempunyai dengan sel tetangganya untuk penambat nitrogen dari udara.
- Hidupnya bersimbiosis dengan tumbuhan air (sawah) yaitu Azola pinnata.

Gambar Anabaena sp

Ganggang hijau biru berkoloni contoh : Polycystis sp.

Polycystis sp

- Bentuk koloni tidak teratur.
- Pembiakan : Pembelahan sel masing - masing dan fragmentasi dari koloni.

Gambar Polycystis sp

Ganggang hijau biru berbentuk benang.

1) Oscillatoria sp

- Tubuh berbentuk benang (filament) tersusun atas sel - sel yang dipilih dan rapat.
- Dapat bergerak maju mundur disebut sebagai gerak osilasi. Belum diketahui penyebab ganggang ini mampu bergerak.
- Sel membelah memperpanjang tubuh, sedang penambahan individu dengan fragmentasi.

Gambar Oscillatoria sp

- 2) Nostoc sp
 - Tubuh terdiri atas sel - sel berbentuk bola.
 - Hidup di bebatuan atau di tanah yang lembap.
 - Memiliki sel heterosista.
 - Heterosista dapat menjadi benang baru.

Gambar Nostoc sp

b. Peranan Ganggang Hijau Biru bagi Manusia

1) Merugikan

Beberapa ganggang hijau biru yang hidup di air ada yang mengeluarkan racun yaitu *Microcystis sp.* Racun yang terlarut di dalam air dapat meracuni organisme yang meminumnya. Sifat merugikan lainnya adalah ganggang ini dapat tumbuh di tembok dan batu, sehingga tembok yang ditumbuhi ganggang hijau biru akan mudah lapuk. Bangunan candi dari batu yang terdapat di Indonesia banyak yang terancam menjadi lapuk karena ganggang.

2) Menguntungkan

a) Pengikat nitrogen bebas

Nostoc, *Gloeocapsa* dan *Anabaena* merupakan ganggang hijau biru yang dapat menangkap nitrogen dari udara. Kemampuan menangkap nitrogen ini disebut pula sebagai kemampuan melakukan fiksasi nitrogen. *Anabaena azollae* dapat bersimbiosis dengan tumbuhan *Azola pinnata* yaitu tumbuhan yang banyak dijumpai di sawah dan mengapung di atas air. Ganggang hijau biru itu mampu melakukan fiksasi nitrogen (N_2) dari udara dan mengubahnya menjadi amonia.

Akibatnya, daun *Azola pinnata* banyak mengandung amonia. hal demikian menguntungkan petani. *Azola pinnata* dapat dijadikan pupuk hijau yang mengandung nitrogen.

b) Sebagai bahan makanan

Ada pula ganggang hijau biru yang dapat dijadikan makanan karena mengandung protein yang cukup tinggi. Misalnya *Spirulina*, yakni ganggang hijau biru yang tubuhnya berbentuk spiral. *Spirulina* ini menghasilkan protein sehingga ganggang ini dapat dimakan. Para pakar telah berhasil mengembangbiakkan *Spirulina* untuk dipanen proteinnya. Di masa depan ada kemungkinan ganggang ini dapat dikembangbiakkan dalam jumlah besar untuk menghasilkan protein bagi kebutuhan umat manusia.

E. TUMBUHAN TINGKAT RENDAH

Berikut anda akan mengenal berbagai macam tumbuhan yang tergolong pada tumbuhan tingkat rendah. Apakah bedanya tumbuhan tingkat rendah dengan tumbuhan tingkat tinggi ? Secara khusus untuk tumbuhan tingkat tinggi (*phanerogame*) anda pelajari pada Kegiatan Belajar 2. Umumnya tumbuhan yang dapat kita kenal dibagi menjadi Cryptogamae (tumbuhan rendah) dan Phanerogamae (tumbuhan tinggi). Reproduksi dari kedua tumbuhan tersebut dapat dilakukan secara vegetatif dan generatif. Cryptogamae (asal kata Cryptos: tersembunyi dan gamous: kawin) yaitu perkawinannya tersembunyi dan Phanerogamae (asal kata Phaneros = tampak atau terlihat dan gamous = kawin) yaitu perkawinannya terlihat.

Cryptogamae meliputi tumbuhan thallus (Thallophyta), tumbuhan lumut (Bryophyta) dan tumbuhan paku (Pteridophyta). Thallophyta adalah tumbuhan yang tidak mempunyai akar, batang dan daun sejati. Yang terdiri dari Thallophyta yang tidak berklorofil misalnya jamur (fungi), dan Thallophyta yang berklorofil misalnya ganggang (alga).

Bryophyta adalah tumbuhan yang tidak mempunyai akar, batang dan daun sejati, tetapi ada bentuk yang menyerupai akar yang disebut rizoid, batang dan daun sejati. Pteridophyta adalah tumbuhan yang sudah mempunyai akar, batang dan daun

sejati dan juga mempunyai alat pengangkutan (Xyllem dan Phloem) yang disebut ikatan pembuluh.

Phanerogamae (tumbuhan tinggi) meliputi Angiospermae (tumbuhan berbiji tertutup) dan gymnospermae (tumbuhan berbiji terbuka) yang akan dibahas pada Kegiatan Belajar - 2 (KB - 2) selanjutnya. Sedangkan Cryptogamae meliputi Jamur dan ganggang, Bryophyta dan Pteridophyta akan dibahas sebagai berikut :

1. Jamur (Fungi)

Jamur merupakan organisme bersifat eukariotik, tidak berklorofil. Selnya ada yang uniseluler ada yang multiseluler berbentuk benang. Karena tidak berklorofil, maka cara hidupnya heterotrof. Jamur hidup dengan jalan menguraikan bahan - bahan organik yang ada di lingkungannya dengan cara saprofit, parasit atau simbiosis.

Tubuh jamur berupa benang - benang bercabang disebut hifa (hypha). Kumpulan hifa berupa jaring - jaring disebut miselium. Bagian jamur yang biasa dimakan ialah alat berbiak yang dibentuk oleh miselium yang tersembunyi. Reproduksi jamur dengan spora. Secara aseksual maupun secara seksual.

Jamur uniseluler berkembang biak secara aseksual dengan membentuk spora dan secara seksual dengan membentuk spora askus. Jamur multiseluler berkembang biak secara aseksual dengan jalan memutuskan benang hifa (fragmentasi), membentuk spora aseksual yaitu zoospora, endospora, dan konidia. Secara seksual melalui peleburan antara inti jantan dan betina sehingga terbentuk spora askus atau spora basidium.

Jamur berbiak secara vegetatif dan generatif dengan berbagai macam spora. Macam spora yang terjadi dengan :

a. Seksual (vegetatif)

1. Spora biasa yang terjadi karena protoplasma dalam suatu sel tertentu berkelompok - kelompok kecil, masing - masingnya mempunyai membran serta inti sendiri. Sel tempat terjadinya spora ini disebut sporangium, dan sporanya disebut sporangiospora.
2. Konidiospora, yaitu spora yang terjadi karena ujung suatu hifa berbelah - belah seperti tasbih, di dalam hal ini tidak ada sporangium, tiap spora disebut *konidiospora* atau *konidia* saja, sedang tangkai pembawa konidia disebut konidiofor.

3. Pada beberapa spesies, bagian - bagian miselium dapat membesar serta berdinding tebal; bagian itu merupakan alat pembiak yang disebut *klamidospora* (chlamydospora = spora yang berkulit tebal).
4. Jika bagian - bagian miselium itu tidak menjadi lebih besar dari pada aslinya, maka bagian - bagian itu disebut *artrospora*, *oidiospora* atau *oidia* saja.

Gambar Beraneka bentuk spora : a. konidia dari Monilia, b. konidia dari Aspergillus, c. klamidospora dari Fusarium, d. artrospora dari geotrichum, e. sporangiospora dari Rhizopus.

Kebanyakan spesies jamur dapat membiak secara vegetatif maupun, secara generatif. Pembiakan secara generatif atau seksuil dilakukan dengan isogamet atau dengan heterogamet (anisogamet). Pada beberapa spesies perbedaan morfologi antara jenis sel - kelamin itu belum nampak sehingga semuanya kita sebut isogamet, kadang - kadang kita beri tanda pengenal + dan -, untuk membedakan jenisnya.

Pada beberapa spesies lain tampak adanya perbedaan mengenai besar - kecilnya gamet - gamet, sehingga untuk itu ada penyebutan mikrogamet (sel - kelamin jantan) dan makrogamet (sel - kelamin betina). Di dalam keadaan yang serba optimum, maka jamur membiak dengan cepat sekali. Hanya kekeringanlah merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhannya.

Jamur diklasifikasikan berdasarkan cara reproduksi dan struktur tubuhnya. Menurut Alexopoulos, 1962 (Dwidjoseputro, 1982 : 130) thallophyta yang tidak berklorofil dibagi atas 3 divisio yaitu Schyzomycophyta (Bakteri), Myxomycophyta (jamur lender) dan Eumycophyta (jamur benar). Division Eumycophyta terbagi atas 4 klas yaitu phycomycetes atau Zygomycetes, Ascomycetes, Basidiomycetes dan Deuteromycetes atau fungi imperfecti (jamur tak sempurna).

a. Klas Zygomycetes / Phycomycetes

Ciri yang khas untuk mengenal sebagian besar phycomycetes ialah miseliumnya yang tidak bersekat - sekat. Warna miselium putih, jika tua mungkin agak coklat kekuning - kuning; kebanyakan sporangium berwarna kehitam - hitaman. Beberapa contoh phycomycetes :

1. *Phytophthora*, kebanyakan spesies berupa parasit pada tumbuh - tumbuhan tomat, kentang, tembakau, karet dan lain - lainnya lagi.
2. *Saprolegnia*, saprofit yang banyak kedapatan di dalam air dan tanah yang basah. Ada juga yang menjadi parasit pada ikan dan insekta.
3. *Mucor*, saprofit yang banyak kedapatan pada sisa - sisa makanan yang banyak mengandung karbohidrat. Di antara beberapa spesies, maka *Mucor mucedo* lah yang terkenal. *Mucor* membiak dengan 2 cara, yaitu dengan spora yang semacam saja dan spora - spora yang berlainan jenis. Spora - spora yang sejenis itu dihasilkan oleh sporangium yang tumbuh pada ujung hifa. Mula - mula ujung suatu hifa menggelembung, kemudian protoplast yang ada di dalam gelembung itu membelah - belah diri menjadi spora. Jika spora - spora itu sudah dewasa, maka pecahlah sporangium, sehingga spora - spora tersebut bertebaran kemana - mana.

Pembiakan secara generatif dilakukan dengan bersatunya tonjolan pada hifa yang berlainan "muatan", untuk gampangnya kita beri tanda + dan -. Kedua ujung hifa yang bersatu itu merupakan suatu *zigospora*; *zigospora* dapat terlepas dari miselium serta di lain tempat tumbuh dan menghasilkan sporangium. Sporangium ini membentuk dua macam spora, yaitu spora + dan spora -, sehingga kemudian masing - masing menghasilkan miselium + dan miselium - pula. Kadang - kadang terbentuk pula spora - spora ±.

4. *Rhizopus*; beberapa spesies hidup sebagai saprofit dan bentuk beberapa spesies lain hidup sebagai parasit pada tumbuh - tumbuhan. *Rhizopus nigricans* kedapatan di mana - mana, semula miseliumnya tampak seperti sekelompok kapas, lama kelamaan koloni menjadi berwarna kehitam - hitaman karena banyaknya sporangium dan spora. *Rhizopus* itu banyak menyerupai *Mucor*, hanya miselium *Rhizopus* terbagi - bagi atas stolon, yang menghasilkan alat - alat serupa akar (rhizoida) dan sporangiofor. Perhatikan gambar.

Gambar *Rhizopus*

Di Indonesia, *Rhizopus oryzae* merupakan ragi untuk membuat tempe. Spesies ini dapat mengubah amilum menjadi dekstrosa, dapat memecah protein dan lemak yang ada di dalam sel - sel kedelai dan kacang. Dengan demikian maka tempe itu seakan - akan lebih tersedia untuk dicernakan oleh perut kita.

b. Klas Askomycetes

Askomycetes adalah jamur yang tumbuhnya terdiri atas benang - benang hifa yang bersekat - sekat. Diantara askomycetes ada juga yang bersel satu. Ciri khas yang ada pada jamur ini ialah cara pembentukan sporanya dalam pembiakan generatif. Spora itu dibentuk di dalam suatu sel yang menggembung serupa bola atau serupa kantung panjang. Alat ini disebut askus, dan spora yang dibentuk di dalam askus ini disebut askospora. Ada askomycetes yang askus - askusnya terkumpul dalam suatu tubuh buah (askokarp), ada juga askomycetes yang askusnya sendiri - sendiri. Selain itu Askomycetes mempunyai alat pembiak yang dihasilkan secara vegetatif. Alat pembiak itu disebut konidiospora atau konidia saja.

Di sini kita bicarakan terutama askomycetes yang berukuran kecil dulu. Sebagai contoh kita kemukakan *Saccharomyces*. Jamur ini bersel satu, bentuk bulat seperti telur, sekitar 5 - 10 u. Berbiak vegetatif dengan tunas dan generatif dengan askospora yang berjumlah dua atau empat.

Di dalam perkataan sehari - hari, jamur ini terkenal sebagai ragi. Jamur ini diperlukan dalam pembuatan minuman, tape, dan bermacam - macam roti dan kue. Jika jamur ini ditumbuhkan pada karbohidrat terutama gula, maka dalam keadaan anaerob (tanpa oksigen) jamur ini mampu untuk mengubah karbohidrat menjadi alkohol.

Selain itu. *Saccharomyces* dapat pula menghasilkan Vitamin B - kompleks yang berguna bagi manusia. Perhatikan gambar.

Gambar **A. *Saccharomyces* 1. tunas, 2. askospora, 3. konyugasi.**
B. *Penicillium* dengan konidia (κ).
C. *Aspergillus* dengan konidia (κ).

Penicillium. Penisilin adalah obat - obatan antibiotika yang dihasilkan oleh *Penicillium* dan yang populer sekali setelah Perang Dunia II. Sebenarnya khasiat penisilin sudah diketahui sejak 1929 oleh **Alexander Fleming**, tetapi baru di dalam Perang Dunia II obat inbi digunakan secara besar - besaran.

Jamur *Penicillium* tumbuh dimana - mana. Jamur yang tumbuh sebagai noda hijau atau biru pada buah - buahan yang telah ranum, roti atau penganan yang bergula itulah *Penicillium*. Meskipun jamur ini mampu juga untuk membentuk tubuh buah bersisi askus, akan tetapi jarang sekali kita melihatnya.

Di negara - negara yang menghasilkan keju, *Penicillium roqueforti* dan *P. camemberti* merupakan adonan yang meningkatkan kualitas keju. *Penicillium notatum* dan *P. chrysogenum* dipiara secara besar - besaran untuk dimanfaatkan penisilin yang dihasilkannya.

Aspergillus biasanya berwarna hitam, abu - abu sampai coklat, sedang susunan konidia berbeda dengan susunan konidia pada *Penicillium*. Hal ini jelas sekali apabila pengamatan dilakukan dengan mikroskop. Kadang - kadang dengan kaca pembesar cukup juga untuk melihat perbedaan tersebut. Di antara *Aspergillus* ini ada yang merugikan, dan ada pula yang berguna bagi manusia.

Seperti halnya dengan *Penicillium*, maka *Aspergillus* dapat tumbuh di mana - mana merusak makanan, pakaian dan alat - alat rumah tangga. Lagi pula *Aspergillus* dapat menimbulkan penyakit pada manusia dan hewan, terutama burung. Tempat - tempat yang basah lagi kurang sinar matahari merupakan tempat tumbuh yang baik bagi *Aspergillus*. Pekerja - pekerja yang sehari - hari berada di tempat yang demikian itu mudah kena aspergillosis dalam paru - paru.

Aspergillus flavus menghasilkan racun yang dikenal sebagai aflatoksin. Racun ini dapat menyebabkan kematian manusia atau ternak. Sebaliknya ada juga *Aspergillus* yang diperlukan manusia untuk meramu makanannya. Di dalam pembuatan **tape** di Indonesia dan **sake** di Jepang diperlukan *Aspergillus oryzae*. *Aspergillus wentii* tumbuh pada biji - biji kedelai yang telah disiapkan untuk dijadikan **kecap**. *Fusarium*. Jamur ini dikenal konidianya yang berbentuk sabit. *Fusarium* menghasilkan dua macam konidia, yaitu konidia yang besar - besar serupa sabit (makrokonidia) dan konidia yang kecil - kecil yang biasanya tumpul (mikrokonidia). Selain itu *Fusarium* juga dapat membentuk klamidospora, yaitu spora yang ber dinding tebal, bentuknya tidak beraturan. *Fusarium* menyebabkan berbagai penyakit pada batang, daun atau buah tebu, padi, tomat, kentang, dan sebagainya.

Perhatikan Gambar

Gambar Fusarium dengan Makrokonidia (A) dan Mikrokonidia (B), Klamidospora (C)

Apakah ada Askomycetes yang tidak mikroskopis? Askomycetes yang mempunyai tubuh buah besar, dan lagi pula banyak terdapat sebagai saprofit pada kayu - kayuan yang telah mati ialah *Rosellinia arcuata*. Di dalam tubuh buah yang sebesar $\pm 0,5$ cm itu terdapat askus - askus yang mengandung askospora.

Perhatikan Gambar

Rosellinia arcuata, tubuh buah (askokarp), tampak dari atas (A) dan dari samping (B)
c. **Klas Basidiomycetes**

Basidiomycetes mempunyai susunan tubuh yang pada umumnya lebih mudah diamati. Spora jamur ini tumbuh menjadi miselium yang hifanya bersekat - sekat. Pada waktunya, miselium menyusun tubuh buah, dan tubuh buah ini kita sebut basidiokarp. Basidiokarp beraneka ragam bentuknya, ada yang serupa payung, ada yang serupa papan, ada yang serupa lembaran berliku - liku, dan lain - lainnya lagi. Di dalam tubuh buah itulah terdapat anyaman hifa yang ujung - ujungnya menggelembung. Gelembung ini kita sebut basidium. Basidium menghasilkan empat spora yang bertangkai. Spora - spora ini berbeda jenis, dua di antaranya berjenis +. Sedang dua lainnya -. Perkawinan antara hifa + dengan hifa - menghasilkan miselium yang sel - selnya berinti dua. Inti + dan inti - tidak segera bersatu, meskipun protoplas dari hifa + bersatu dengan protoplas hifa - Kejadian ini kita sebut **plasmogami** (dua plasma bersatu) dan plasmogami ini tidak segera diikuti dengan **kariogami** (dua inti bersatu). Miselium yang **dikariotik** (berinti dua) membentuk tubuh buah dan basidium. Di dalam basidium terjadi kariogami yang menyebabkan inti basidium menjadi diploid. Inti ini mengalami **meiosis**, dan dengan demikian terjadilah empat inti baru yang masing - masing **haploid**. Inti - inti dilengkapi dengan protoplasma serta ditonjolkan keluar sehingga terbentuklah empat **basidiospora**. Perhatikan gambar. Tidak semua basidiomycetes membentuk tubuh buah, lagi pula tidak semua basidiomycetes menghasilkan basidium seperti diuraikan di atas. Sebagai contoh basidiomycetes yang tidak mempunyai tubuh buah dan tidak mempunyai basidium yang serupa gelembung ialah *Puccinia* dan *ustilago*; keduanya adalah parasit - parasit tanaman yang sangat merugikan manusia. Jamur - jamur ini menghasilkan basidium yang bersekat - sekat.

Gambar

- A. *Basidium ber sekat - sekat*
- B. *Sel dari miselium yang dikariotik*
- C. *Basidium yang tidak bersekat - sekat.*

Puccinia atau jamur - api merupakan parasit pada rumput - rumputan atau tanaman bertingkat tinggi lainnya. Spora jamur ini berwarna merah. *Puccinia graminis* mempunyai siklus hidup yang berbelit - belit.

Jamur ini mempunyai dua macam tuan rumah, pada rumput - rumputan dan pada tumbuhan Dikotil. Di dalam siklus hidupnya terdapat lima fase yang jelas berbeda - beda. *Ustilago* atau jamur - karat banyak mendatangkan kerugian pada tanaman jagung dan tebu.

Karena *Puccinia* dan *Ustilago* sangat kecil, maka ke dua genus ini tergolong mikroorganisma. Contoh jamur besar yang basidiumnya bersekat - sekat ialah jamur - kuping (*Auricularia politricha*) yang hidup sebagai saprofit pada kayu - kayuan yang telah mati. Tubuh jamur ini enak dimakan. Tentang basidiomycetes yang basidiumnya tidak bersekat - sekat dapat ditemukan contoh - contoh yang mudah dijumpai yaitu jamur - papan yang hidup sebagai saprofit pada kayu - kayuan yang sudah mati. Tubuh buah jamur ini serupa papan yang berlapis - lapis dan berlubang - lubang pada permukaan bawahnya.

Di dalam lubang - lubang itu terdapat basidium yang menghasilkan basidiospora. Papan dapat tumbuh melebar dan bagian yang baru itu merupakan penghasil basidiopora. Contoh lain ialah **jamur - padi** atau **jamur merang** (*Volvariella volvacea*).

Jamur ini banyak diusahakan orang karena enak dimakan. Tumpukan jerami atau merang merupakan substrat yang baik. Tubuh buah berbentuk payung terdiri atas batang dan tudung.

Pada pangkal batang terdapat selaput yang semula menutup seluruh tubuh buah yang masih kecil. Pada permukaan bawah tudung terdapat lembaran - lembaran (bilah) yang tersusun seperti jari - jari payung. Bilah - bilah itu menghasilkan basidium. Basidiospora yang dihasilkan jamur ini berwarna agak perang.

Tubuh buah yang tua berwarna perang pula. Jamur ini biasanya dipetik sebelum terjadi sporulasi yaitu sebelum menghasilkan spora dan dapat langsung dimasak untuk dimakan atau untuk dikalengkan. Gambar memperlihatkan perkembangan tubuh buah *Volvariella*.

Gambar

Beberapa fase dalam perkembangan Tubuh buah *Volvariella*.

A. Tubuh buah yang permulaan, B. Lebih tua, C. Dewasa, D. Lembaran (bilah) yang diiris melintang, E. Anyaman basidium dengan basidiospora dibesarkan. 1. selaput, 2. batang, 3. tudung.

Bagian tubuh buah inilah yang enak dimakan. Tubuh buah atau basidiokarp merupakan tempat tumbuhnya basidio. Pada jamur berbentuk patung, basidium tumbuh pada bagian yang menghadap ke bawah, yang terdiri atas lembaran - lembaran.

Setiap basidium menghasilkan 4 spora basidium. Coba bandingkan, apa perbedaan askus dan basidium?

- 1) *Volvariella volvacea* (jamur merang) dan *Agaricus* sp., banyak dibudidayakan orang untuk masakan. Jamur ini ditanam pada media yang banyak mengandung selulosa, serta memerlukan kelembapan yang tinggi.
- 2) *Auricularia polytricha* (jamur kuping), hidup saprofit pada kayu yang lapuk. Warnanya coklat kehitaman, sering digunakan untuk sup. Saat ini juga telah banyak dibudidayakan.
- 3) *Pleurotes* (jamur tiram). Tubuh buahnya dapat di makan. Di alam, jamur ini tumbuh di kayu lapuk. Untuk menanamnya diperlukan media dari serbuk gergaji.
- 4) *Amanita phalloides* (jamur beracun). Hidup di tanah, berwarna putih atau merah.
- 5) *Exobasidium vexans*, hidup parasit pada tanaman teh.
- 6) *Corticium salmonella* (jamur upas), hidup parasit pada batang pohon buah - buahan, dan karet.

d. Klas Deuteromycetes

Tentang jamur yang kita masukkan dalam klas buatan **Deuteromycetes** banyak tergolong dalam mikroorganisma. Jamur - jamur yang belum atau tidak dikenal pembiakannya secara generatif kita masukkan dalam klas ini. Mereka kita sebut **jamur tak sempurna** (Fungi imperfect). Contoh yang klasik di Indonesia ialah *Monilia sitophila*, yaitu **jamur oncom**. Jamur ini di Jawa Barat telah umum digunakan untuk pembuatan oncom dari bahan bungkil kacang. *Monilia* ini banyak tumbuh juga pada roti, sisa - sisa makanan, tongkol jagung dan pada tonggak - tonggak kayu atau rumput sehabis kebakaran. Konidianya sangat banyak, berwarna jingga. Jamur ini telah ditemukan fase pembiakannya secara generatif oleh Dodge (1927) di Amerika Serikat. Dwidjoseputro (1961) menemukan fase generatif dari jamur oncom yang berasal dari Bandung. Jamur tersebut dapat dimasukkan dalam klas Askomycetes, dan namanya diganti dengan *Neurospora sitophila*. Jadi, jika kita berhasil menemukan *Monilia sitophila* jenis + dan *Monilia sitophila* jenis -. Maka kalau kedua jenis kita tumbuhkan dalam satu empat, terjadilah pembiakan generatif sehingga terbentuklah askus yang berisi askospora. Askus - askus tumbuh di dalam tubuh buah yang kita sebut **peritesium**. Perhatikan gambar. Banyak Deuteromycetes merupakan patogen pada tanaman budidaya, pada ternak dan pada tubuh manusia sendiri. Berbagai macam penyakit (dermatomikosis) yang menimpa manusia seperti dari yang dianggap ringan - ringan seperti buras, panau sampai yang berat - berat yang sulit diobati, disebabkan oleh Deuteromycetes. Deuteromycetes yang menyebabkan penyakit di dalam tubuh manusia juga ada. Fungisida adalah nama umum obat - obatan untuk membasmi bangsa jamur. Lonakol, Copper - Sandoz, Dithane M - 45 dan masih banyak lagi merupakan fungisida yang sering dipakai di perkebunan - perkebunan. Masih banyak hal tentang Deuteromycetes pada khususnya yang memerlukan penelitian lebih lanjut.

Gambar *Neurospora sitophila*.

A. Miselium, B. Konidia, C₁. *Peritesium* (utuh), C₂. *Peritesium* (terbelah), D. Askus, E. Askospora.

2. Ganggang (alga)

Ganggang merupakan organisme bersel satu, atau bersel banyak, bersifat eukariotik, berklorofil, tidak memiliki akar, batang dan daun sejati yang disebut Thallus. Ada sebagian ganggang yang memiliki bentuk seperti akar batang dan daun terutama ganggang makroskopis yang hidup di laut. Ganggang yang tergolong plantae yaitu *Chlorophyceae* (ganggang hijau), *Phaeophyceae* (ganggang perang) dan *Rhodophyceae* (ganggang merah).

a) *Chlorophyceae* (ganggang hijau)

Sebagian besar ganggang hijau ini hidup di air tawar. *Chlorophyceae* merupakan bagian dari plankton air tawar dan laut. Di dalam selnya terdapat kloroplas yang berbentuk spiral, mangkuk, lembaran, bola dan binatang. Kloroplasnya mengandung klorofil. Jenis klorofil yang terkandung adalah klorofil a, b, karoten xantofil. Reproduksi ganggang hijau secara vegetatif atau generatif.

Contoh *Chlorophyceae* bersel tunggal.

- 1) *Chlorella*, organisme ini banyak ditemukan sebagai plankton air tawar, ukuran tubuh mikroskopis. *Chlorella* digunakan dalam penyelidikan metabolisme di laboratorium dan banyak dimanfaatkan sebagai bahan obat - obatan, bahan kosmetik, dan bahan makanan.
- 2) *Chlorococcum*, banyak ditemukan di air tawar, bersel satu, mikroskopis.
- 3) *Chlamydomonas*, bentuk selnya bulat telur memiliki flagella, di dalam sel terdapat vacuola, nukleus dan kloroplas, pada kloroplas yang bentuknya seperti mangkok terdapat stigma (bintik mata) dan pirenoid (tempat pembentukan zat tepung).

Contoh *Chlorophyceae* berbentuk koloni

- 1) *Hydrodictyon*, banyak ditemukan di air tawar dan koloninya berbentuk jala, makroskopis.
- 2) *Volvox*, dapat ditemukan di air tawar, koloninya berbentuk bola, ukurannya mikroskopis.

Contoh *Chlorophyceae* berbentuk benang.

- 1) *Spirogyra*, mudah di dapat diperairan sekitar kita. Tubuhnya tersusun atas sel - sel yang membentuk untaian memanjang seperti benang, tiap sel terdapat kloroplas berbentuk pita spiral dan sebuah inti.
- 2) *Oedogonium*, banyak ditemukan di air tawar yang melekat di dasar perairan, makroskopis.

Gambar Chlorophyceae

b) Phaephyceae (ganggang perang / coklat)

Sebagian besar hidup di air laut. Ganggang ini berwarna kecoklatan karena memiliki pigmen fukosantin di samping klorofil. Pigmen ini menutup warna hijau dari klorofil dan kuning dari karoten. Semua ganggang ini berbentuk benang atau lembaran.

Contoh - contoh yang terkenal di Indonesia ialah *Turbinaria* dan *Sargassum*. beberapa spesies *Phaephyceae* menghasilkan asam alginat untuk tekstil dan perusahaan makanan.

Gambar Phaephyceae

c) Rhodophyceae (ganggang merah)

Ganggang merah banyak ditemukan di laut, dapat tumbuh beberapa puluh meter di bawah permukaan air. Beberapa spesies terdapat di air tawar. Pada umumnya ganggang ini bersel banyak berupa benang atau lembaran : selain klorofil ada pigmen fikoeritrin berwarna merah dan fikosianin berwarna biru. Banyak ganggang merah yang mempunyai nilai ekonomi yang penting sebagai bahan makanan seperti agar - agar.

Contoh - contoh ganggang merah yang mempunyai peranan penting dalam kehidupan ekonomi manusia misalnya : *Eucheuma spinosum*, *gelidium* dan *gracilaria*. *Eucheuma spinosum* penghasil agar - agar di Indonesia, sedangkan *gelidium* dan *gracilaria* penghasil agar - agar di negeri dingin.

Gambar Rhodophyceae

d) Simbiosis alga dengan jamur (Lichenes)

Simbiosis mutualisme antara ganggang dengan jamur dapat membentuk organisme yang disebut lumut kerak. *Lichenes* merupakan simbiosis antara jamur dari golongan Ascomycetes atau Basidiomycetes dengan ganggang hijau (*Chlorophyceae*) atau ganggang hijau - biru (*Cyanobacteria*).

Lichenes terdapat di tempat - tempat yang kering seperti pada batu - batuan, pada kulit batang pohon, pada daun - daun tertentu, *Lichenes* merupakan vegetasi perintis.

Contoh - contoh *Lichenes*

- 1) *Parmelia*. Bentuk seperti kerak berwarna hijau abu - abu, menempel pada kulit batang pohon - pohon.
- 2) *Graphis*. Bentuk seperti coret - coret kecil yang panjangnya beberapa mm saja. Banyak tumbuh pada pohon - pohon.

- 3) *Usnea* atau lumut janggut, banyak terdapat pada pohon - pohon di pegunungan. *Lichenes* ini banyak dipergunakan untuk jamur. Contoh - contoh *Lichenes* dapat dilihat pada gambar.

Gambar Bentuk Lichenes

3. Lumut (*Bryophyta*)

Bryophyta merupakan tumbuhan yang relatif kecil, tubuhnya hanya beberapa milimeter saja, bahkan ada yang tingginya hanya beberapa milimeter saja. Hampir semua jenis tumbuhan lumut sudah merupakan tumbuhan darat (*terrestrial*), walaupun kebanyakan dari tumbuhan ini masih menyukai tempat - tempat yang basah.

Pada tumbuhan lumut kita mengenal adanya pergiliran keturunan (metagenesis), yaitu antara keturunan yang bersifat haploid biasa disebut keturunan *gametofit* (tumbuhan yang menghasilkan gamet), sedangkan yang diploid disebut *sporofit* (tumbuhan yang menghasilkan spora).

a) Ciri - ciri tubuh

Ciri - ciri tubuh lumut sebagai berikut :

- Sel - sel penyusun tubuhnya telah memiliki dinding sel yang terdiri dari selulosa.
- Daun lumut umumnya setebal satu lapis sel, kecuali ibu tulang daun, lebih dari satu lapis sel. Sel - sel daun kecil, sempit, panjang, dan mengandung kloroplas yang tersusun seperti jala. Di antaranya terdapat sel - sel mati yang besar - besar dengan penebalan dinding dalamnya berbentuk spiral. Sel - sel yang mati ini berguna sebagai tempat persediaan air dan cadangan makanan.

- Pada tumbuhan lumut hanya terdapat pertumbuhan memanjang dan tidak ada pertumbuhan membesar. Pada ujung batang terdapat titik tumbuh dengan sebuah sel pemula di puncaknya. Sel pemula itu biasanya berbentuk bidang empat (tetrad = kerucut terbalik) dan membentuk sel - sel baru ke tiga arah menurut sisinya. Ukuran lumut yang terbatas mungkin disebabkan tidak adanya sel berdinding sekunder yang berfungsi sebagai jaringan penyokong seperti pada tumbuhan berpembuluh.
- Rizoid tampak seperti rambut atau benang - benang. Berfungsi sebagai akar untuk melekat pada tempat tumbuhnya dan menyerap air serta garam - garam mineral (makanan). Rizoid terdiri dari satu deret sel yang memanjang kadang - kadang dengan sekat yang tidak sempurna.
- Struktur sporofit (sporangium) tubuh lumut terdiri atas:
 1. *vaginula*, yaitu kaki yang diselubungi sisa dinding arkegonium.
 2. *seta* atau tangkai.
 3. *apofisis*, yaitu ujung seta yang agak melebar yang merupakan peralihan antara seta dengan kotak spora.
 4. *kaliptra* atau tudung berasal dari dinding arkegonium sebelah atas menjadi tudung kotak spora.
 5. *kolumela*, jaringan yang tidak ikut mengambil bagian dalam pembentukan spora. Lihat gambar.

Sporofit tumbuh pada gametofit yang hijau menyerupai daun. Sporofit memiliki kloroplas sehingga dapat berfotosintesis, tetapi juga mendapatkan makanan dari gametofit tempatnya melekat. Meiosis terjadi dalam kapsul matang pada sporofit, menghasilkan spora haploid. Spora lumut terbungkus dinding khusus yang tahan terhadap perusakan alam. Spora dapat bertahan lama dalam keadaan lingkungan yang tidak menguntungkan. Gametofit berbentuk seperti daun dan di bagian bawahnya terdapat rizoid sebagai ganti akar. Jika sporofit sedang tidak memproduksi spora, gametofit akan membentuk anteridium dan arkegonium untuk melakukan reproduksi seksual.

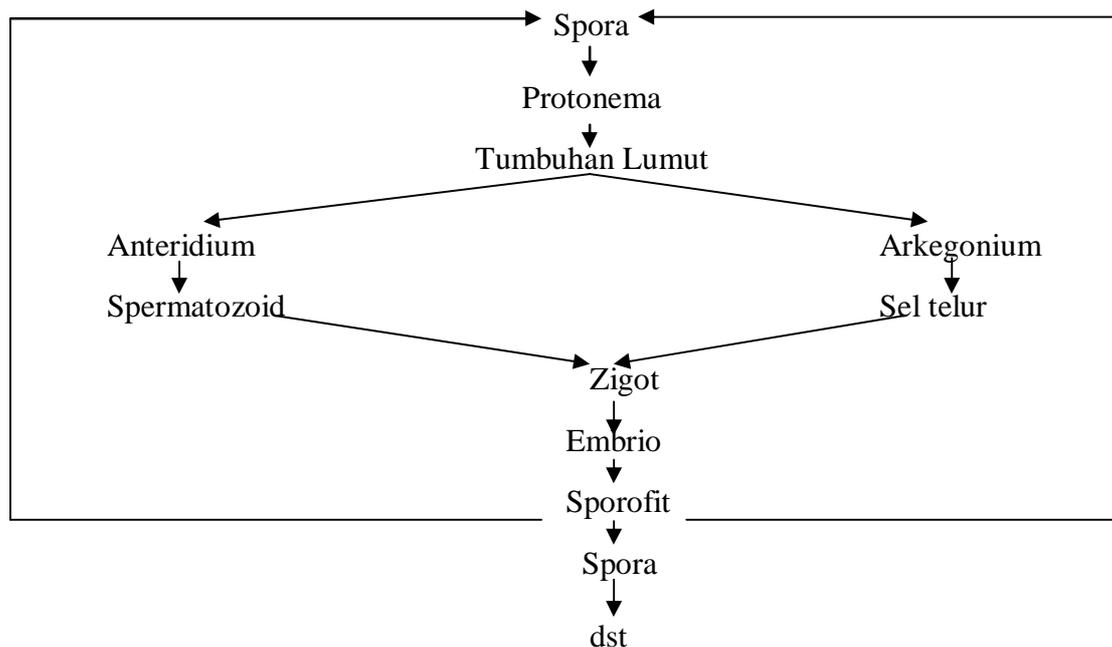
b) Reproduksi

Reproduksi lumut bergantian antara seksual dan aseksualnya. Reproduksi aseksualnya dengan spora haploid yang dibentuk dalam sporofit, sedangkan reproduksi seksualnya dengan membentuk gamet - gamet. Baik gamet jantan maupun gamet betina yang dibentuk dalam gametofit. Ada 2 macam gametangium, yaitu sebagai berikut.

1. Arkegonium adalah gametangium betina yang bentuknya seperti botol dengan bagian lebar yang disebut perut; bagian yang sempit disebut leher. Keduanya mempunyai dinding yang tersusun atas selapis sel. Di atas perut terdapat saluran leher dan satu sel induk yang besar; sel ini membelah menghasilkan sel telur.
2. Anteridium adalah gametangium jantan yang berbentuk bulat seperti gada. Dinding anteridium terdiri dari selapis sel - sel yang mandul dan di dalamnya terdapat sejumlah besar sel induk spermatozoid - spermatozoid yang bentuknya seperti spiral pendek; sebagian besar terdiri dari inti dan bagian depannya terdapat dua bulu cambuk.

Reproduksi aseksual dan seksual berlangsung secara bergantian melalui suatu pergiliran keturunan yang disebut *metagenesis*. Metagenesis berlangsung seperti pada skema. Jika anteridium dan arkegonium terdapat dalam satu individu, tumbuhan lumut disebut berumah satu (*monoesis*) dan jika dalam satu individu hanya terdapat anteridium atau arkegonium saja disebut berumah dua (*diesis*).

Daur hidup tumbuhan lumut dapat digambarkan sebagai mana tertera di bawah ini.



c) **Klasifikasi**

Ada beberapa ahli yang menggolongkan lumut menjadi 2 kelas yaitu lumut hati (*hepaticae*) dan lumut daun (*musci*), tetapi hasil penelitian baru dibagi menjadi 3 (tiga) kelas yaitu *Briofita* atau *Bryospida* (lumut sejati), *Hepaticae* atau *Hepatcopsida* (lumut hati) dan *Hecerofita* atau *Anthocerotopsida* (lumut tanduk). Berikut ini akan kita bahas secara singkat ketiga kelas ini.

(1) *Briofita (lumut sejati / lumut daun)*

Briofita merupakan lumut yang paling banyak dikenal. Hamparan lumut sering terdapat di tempat - tempat yang lembap. Siklus hidup briofita mengalami pergantian antara generasi haploid dan diploid. Sporofit pada umumnya kecil, berumur pendek dan tergantung pada gametofit. Contoh lumut sejati (*Briofita*) :

- a. *Pegonatum cirrhatum*, batangnya kebanyakan bercabang, daunnya besar di bagian atas. Tudung spora terdapat pada pucuk tumbuhan, tertutup oleh calyptra berbulu tembik.
- b. *Aerobryopsis longgissima*, terdapat berangkai pada kulit atau daun tumbuhan. Tudung spora terletak pada cabang - cabangnya, bertangkai pendek dan calyptra berbulu. Banyak terdapat di hutan - hutan dan pegunungan, panjangnya mencapai 50 meter.
- c. *Mniodendrom divarikatum*, lumut besar, tumbuh di atas tanah atau pada batang pohon di atas tanah.
- d. *Sphagnum* (lumut gambut) hidup di pohon - pohon.

(2) *Hepatofita (lumut hati)*

Disebut lumut hati, karena bentuknya menyerupai hati. Tempat tumbuhnya pada tanah - tanah yang cukup basah. Lumut hati ada 2 macam yaitu lumut hati jantan dan betina, masing - masing menghasilkan anteridium dan arkegonium. Dari anteridium ke luar sel kelamin jantan sedangkan dalam arkegonium terdapat sel telur. Pembuahan berlangsung dengan bantuan air. Oleh karena itu tempat basah dan sedikit berair merupakan suatu tempat yang baik untuk tumbuhnya. Air hujan atau percikan air membantu penyerbukan. Seperti halnya lumut daun, pada lumut hatipun terdapat pergiliran tutunan.

Di dalam sporangia terdapat sel yang berbentuk gulungan disebut *elatera*. Elatera akan terlepas saat kapsul terbuka, sehingga membantu memencarkan spora. Lumut hati juga dapat melakukan reproduksi aseksual dengan seberkas sel yang disebut mangkok di permukaan gametofit. Contoh hepatofita adalah *Marchantia polymorpha* dan *Porella*.

(3) Anthocerotofita (lumut tanduk)

Anthocerotofita sering disebut lumut tanduk. Gametofitnya mirip dengan lumut hati, perbedaannya terletak pada sporofitnya. Sporofit lumut tanduk mempunyai kapsul memanjang yang tumbuh seperti tanduk dari gametofit. Contoh lumut tanduk adalah *Anthoceros laevis* (lumut tanduk).

d) Manfaat Tumbuhan Lumut bagi Manusia

Tumbuhan lumut tidak berperan penting dalam kehidupan manusia, tetapi ada spesies tertentu yang dimanfaatkan oleh penduduk untuk mengobati sakit hati (hepatitis), yaitu *Marchantia polymorpha*. Selain itu jenis - jenis lumut gambut dari genus *Sphagnum* dapat digunakan sebagai pembalut atau pengganti kapas.

3. Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*)

Tumbuhan yang termasuk ke dalam golongan paku - pakuan telah memiliki jaringan ikatan pembuluh. Oleh karena itu tumbuhan paku telah mempunyai akar, batang dan daun sejati. Dengan demikian tumbuhan paku bersama - sama dengan tumbuhan berbiji dimasukkan ke dalam *Cormophyta* (tumbuhan yang mempunyai kormus). Paku sebagai kormophyta berspora, seperti halnya tumbuhan lumut, pada paku pun terdapat pergiliran antara keturunan gametofit (*haploid*) dan keturunan sporofit (*diploid*).

Spora yang jatuh pada tempat yang cocok akan tumbuh menjadi protalium yang mempunyai klorofil. Pada protalium ini akan dibentuk alat kelamin jantan (*anteridium*) dan alat kelamin betina (*arkegonium*). Cobalah Anda jelaskan mengapa protalium ini bersifat haploid?

a) Ciri – ciri Tumbuhan Paku

Tumbuhan paku mudah dikenal karena mempunyai bagian - bagian sebagai berikut.

(1) Akar

Akar bersifat seperti akar serabut ujungnya dilindungi kaliptra yang terdiri atas sel - sel. Pada titik tumbuh akar terdapat sebuah sel puncak berbentuk bidang empat yang membelah keempat arah menurut bidang sisinya. Sel - sel yang dibentuk ke arah luar akan menjadi kaliptra, sedangkan ketiga arah lainnya akan menjadi sel - sel akar. Sel - sel akar akan membentuk epidermis (kulit luar), korteks (kulit dalam), dan silinder pusat. Pada silinder pusat terdapat pembuluh angkut (floem dan xilem) yang bertipe konsentris, yaitu xilem berada di tengah dikelilingi oleh floem.

(2) Batang

Batang pada sebagian besar jenis tumbuhan paku tidak tampak karena terdapat di dalam tanah berupa rimpang, mungkin menjalar atau sedikit tegak. Jika muncul di atas permukaan tanah, batangnya sangat pendek sekitar 0,5 m. Akan tetapi, ada batang beberapa jenis tumbuhan paku seperti paku pohon atau paku tiang yang dapat mencapai 5 m dan kadang - kadang bercabang, misalnya : *Alsophila* dan *Cyathea*.

(3) Daun

Daun selalu melingkar dan menggulung pada usia muda. Berdasarkan bentuk, ukuran, dan susunannya, daun paku dibedakan menjadi dua yaitu mikrofil dan makrofil. Mikrofil daun ini berbentuk kecil - kecil seperti rambut atau sisik. Makrofil merupakan daun yang bentuknya besar, bertangkai, dan bertulang daun serta bercabang - cabang.

Pada tumbuhan paku, yang merupakan tumbuhan utamanya (tumbuhan yang biasa kita lihat sehari - hari dan berumur panjang) adalah sporofitnya, sedangkan gametofitnya adalah protalium yang umurnya relatif pendek. Hal tersebut merupakan kebalikan dari tumbuhan lumut.

Spora - spora paku yang dihasilkan dalam suatu badan atau kotak spora yang disebut *Sporangium*. Sporangium - sporangium umumnya dibentuk pada permukaan daun sebelah bawah.

Dan yang berfungsi untuk fotosintesis maupun penghasil spora disebut *sporofil*, sedangkan yang tidak dapat menghasilkan spora disebut *tropofil* yaitu daun yang khusus untuk fotosintesis. Sporangium ini terdapat dalam suatu badan yang disebut *Sorus*. Pada waktu masih muda *sorus - sorus* (sori) ini biasanya dilindungi oleh suatu selaput yang disebut *indisium*.

Berdasarkan spora yang dihasilkannya tumbuhan paku dapat dibedakan menjadi:

- a) Paku *homospore = isospore*, yaitu tumbuhan paku yang menghasilkan satu jenis spora. Misalnya *Lycopodium*.
- b) Paku heterospore, yaitu tumbuhan paku yang menghasilkan 2 jenis spora kecil (*mikrospora*) atau spora jantan dan spora besar (*makrospora*) atau spora betina. Contohnya *Selaginella* (paku rane), *Marsilea* (semanggi) yang termasuk ke dalam paku air.
- c) Paku peralihan, yaitu paku yang menghasilkan spora sama tetapi jenis kelaminnya ada yang jantan dan ada yang betina. Contoh paku peralihan adalah *Equisetum debile* (paku ekor kuda).

b) Reproduksi

Reproduksi tumbuhan paku dapat secara aseksual (vegetatif), yakni dengan stolon yang menghasilkan gemma (tunas). Gemma adalah anakan pada tulang daun atau kaki daun yang mengandung spora. Reproduksi secara seksual (generatif) melalui pembentukan sel kelamin jantan dan betina oleh alat - alat kelamin (gametangium). Gametangium jantan (anteridium) menghasilkan sel telur (ovum). Seperti halnya tumbuhan lumut, tumbuhan paku mengalami metagenesis (pergiliran keturunan). Metagenesis ini dibedakan antara paku homospora dengan heterospora

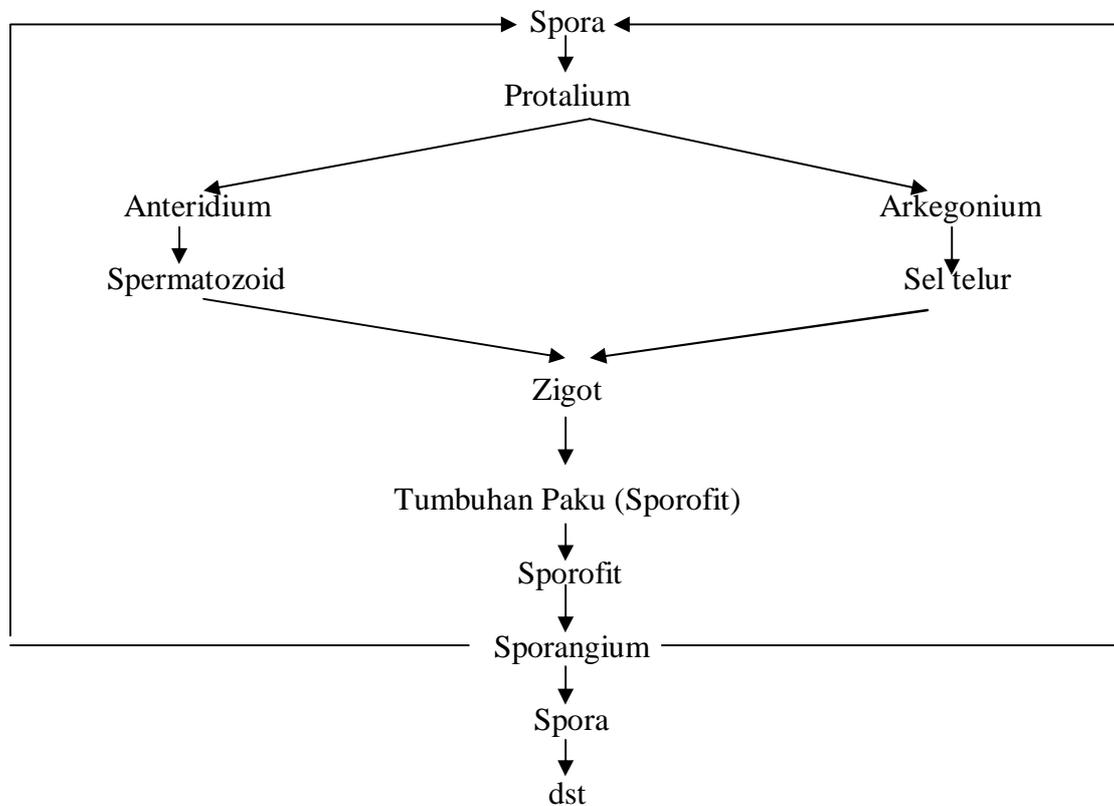
c) Peranan Tumbuhan Dalam Kehidupan

Beberapa jenis tumbuhan paku bermanfaat bagi kehidupan manusia. Di bawah ini contoh pemanfaatan tumbuhan paku oleh manusia.

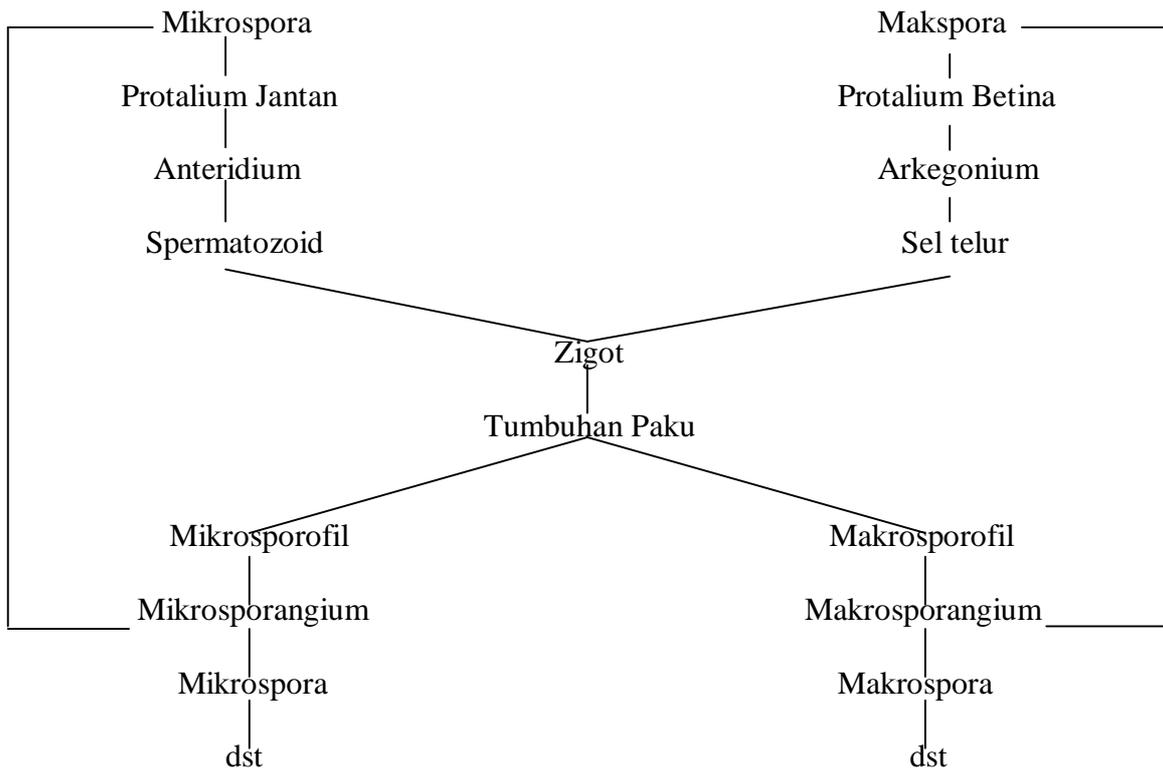
- (1) Dipelihara sebagai tanaman hias, misalnya: *Plalycerium bifurcalum* (paku tanduk rusa), *Asplenium* sp. (paku sarang burung), *Adiantum* sp. (suplir), dan *Selaginella* sp. (paku rane).

- (2) Penghasil bahan obat - obatan, misalnya: *Aspidium* sp., *Dryopteris filis mas*, dan *Lycopodium clavatum*.
- (3) Sebagai sayuran, misalnya: *Marsilea crenata* (semanggi) dan *Pteridium aquilium*.
- (4) Sebagai bahan pupuk hijau, misalnya: *Azolla pinnata*; paku ini bersimbiosis dengan ganggang hijau - biru *Anabaena azollae* dalam memfiksasi nitrogen bebas.
- (5) Sebagai salah satu bahan dalam membuat karangan bunga, misalnya *Lycopodium cernuum*.

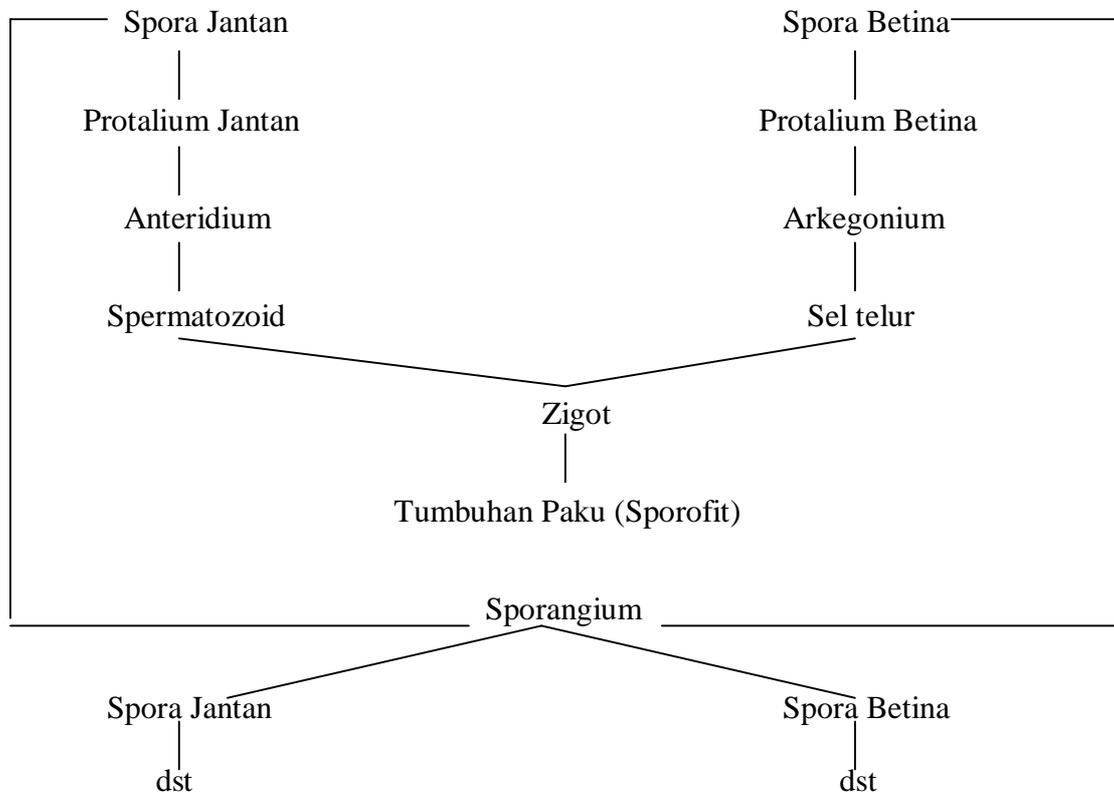
Skema pergiliran turunan paku yang homospor dapat di gambarkan sebagai berikut.



Skema pergiliran turunan paku yang homospor dapat di gambarkan sebagai berikut.



Skema pergiliran turunan paku peralihan dapat digambarkan sebagai tampak pada gambar di bawah.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, silakan kerjakan latihan - latihan berikut ini!

1. Mengapa makhluk hidup dikelompokkan?
2. Bagaimana cara mengelompokkan atau mengklasifikasi makhluk hidup?
3. Apa yang Anda ketahui tentang tingkatan klasifikasi?
4. Carilah tumbuhan eceng gondok, pacar air, cemara, rumput teki dan suplir. Tentukanlah kelompoknya, dengan menggunakan kunci determinasi pada bagian 3.B.
5. Antibiotika penisilin banyak digunakan untuk memberantas penyakit akibat infeksi oleh mikroba pada manusia. Jelaskan mengapa jika menggunakan antibiotik harus dihabiskan sesuai dengan anjuran dokter?

Rambu - rambu jawaban

Setelah Anda menjawab pertanyaan - pertanyaan tersebut, Anda dapat mencocokkan hasil jawaban Anda dengan pedoman di bawah ini.

1. Makhluk hidup yang hidup di bumi khususnya di daerah tropis sangat bervariasi, sehingga hampir mustahil untuk mengenal semua jenis - jenisnya. Dengan mengelompokkannya kita akan lebih mudah mengenal kelompok - kelompok.
2. Makhluk hidup dikelompokkan dengan memperhatikan banyak sedikitnya perbedaan dan kesamaan ciri yang ada.
3. Tingkatan klasifikasi menunjukkan kedudukan kelompok - kelompok secara vertikal berdasarkan keinklusifan ciri yang dimiliki masing - masing kelompok. Kelompok dengan ciri umum atau lebih inklusif menduduki "tempat" lebih tinggi (superordinat) yang kurang inklusif menduduki "tempat" lebih rendah (subordinat). Kelompok yang setara biasanya merupakan pelengkap kelompok lainnya. Urutan tingkatan klasifikasi makhluk hidup dari yang umum ke yang khusus, lihat urutan takson.
4. - Eceng gondok : tumbuhan berkeping satu.
- Pacar air : tumbuhan berkeping dua.
- Cemara : tumbuhan berbiji terbuka, *coniverinae*.
- Rumput teki : tumbuhan berkeping satu
- Suplir : tumbuhan paku
5. Antibiotika penisilin banyak digunakan untuk memberantas penyakit akibat infeksi oleh mikroba pada manusia. Jelaskan mengapa jika menggunakan antibiotik harus dihabiskan sesuai dengan anjuran dokter?

RANGKUMAN

Makhluk hidup yang ada di bumi ini sangat banyak dan beraneka ragam. Hal ini dapat kita lihat dengan adanya berbagai jenis hewan dan tumbuhan. Dalam bidang biologi, tumbuhan dan hewan menjadi objek studi manusia. Mereka hidup di tempat yang berbeda, ada yang di air, di tempat kering, di pohon, dan sebagainya. Setiap jenis tumbuhan dan hewan terdiri dari sejumlah individu, sehingga seluruh jenis itu terdiri atas berjuta - juta individu. Antara jenis satu dengan yang lain terdapat perbedaan - perbedaan, sehingga secara keseluruhan tampak keanekaragaman yang sangat besar. Pada setiap jenis terdapat variasi yang meliputi perbedaan bentuk, ukuran, umur, pola warna, jenis kelamin, dan sebagainya. Keanekaragaman hayati ini tumbuh dan berkembang dari keanekaragaman jenis, keanekaragaman genetika, dan keanekaragaman ekosistem. Untuk menyederhanakan objek studi keanekaragaman makhluk hidup diadakan klasifikasi, yaitu mengelompokkan makhluk hidup dengan cara mencari keseragaman dalam keanekaragaman.

1. Dasar - Dasar Klasifikasi

Dasar yang dipakai untuk mengadakan klasifikasi adalah persamaan ciri atau sifat baik morfologi, fisiologi, atau anatomi. Makin banyak persamaan makin dekat kekerabatannya, makin sedikit persamaan makin jauh kekerabatannya. Dalam tata nama makhluk hidup, disusun sderetan takson dan untuk setiap tingkat takson diberi nama tertentu. Urutan takson dalam klasifikasi adalah sebagai berikut.

Tumbuhan

- *Kingdom Plantae*
- *Divisio* (divisi)
- *Classis* (kelas)
- *Ordo* (bangsa)
- *Familia* (suku)
- *Genus* (marga)
- *Spesies* (jenis)

Hewan

- *Kingdom Animalia*
- *Phyllum* (filum)
- *Classis* (kelas)
- *Ordo* (bangsa)
- *Familia* (suku)
- *Genus* (marga)
- *Spesies* (jenis)

Pada tingkat takson ada tambahan sub, bila berada di bawah tingkatan, misalnya subphylum, dan tambahan super, bila terdapat di atas tingkatan; misalnya *superfamilia*.

2. Tata Nama

Untuk mencapai suatu kesamaan pengertian, maka Carolus Linnaeus menciptakan suatu sistem pada setiap makhluk hidup yaitu dengan *Sistem Binomial Nomenclatur* yang berarti bahwa nama setiap makhluk hidup terdiri atas dua kata yang dilatinkan. Kata pertama menunjukkan genus yang penulisannya dimulai dengan huruf besar, sedang kata kedua merupakan penunjuk spesies atau epitheton yang penulisannya dimulai dengan huruf kecil.

3. Virus dan Monera

A. Virus

Sifat - sifat Virus

Ilmu yang mempelajari tentang virus disebut *virology*. Arti kata *virus* adalah racun. Ciri – ciri vrm antara lain berukuran sangat kecil dan hanya dapat dilihat dengan mikroskop electron. Virus hanya dapat berkembang biak di dalam sel atau jaringan yang hidup. Bentuk virus ada yang kotak, bulat, ada pula yang seperti huruf T, dan jarum. Susunan tubuh virus terdiri dari DNA atau RNA dan ekor yang terdiri dari leher, lempeng ekor, dan serat ekor. Bakteriofage atau fage adalah virus yang menyerang bakteri, virus ini berbentuk huruf T.

Peranan Virus dalam Kehidupan Manusia

Sebagian besar virus merugikan karena dapat menimbulkan berbagai macam penyakit, baik pada manusia, ternak, atau tanaman budidaya. Macam – macam penyakit yang disebabkan oleh virus.

- 1) Pada manusia : polio, cacar, campak, influenza, trakom, rabies, AIDS.
- 2) Pada hewan : tetelo/NCD (pada ayam), penyakit kuku, dan kulit ternak
- 3) Pada tanaman : CVPD yang menyebabkan kerusakan pembuluh kulit Jeruk, tungro yang menyerang tanaman padi, TMV yang menyebabkan penyakit mozaik pada daun tembakau

B. Monera

Meliputi makhluk hidup yang sangat sederhana, termasuk di dalamnya adalah bakteri dan ganggang hijau biru.

1) Bakteri

Sifat - sifat Bakteri

Ilmu yang mempelajari tentang bakteri disebut *bakteriologi*. Arti kata *bakteri* adalah batang. Ciri - ciri bakteri, antara lain bersel satu dan bersifat prokariotik yang artinya tidak mempunyai dinding inti. Pada umumnya tidak berklorofil dan berkembang biak dengan membelah diri.

2) Ganggang Hijau Biru

Ciri - ciri dan sifat ganggang hijau biru yaitu bersel satu, selaya bersifat prokariotik, tidak mempunyai kloroplas, sedangkan klorofil tersebar pada plasma. Ganggang hijau biru bersifat ototrof yaitu dapat menyusun makanannya sendiri melalui fotosintesis. Pigmen yang terdapat dalam sel berbagai ganggang adalah fikoeretrin, klorofil, karotin dan fikosianin. Pigmen fikosianin menunjukkan warna biru, karotin warna kuning dan fikoeretrin adalah warna merah. Adanya fikosianin menyebabkan ganggang hijau biru mempunyai warna yang khas yaitu hijau kebiru - biruan.

3) Tumbuhan Tingkat Rendah

Secara umum tumbuhan dapat dibagi menjadi *Cryptogamae* (tumbuhan rendah) dan *Phanerogamae* (tumbuhan tinggi). Tumbuhan rendah (*Cryptogamae*) meliputi *Thallophyta*, *Bryophyta* dan *Pteridophyta*. *Thallophyta* adalah tumbuhan yang tidak mempunyai akar, batang dan daun sejati, terdiri dari *Thallophyta* yang tidak berklorofil contoh jamur (Fungi) dan *Thallophyta* yang berklorofil contoh ganggang (alga).

a. Jamur

Jamur mempunyai ciri - ciri antara lain: bersel satu atau bersel banyak. Tidak berklorofil, hidup sebagai parasit atau saprofit, bersifat eukariotik, tubuh tersusun atas benang - benang yang disebut hifa. Kumpulan hifa membentuk jaringan benang yang disebut miselium.

Dinding sel jamur terdiri dari zat kitin (kecuali Oomycotina), reproduksi secara aseksual dengan membentuk tunas, fragmentasi, konidia, dan zoospora. Sedangkan secara seksual dengan askospora, basidiospora, zigospora.

b. Ganggang (Alga)

Ganggang, bentuk dan sifatnya adalah belum mempunyai akar, batang dan daun sejati (*Thallophyta*), habitat air tawar, air laut, dan ditempat lembap. Berdasarkan figmentasinya ganggang dibedakan menjadi ganggang hijau (*Chlorophyceae*), ganggang keemasan (*Chrysophyceae*), ganggang coklat (*Phaeophyceae*) dan ganggang merah (*Rhodophyceae*).

c. Lumut

Ciri - ciri lumut, antara lain sebagai berikut. Bersel banyak dan berklorofil. Dalam hidupnya mengalami metagenesis atau pergiliran keturunan, yaitu adanya gametofit dan sporofit, alat kelamin betina disebut arkegonium, alat kelamin jantan disebut anteridium. Lumut terdiri dari Musci (lumut daun) dan Hepaticae (lumut hati), habitat di tempat yang lembap dan basah. Bagian - bagian pada sporangium antara lain sebagai berikut.

d. Tumbuhan Paku

Ciri - ciri Pteridophyta, antara lain sebagai berikut: sudah mempunyai akar (serabut), batang, dan daun sejati. Terdapat berkas pengangkutan berupa floem dan xilem, terjadi metagenesis, daun penghasil spora disebut sporofil. Sporangium berkelompok membentuk sorus, tiap sporangium mempunyai sederetan sel - sel berbentuk cincin yang disebut *annulus*.

Berdasarkan spora yang dihasilkan, tumbuhan paku dibedakan menjadi tiga macam sebagai berikut.

a. Paku homospora/isospor: menghasilkan spora yang sama besar dan jenisnya.

Contoh: *Lycopodium sp.* (paku kawat).

b. Paku heterospor: menghasilkan dua macam spora yaitu makrospora (jenis betina) dan mikrospora (jenis jantan).

Contoh: *Marsilea crenata* (semanggi), *Selaginella sp.* (paku rane)

c. Paku peralihan: menghasilkan spora yang bentuk dan ukurannya sama, tetapi jenis berbeda.

Contoh: *Equisetum debile* (paku ekor kuda).

TES FORMATIF 1

Petunjuk : Pilihlah salah satu jawaban yang dianggap paling tepat.

- Urutan kelompok (takson) dalam klasifikasi hewan dari yang paling rendah hingga ke takson yang tertinggi adalah ...
 - spesies-genus-famili-ordo-kelas-filum
 - kelas-filum-ordo-famili-genus-spesies
 - kelas-filum-ordo-famili-genus-spesies
 - spesies-famili-genus-ordo-kelas-filum
 - spesies-ordo-genus-famili-kelas-filum
- Nama ilmiah lada adalah *Piper nigrum*, sedang nama ilmiah sirih adalah *piper betle*. Hal ini berarti lada dan sirih ...
 - spesies sama, genus berbeda
 - genus sama, famili berbeda
 - genus sama, spesies berbeda
 - spesies sama, genus sama
 - spesies, genus, dan famili berbeda
- Carolus Linnaeus disebut bapak klasifikasi karena
 - menciptakan klasifikasi 5 kingdom
 - menciptakan sistem binomial nomenclature
 - mendasarkan klasifikasi dari struktur benang sari
 - mengadakan kongres Internasional tentang klasifikasi
 - memperkenalkan sistem filogenetik
- Jika jamur dan ganggang pada *Lichenes terpisah*, maka ganggang dapat hidup mandiri, sedangkan jamur tidak dapat. Hal ini karena ganggang ...
 - mampu hidup secara saprofit
 - mampu hidup secara heterotrof

- C. mampu berkembang biak dengan membelah diri
 D. mampu berfotosintesis
 E. mampu menguraikan zat organisme menjadi zat anorganik
5. Adonan roti yang ditaburi sejenis ragi akan mengembang, jika ragi aktif menghasilkan
- A. alkohol
 B. gula dan alkohol
 C. oksigen dan alkohol
 D. oksigen
 E. karbon dioksida
6. Hubungan yang **benar** antara jenis jamur dan manfaatnya adalah

| | Jamur | Manfaat |
|----|--|---------------------|
| A. | <i>Aspergillus flavus</i> | penghasil penisilin |
| B. | <i>Penicillium camemberti</i> | untuk membuat keju |
| C. | <i>Penicillium notatum</i> | untuk membuat roti |
| D. | <i>Saccharomyces cerevisiae Monnilia</i> | untuk membuat kecap |
| E. | <i>sitophyla</i> | untuk membuat oncom |

7. Perbedaan antara lumut dan tumbuhan paku adalah
- A. lumut dapat berfotosintesis, tumbuhan paku tidak
 B. lumut berdaun semu, tumbuhan paku berdaun sejati
 C. lumut mengalami metagenesis, tumbuhan paku tidak
 D. lumut berbatang semu, tumbuhan paku berbatang sejati
 E. lumut berakar semu, tumbuhan paku berakar sejati.
8. Untuk pengembangbiakan mikroorganisme di laboratorium digunakan medium agar - agar yang bahannya dibuat dari ganggang
- A. *Eucheuma*
 B. *Sargassum*
 C. *Navicula*
 D. *Ulva*
 E. *Chlorella*
9. Spora paku yang jatuh di tempat yang sesuai akan tumbuh menjadi
- A. protonema
 B. protolium
 C. sporofil
 D. sporogonium
 E. tanaman paku
10. Perbedaan pokok antara bakteri dan ganggang hijau biru adalah
- A. bakteri umumnya heterotrof, ganggang hijau biru autotrof
 B. bakteri tak bergerak, ganggang hijau biru bergerak

- C. bakteri tak bermembran inti, ganggang hijau biru bermembran inti
- D. bakteri bersimbiosis, ganggang hijau biru tidak
- E. bakteri dapat membelah, ganggang hijau biru tidak

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

Rumus:

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban Anda yang benar}}{10} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai:

| | | |
|-----------|---|-------------|
| 90 - 100% | = | baik sekali |
| 80 - 89% | = | baik |
| 70 - 79% | = | cukup |
| < 69% | = | kurang |

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Akan tetapi, apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

TUMBUHAN TINGKAT TINGGI (*Phanerogamae*)

PENGANTAR

Anda perhatikan perbedaan selengkapnya antara tumbuhan tingkat rendah dengan tumbuhan tingkat tinggi berikut ini. Seperti telah diutarakan dalam uraian tumbuhan tingkat rendah, bahwa secara umum tumbuhan dapat dibagi menjadi tumbuhan rendah (*Cryptogamae*) dan tumbuhan tingkat (*Phanerogamae*). Reproduksi dari kedua tumbuhan tersebut dapat dilakukan secara vegetatif dan generatif

Phanerogamae dalam penggolongan (taksonomi) tumbuhan termasuk ke dalam divisi *spermatofita* (tumbuhan berbiji) atau *antofita* (tumbuhan berbunga). *Spermatofita* ini meliputi semua tumbuhan yang menghasilkan biji, maka dalam pengklasifikasian berdasarkan letak bakal biji atau bijinya, *Spermatofita* dibagi menjadi dua sub divisio yaitu *gymnospermae* (tumbuhan berbiji terbuka) dan *Angiospermae* (tumbuhan biji tertutup). Kedua subdivisio tersebut mempunyai cara reproduksi generatif yang berbeda, terutama dalam cara pembuahannya. Pembuahan pada *gymnospermae* disebut pembuahan tunggal, sedangkan pada *Angiospermae* disebut pembuahan ganda.

1. *Gymnospermae*

Gymnospermae adalah tumbuhan berbiji terbuka, disebut demikian karena memang bijinya tidak dibungkus oleh daun buah (*karpelum=carpelium*) sehingga terlihat dari luar. Pernahkah saudara melihat pohon pakis haji, melinjo atau pinus? Apakah Anda lihat dari luar? Tahukah saudara mana yang disebut “bunga” pada tumbuhan tersebut? Tumbuhan *gymnospermae* mempunyai bunga jantan dan bunga betina yang terpisah. Bunga jantan dan bunga betian tersebut mungkin terdapat dalam pohon yang berbeda (berumah dua) tetapi mungkin terdapat dalam satu pohon (berumah satu) seperti pohon pinus. Bunga jantan menghasilkan serbuk sari yang terletak di dalam kotak spora dan bunga betina menghasilkan sel telur yang terletak di dalam bakal biji (*ovulum*).

Gymnospermae merupakan tumbuhan yang juga memiliki jaringan pembuluh, yaitu xilem dan floem. Saudara tentu pernah mendengar istilah Tracheophyta. Tracheophyta adalah nama kelompok tumbuhan yang memiliki berkas pembuluh atau berkas pengangkut yaitu xilem dan floem. Kelompok tumbuhan Tracheophyta meliputi tumbuhan paku, Gymnospermae dan Angiospermae.

Gymnospermae mempunyai beberapa ordo, meliputi 3 ordo yaitu ordo Pteridospermae, Bennettiales, dan Cordaitales. Semuanya telah punah dan menjadi fosil. Sedangkan 4 ordo lagi merupakan gymnospermae masa kini yaitu ordo Cycadales, Ginkgoales, Coniferales, Gnetales.

A. Ciri - ciri dan contoh ordo gymnospermae yang masih ada adalah sebagai berikut:

1) *Cycadales*

Ordo ini beranggotakan sembilan genus yang masih hidup sampai sekarang dan meliputi sekitar 100 spesies. Meskipun tumbuhan ini tidak ditemukan dalam fosil tetapi diduga sudah muncul pada jaman Trias sampai Kapur Awal.

Tanda - tanda khas golongan ini adalah batang tidak bercabang, daun - daun majemuk tersusun sebagai tajuk di puncak pohon. Cycadales ditemukan baik di tropika maupun subtropika, misalnya *Zamia* dan *cycas rumphi*.

2) *Ginkgoales*

Anggota ordo ini hanya satu spesies yaitu *Ginkgobiloba*. Tumbuhan ini merupakan tumbuhan asli dataran Cina. Tinggi pohon dapat mencapai 30 m, daun berbentuk kipas, mudah gugur, dan berumah dua (serbuk sari) dan bakal biji dihasilkan oleh individu yang berlainan. Berdasarkan bukti fosil, *Ginkgo* diperkirakan telah hidup sejak jaman jura (181 juta tahun yang lalu).

3) *Coniferales*

Anggota Coniferales merupakan tumbuhan 'evergreen' (selalu hijau). Jenis - jenis yang terkenal misalnya *Agathis*, *Pinus*, *Cupressus*, *Araucaria*, *Aequipia*, *Juniperus*, *Taxus*.

Coniferales artinya tumbuhan pembawa kerucut, karena alat reproduksi jantan dan betina berupa strobilus yang berbentuk kerucut. Ada dua strobilus, yaitu strobilus biji atau strobilus betina dan strobilus serbuksari atau strobilus jantan.

4) *Gnetales*

Anggota *Gnetales* berupa perdu, liana (tumbuhan pemanjat) dan pohon. Daun berhadapan, dengan urat daun menyirip seperti tumbuhan dikotil. Pada xilem terdapat trakea. Strobilus tidak berbentuk kerucut. Anggota *Gnetales* yang sangat terkenal misalnya melinjo (*Gnetum gnemon*). Daun muda, bunga dan biji melinjo dapat disayur, biji dapat dibuat emping, kulit kayu dapat dipakai sebagai benang jala atau bahan kertas.

Peranan Gymnospermae

Gymnospermae memiliki peranan yang penting bagi manusia. *Gymnospermae* merupakan tanaman purba yang indah dan perlu dilestarikan. Kayu *Pinus* merupakan bahan pembuat kertas, kerajinan, dan getahnya digunakan sebagai bahan pembuat terpentin. *Ginkgo biloba* merupakan tanaman yang digunakan sebagai bahan untuk obat dan kosmetik.

Gymnospermae merupakan tumbuhan biji yang bijinya tidak terbungkus bakal buah. Ordo yang masih ada yaitu *Cycadales*, *Ginkgoales*, *Coniferales*, *Gnetales*.

B. Reproduksi Generatif pada *Gymnospermae*

Tumbuhan yang biasa digunakan untuk mempelajari reproduksi pada *gymnospermae* adalah pinus. Tumbuhan ini merupakan tumbuhan tinggi berkayu dan mempunyai daun yang berbentuk jarum. Tumbuhan ini merupakan sporofitnya mempunyai *strobilus* dengan spongarium - spora di dalamnya. Pinus mempunyai *mikrotobilus* (strobilus jantan) dengan dengan mikrospora didalamnya dan *megastrobilus* (strobilus betina) dengan sel telur yang terletak di dalam biji.

Mikrostrobilus ukurannya kecil, merupakan kumpulan dari *mikrosporofil* (daun penghasil spora yang kecil). Tiap - tiap mikrosporofil mempunyai 2 buah *microsporangium* atau kantung sari. Pada *microsporangium* ini melalui pembelahan reduksi mikrospora - mikrospora atau butir - butir serbuk yang haploid.

Megastrobilus ukurannya besar, dibentuk pada bagian ujung cabang, merupakan kumpulan dari megasporofil (daun penghasil spora yang besar). Tiap – tiap Megasporofil mempunyai 2 buah bakal biji (*ovulum*) atau megasporangium dengan suatu dinding tipis yang disebut nuselus (*nucellus*). Nuselus ini ditutupi oleh suatu pelindung *integument* yang mempunyai celah atau lubang kecil. Celah tersebut dinamakan *mikrofil* (*mikro* = kecil, *fil* = lubang). Di dalam megasporangium sebuah *megasporosit* akan mengalami pembelahan reduksi membentuk 4 buah *megaspora*, akan tetapi 3 buah *megaspora* mengalami *degenerasi* (penyusutan). *Megaspora* yang satu lagi berkembang menjadi sebuah gametofit betina kecil yang tertutup di dalam megasporangium. *Arkegonium* dengan sel - sel telurnya di bentuk pada bagian ujung gametofit ke arah mikrofil. Bila telah cukup masak butir - butir serbuk akan disebarkan oleh angin dan menempel pada mikrofil karena adanya semacam zat perekat yang dikeluarkan dari bagian mikrofil.

Butir serbuk tumbuh menjadi buluh serbuk menembus *nuselus*. Di dalam buluh serbuk tersebut dibentuk dua buah inti sperma (inti generatif) yang berfungsi untuk membuahi sel telur, dan inti buluh serbuk (inti vegetatif) yang berfungsi sebagai penunjuk jalan pertumbuhan buluh serbuk. Buluh serbuk dengan seluruh isinya merupakan *gametofit jantan*. Ketika buluh serbuk mencapai arkegonium, inti sperma akan membuahi sel telur yang selanjutnya akan berkembang menjadi zigot dan akhirnya menjadi embrio. Embrio ini akan memperoleh makanan dari gametofit betina yang sekarang disebut sebagai *endosperma* atau sebagai biji yang banyak mengandung cadangan makanan. Di bagian luar integument menebal dan mengeras menjadi kulit biji yang membatasi suplai air dan membuat embrio menjadi dalam keadaan istirahat (*dorman*). Bila biji tersebut kita tanam, maka akan tumbuh menjadi tumbuhan pinus yang baru. Dengan hanya terjadinya satu kali pembuahan yaitu sel telur yang dibuahi oleh inti sperma, maka pembuahan ini disebut pembuahan tunggal.

2. Angiospermae

Angiospermae merupakan tumbuhan berbiji tertutup karena bijinya ditutupi oleh karpelum sehingga tidak dapat dilihat dari luar. Tumbuhan ini mempunyai struktur alat reproduksi berupa bunga dan biji yang dibentuk secara tertutup di dalam *ovarium* (bakal buah).

Penyerbukan umumnya tidak tergantung lagi pada angin, tetapi dilakukan oleh serangga atau hewan - hewan lainnya. Angiospermae merupakan tumbuhan yang dominant saat ini. Tumbuhan ini banyak ditemukan disemua daratan di dunia. Ada banyak faktor yang menentukan sehingga Angiospermae terdapat dimana - mana. Dimana. Diantaranya adalah, (1) mampu beradaptasi dan bereproduksi di segala lingkungan, (2) membentuk buah, bunga dan biji.

Angiospermae memiliki pembuluh xilem dan floem. Anggota Angiospermae di antaranya hidup sebagai pohon, perdu, semak, tumbuhan merambat, herba. Hidupnya ada yang semusim, tahunan, sukulen tumbuhan yang hidup di daerah kering, adaptasinya dengan mereduksi daun, misalnya kaktus. Ciri utama yang membedakan Angiospermae dengan kelompok tumbuhan yang lain adalah adanya bunga dengan bakal biji yang terletak di dalam bakal buah. Bunganya ada yang tunggal, ada yang bergerombol, dan bagian - bagiannya sangat kompleks. Bunga berfungsi menghasilkan buah dan biji. Jika bakal biji dibuahi menjadi biji, maka bakal buah berkembang menjadi buah. Angiospermae dibagi menjadi dua kelas, yaitu Magnoliopsida (Dikotiledon) dan Liliopsida (Monokotiledon). Klasifikasi Angiospermae menjadi dikotiledon dan monokotiledon didasarkan sejumlah perbedaan, yaitu ciri - ciri vegetatif (batang, daun, akar), struktur bunga, dan biji.

a) Kelas Magnoliopsida (Dikotiledon)

Dikotil bercirikan adanya dua kotiledon atau dua daun lembaga atau kotil pada biji. Daun - daun memiliki pertulangan menjari atau menyirip. Batang memiliki cambium yang berguna dalam pertumbuhan sekunder (pertumbuhan melebar) serta memiliki pembuluh xilem dan floem yang tersusun dalam lingkaran. Jumlah bagian - bagian bunga kelipatan empat atau lima, misalnya 5 daun kelopak (sepal), 5 daun mahkota (petal), 10 benang sari (stamen), 5 daun bakal buah (karpel).

Berikut ini kita sajikan beberapa famili dengan beberapa contoh tumbuhnya.

1) Magnoliaceae

Anggota famili ini berupa pohon atau perdu, dan bunganya cukup menarik. Misalnya cempaka putih (*Magnolia grandiflora*), cempaka ambon (*Magnolia figo*), *Liriodendron*.

2) *Ranunculaceae*

Anggota Ranunculaceae misalnya *Clematis faniculata* yang banyak dipakai sebagai tanaman hias. Jinten hitam (*Nigella sativa*) untuk bumbu dapur. *Delphinium* dipakai sebagai bunga potong. Jukut (*Drymaria cordata* dan *D. hirsute*) hidup di pagar, sepanjang sungai, tempat lembap, banyak dipakai sebagai obat cuci perut dan obat bisul.

3) *Papaveraceae*

Misalnya deruju atau celangkringin (*Argemone mexicana*) dan *Papaver somniferum*.

4) *Cruciferae*

Cruciferae (baca: Krusifere) misalnya kubis (*Brassica oleracea*), sawi (*B. rugosa*), lobak (*Raphanus sativus*), sawi tanah (*Nasturtium heterophyllum*).

5) *Rosaceae*

Anggota famili Rosaceae (baca: rosase-e) banyak kita kenal, misalnya mawar (*Rosa hybrida*), apel (*Malus sylvestris*), apricot (*Prunus armeniaca*, *P. domestica*), pir (*Pyrus communis*), *Rubus*, dan arbei (*Fragaria chiloensis*).

6) *Leguminosae*

Famili Leguminosae (baca: leguminose) disebut polong - polongan misalnya flamboyant (*Delonix regia*), akasia (*Acacia farnesiana*), tuba (*Derris microphylla*), kembang merak (*Caesalpinia pulcherrima*), daun kupu - kupu (*Bauhinia purpurea*), kaliandra (*Calliandra brevipes*), kembang telang (*Clitoria ternatea*), *Cassia alata*, jengkol (*Pithecolobium lobatum*), lamtoro (*Leucena glauca*), petai (*Parkia speciosa*), asam (*Tamarindus indica*), juga kacang tanah, ercis, dan buncis.

7) *Malvaceae*

Misalnya kembang sepatu (*Hibiscus rosasinensis*, *H. hybridus*, *H. venustus*), kapas (*Gossypium obtusifolium*).

8) *Cataceae*

Yang masuk dalam famili ini adalah semua kelompok kaktus, yang mencapai hampir 1500 jenis. Misalnya *Cerus jamacaru*, *Opunthia monacantha*, *Epiphyllum*, *Perescia*, *Ferocactus*.

9) Umbelliferae

Misalnya ketumbar (*Coriandrum sativum*), jinten (*Carum arvi*), seledri (*Apium graveoleus*), adas (*Foeniculum vulgare*), jinten putih (*Cuminum cyminum*), tikim (*Centella asiatica*).

10) Labiatae

Anggota famili ini banyak menghasilkan minyak aromatik, misalnya daun poko (*Mentha arvensis*) yang mengandung menthol, nilam atau dilem (*Pogostemon cablim*), lavender (*Lavandula officinalis*), *Coleus ambonicus*, kumis kucing (*Orthosiphon grandiflorus*).

11) Solanaceae

Contoh yang paling umum adalah kentang (*Solanum tuberosum*), tomat (*Lycopersicon esculentum*), terung (*Solanum melongena*), cabai (*Capsicum*), tembakau (*Nicotiana tabacum*), *Petunia hybrida*, kecubung (*Datura fastuosa*), *Atropa belladonna* (bahan obat atropin).

12) Compositae

Famili ini memiliki anggota yang paling banyak, misalnya bandotan (*Ageratum*), selada (*Lactuca sativa*), *Sonchus arvensis*, *Chrysanthemum*, *Dahlia*, *Solidago*, bunga matahari (*Helianthus annus*), *Arthemisia*, *Gerbera*, *Zinnia*, *Aster*.

b) Kelas Liliopsida (Monokotiledon)

Monokotil mencakup sekitar 40 famili dengan sekitar 50.000 spesies. Beberapa anggota monokotil berupa pohon (misalnya kelapa), namun kebanyakan adalah herba semusim atau tahunan. Ciri utama tumbuhan monokotil adalah memiliki kotiledon tunggal atau daun lembaga tunggal. Batang bagian atas tidak bercabang atau bercabang sedikit, dan biasanya daunnya berpelepah. Daunnya berupa daun tunggal, kecuali pada palma (kelapa, palem). Tulang daun umumnya sejajar. Jaringan pembuluh (xilem dan floem) pada batang dan akar tersusun tersebar, dan tidak berkambium. Bunga monokotil memiliki bagian - bagian dengan kelipatan 3, misalnya 3 sepal, 3 petal, 6 stamen, 3 karpel. Pada umumnya bunga tidak beraturan bentuknya dan warnanya tidak mencolok.

Beberapa famili penting antara lain:

1) ***Liliaceae***

Contoh umum: lili (*Lilium*), asparagus (*Asparagus cooperi*), tumbuhan merambat *A. officinalis*, kembang sungsang (*Gloriosa superba*), agave (*Agave sisalana*), bawang besar (*Allium cepa*), bawang merah (*A. ascolonicum*), bawang putih (*A. sativum*).

2) ***Palmae***

Misalnya kelapa (*Cocos*), kurma (*Phoenix*).

3) ***Gramineae***

Misalnya, padi, gandum, rumput, bamboo.

4) ***Orchidaceae***

Disebut juga keluarga anggrek. Beberapa contoh *Orchidaceae* ialah anggrek *Cattleya*, *Dendrobium*, *Phalaenopsis*, *Arundina*, *Vanda*, *Epidendrum*, *Laelia*, *Oncidium*, dan vanili (*Vanilla planifolia*).

LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, silakan kerjakan latihan - latihan berikut ini!

1. Jelaskan perbedaan ciri antara gymnospermae dengan Angiospermae?
2. Tuliskan perbedaan ciri morfologi dan anatomi monokotil dan dikotil mengenai : kotiledone (keeping lembaga), akar, batang, pertulangan daun?
3. Mengapa tumbuhan gymnospermae disebut sebagai tumbuhan berbiji terbuka, jelaskan!

Rambu - rambu jawaban

Setelah Anda menjawab pertanyaan - pertanyaan tersebut, Anda dapat mencocokkan hasil jawaban Anda dengan pedoman di bawah ini.

1. Perbedaan ciri gymnospermae dengan Angiospermae

| Perbedaan | |
|--|---|
| <i>gymnospermae</i> | <i>Angiospermae</i> |
| 1. Daunnya sempit dan kaku, ada yang berdaun seperti jarum. | 1. Daunnya pipih, lebar dengan susunan tulang daun bervariasi (menjari, menyirip, sejajar, dan melengkung). |
| 2. Bakal biji terletak pada daun buah yang disebut strobilus (betina) sedang daun yang menghasilkan serbuk sari disebut strobilus (jantan) yang berbentuk kerucut. | 2. Bakal biji tidak tampak, terbungkus dalam suatu badan yang berasal dari daun buah yaitu putik. Maka tumbuhan disebut tumbuhan berbiji. |
| 3. Tidak berbunga sejati. Biji tidak terdapat pada bunga karena belum mempunyai perhiasan bunga dan putik. | 3. Sudah mempunyai bunga yang sesungguhnya (menurut pengertian sehari - hari). |

2. Perbedaan ciri morfologi dan anatomi monokotil dan dikotil

| No. | Monocotyledonae | Dicotyledonae |
|------------|---|--|
| 1. | Kotiledon pada setiap biji terdapat satu buah. | - Kotiledon setiap biji dua buah. |
| 2. | Akarnya tersusun dalam sistem akar serabut. | - Akar tersusun dalam sistem akar tunggang. |
| 3. | Akar dan batang tidak berkambium. | - Akar dan batang berkambium. |
| 4. | Susunan tulang daun sejajar atau melengkung. | - Susunan tulang daun menyirip atau menjari. |
| 5. | Jumlah bagian bunga tiga atau kelipatannya. | - Jumlah bagian bunga empat atau lima atau kelipatannya. |
| 6. | Ujung akar dan batang lembaga dilindungi oleh koleorhiza. | - Tidak mempunyai pelindung. |
| 7. | Kaliptra mempunyai kaliptrogen. | Tidak mempunyai kaliptrogen. |

3. *gymnospermae* disebut Tumbuhan berbiji terbuka, karena bakal biji tumbuhan ini tidak tertutup oleh daun buah (putik).

RANGKUMAN

1). Tumbuhan Tinggi (*Phanerogamae*)

Meliputi divisio Spermatophyta. Spermatophyta merupakan tumbuhan berbunga dan menghasilkan biji sebagai alat berkembang biak.

Spermatophyta meliputi dua subdivisio, yaitu sebagai berikut.

(1) Subdivisio Gymnospermae (Tumbuhan Berbiji Terbuka)

Berakar tunggang, daun sempit, tebal, dan kaku. Batang dan akar berkambium. Akar berkaliptra, batas antara ujung akar dan kaliptra tidak jelas. Gymnospermae, terdiri atas beberapa kelas.

(b) Kelas Cycadinae, contoh; *Cycas rumphii* (pakis haji).

(c) Kelas Coniferinae, contoh; *Araucaria cunninghami*.

(d) Kelas Gnetinae, contoh; *Gnetum gnemon*.

(2) Subdivisio Angiospermae (Tumbuhan Berbiji Tertutup)

Terdiri atas dua kelas, yaitu monocotyledonae dan dicotyledonae.

Perbedaan ciri morfologi dan anatomi monocotyledonae dan dicotyledonae.

| No. | Monocotyledonae | Dicotyledonae |
|-----|---|--|
| 1. | Kotiledon pada setiap biji terdapat satu buah. | - Kotiledon setiap biji dua buah. |
| 2. | Akarnya tersusun dalam sistem akar serabut. | - Akar tersusun dalam sistem akar tunggang. |
| 3. | Akar dan batang tidak berkambium. | - Akar dan batang berkambium. |
| 4. | Susunan tulang daun sejajar atau melengkung. | - Susunan tulang daun menyirip atau menjari. |
| 5. | Jumlah bagian bunga tiga atau kelipatannya. | - Jumlah bagian bunga empat atau lima atau kelipatannya. |
| 6. | Ujung akar dan batang lembaga dilindungi oleh koleorhiza. | - Tidak mempunyai pelindung. |
| 7. | Kaliptra mempunyai kaliptrogen. | - Tidak mempunyai kaliptrogen. |

Kelas monocotyledonae terdiri dari beberapa familia berikut ini.

(a) Poaceae/gramineae, contoh; *Oryza sativa* (padi), *Zea mays* (jagung).

(b) Liliaceae, contoh; *Lilium longiflorum* (lilia gereja), *Gloriosa superba*.

(c) Amaryllidaceae, contoh; *Agave cantala* (kantala).

(d) Zingiberaceae, contoh; *Zhingiber officinale* (jahe), *Curcuma domestica* (kunyit).

TES FORMATIF 2

Petunjuk : Pilihlah salah satu jawaban yang dianggap paling tepat.

1. Tumbuhan yang termasuk golongan tumbuhan berbiji terbuka adalah ...
 - A. Lumut hati (*Musci*)
 - B. Pakis haji (*Cycas tumphii*)
 - C. Padi (*Oryza sp*)
 - D. Paku tanduk rusa
 - E. Ketela Pohon (*Maninot sp*)
2. Tumbuhan tinggi yang dapat membentuk senyawa N, adalah dari keluarga :
 - A. gramineae
 - B. rosaceae
 - C. Malvaceae
 - D. leguminoceae
 - E. solanaceae
3. Pohon pisang memiliki batang semu yang terdiri atas :
 - A. Kumpulan tangkai daun
 - B. Kumpulan helai daun
 - C. Kumpulan batang daun
 - D. Kumpulan pelepah daun
 - E. Semua benar
4. Monokotil dapat dibedakan dari dikotil berdasarkan ciri - ciri khas yang terdapat pada semua struktur di bawah ini, kecuali :
 - A. Sifat haploid sel kelaminnya
 - B. Susunan anatomi batangnya
 - C. Susunan akarnya
 - D. Jumlah bagian bunga
 - E. Keping lembaga / biji
5. Berikut adalah ciri - ciri tanaman :
 - (1) biji berkeping tunggal
 - (2) biji berkeping dua
 - (3) berakar serabut
 - (4) berakar tunggang
 - (5) tulang daun sejajar
 - (6) tulang daun menjariCiri - ciri tanaman dikotil ditunjukkan oleh nomor :
 - A. 2, 3 dan 6
 - B. 1, 3 dan 5
 - C. 2, 4 dan 6
 - D. 1, 4 dan 5
 - E. 2, 4 dan 5
6. Fungsi bunga pada Angiospermae adalah menghasilkan :
 - A. buah dan biji
 - B. putik dan benang sari
 - C. buah dan putik
 - D. buah dan benang sari
 - E. biji dan putik
7. Pohon damar (*Agatis alba*), pinus (*Pinus mercurii*) maupun pakis haji (*Cycas rumpii*) termasuk :
 - A. tumbuhan berkeping biji dua
 - B. tumbuhan berbiji tertutup
 - C. tumbuhan berkeping biji satu
 - D. tumbuhan paku
 - E. tumbuhan berbiji terbuka

8. Padi ada hubungannya dengan tebu dan dimasukkan dalam satu keluarga (famili) yang sama yaitu :
- A. gramineae
B. palmae
C. Orchidaceae
D. liliaceae
E. Leguminoceae
9. Tumbuhan yang mempunyai ciri - ciri bentuk tulang daun sejajar, berkeping biji satu, berakar serabut, jumlah bagian - bagian bunga berkelipatan tiga adalah tumbuhan atau bunga :
- A. anggrek, kembang sepatu dan padi
B. anggrek, rumput dan padi
C. kembang sepatu, aster dan mawar
D. kembang sepatu, padi dan aster
E. aster, padi dan rumput
10. Dalam penggolongan (taksonomi) tumbuhan – tumbuhan Phanerogame termasuk ke dalam divisio :
- A. Thallophyta
B. Bryophyta
C. Spermatophyta
D. Pteridophyta
E. Phaeophyta

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

Rumus:

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban Anda yang benar}}{10} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai:

| | | |
|-----------|---|-------------|
| 90 - 100% | = | baik sekali |
| 80 - 89% | = | baik |
| 70 - 79% | = | cukup |
| < 69% | = | kurang |

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Akan tetapi, apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

KUNCI JAWABAN TES FORMATIF

FORMATIF 1

- 1) A
- 2) C
- 3) B
- 4) D
- 5) E
- 6) B dan E
- 7) E
- 8) A
- 9) B
- 10) A

FORMATIF 2

- 1) B
- 2) C
- 3) D
- 4) A
- 5) C
- 6) A
- 7) E
- 8) A
- 9) B
- 10) C

GLOSARIUM

| | |
|---------------------------------------|---|
| • Aerob | : bakteri (juga sel yang lain) yang melakukan pernapasan dengan menggunakan oksigen bebas; proses pernapasannya disebut pernapasan aerob. |
| • Akinet | : sel yang mengalami penebalan dinding, ukurannya membesar dan di dalamnya terdapat spora (endospora). |
| • Anaerob | : bakteri (juga sel lain) yang melakukan pernapasan tanpa memerlukan oksigen bebas; proses pernapasannya disebut dengan pernapasan anaerob. |
| • Antigen | : zat yang dapat menimbulkan respons kekebalan spesifik kepada manusia dan hewan lainnya. |
| • Biakan murni | : satu spesies bakteri yang ditumbuhkan pada media buatan. |
| • Biogas | : gas yang dihasilkan oleh aktivitas bakteri. |
| • Eksoenzim | : enzim yang dikeluarkan oleh sel dan beraksi di luar sel. |
| • Endospora | : Spora yang dihasilkan di dalam sel. |
| • Endospora (<i>Spora dalam</i>) | : spora yang terbentuk di dalam sel bakteri, berdinding tebal, tahan kekeringan dan suhu, sebagai bentuk perlindungan terhadap kondisi lingkungan yang buruk; jika kondisi telah pulih, endospora dapat tumbuh menjadi bakteri yang baru. |
| • Eukariotik | : sel organisme yang bahan intinya diselubungi oleh membran inti. |
| • Fotoautotrof | : sel yang dapat menyusun makanan (zat organik) dengan pertolongan energi cahaya; cara menyusun makanan itu dikenal sebagai fotosintesis. |
| • Fragmentasi | : pemutusan menjadi bagian - bagian kecil (fragmen - fragmen). |
| • Heterokista | : sel yang ukurannya lebih besar dibandingkan dengan sel tetangga, serta memiliki dinding sel yang lebih tebal; sel ini dapat menambat nitrogen dari udara. |
| • Hormogonium | : potongan - potongan benang - benang ganggang hijau biru sebagai hasil fragmentasi. |
| • Kapsid | : selubung protein luar dari virus. |
| • Kapsomer | : salah satu unit protein yang dibentuk oleh kapsid. |
| • Kariogami | : peleburan 2 gamet setelah peleburan sitoplasma. |

- Kemoautotrof : sel yang dapat menyusun makanan (zat organik) dengan pertolongan energi yang diperoleh dari reaksi kimia; cara menyusun makanan itu dikenal sebagai kemosintesis.
- Konjugasi : proses pelekatan dua sel untuk memindahkan isi sel dari sel yang satu ke sel yang lain.
- Patogen : organisme yang bersifat menimbulkan penyakit.
- Pembelahan biner : Tipe pembelahan sel pada organisme prokariota, yang menghasilkan dua sel anak yang sama masing - masing mengandung salinan "kromosom".
- Bacteriophage/fag : virus yang menyerang bakteri.
- Sel inang : sel yang ditempati oleh organisme lain.
- Serum : dalam binatang atau manusia yang sudah mengandung antibodi.
- Vaksin : Zat cair yang mengandung patogen yang sudah lemah atau mati.
- Virion : Virus yang struktur tubuhnya lengkap, terdiri dari asam nukleat dan selubung protein.

DAFTAR PUSTAKA

- Cartono, 2005. Biologi Umum Untuk Perguruan Tinggi LPTK Bandung : Penerbit Prisma Press.
- Darmojo, H, 1991/1992. Pendidikan IPA I. Depdikbud. Dirjen Pendidikan Tinggi. Proyek Pembinaan Tenaga Kependidikan.
- Depdikbud, 1976. Biologi. SMA. Jilid - 1. Jakarta : PN Balai Pustaka.
- Depdikbud, 1982. IPA. Jilid 5. PGSLP. Penataran Tertulis tipe B. Bandung : Pusat Pengembangan Penataran Guru Tertulis.
- Dirdjosoemarto, S, dkk, 1990. Pendidikan IPA 1. Buku 1. Modul 1 - 5 Jakarta : Depdikbud.
- Dwidjoseputro, D, 1982. Dasar - Dasar Mikrobiologi. Malang : Djambatan.
- Karmana, O, 1986. Penuntun Pelajaran Biologi. Untuk SMA Kelas II A₂. semester 3 & 4. Bandung : Ganeca Exact.
- Kimball, Jw. Biologi. Jilid 3. Edisi kelima. Alih bahasa Soetarmi, S dan Sugiri, N. Jakarta : Erlangga.
- Soemarwoto, I, dkk, 1980. Biologi Umum I. High School. Green Version. Jakarta : PT. Gramedia.
- Pratiwi, D.A, dkk, 2000. Biologi. Untuk SMU Kelas I. Jilid I. Jakarta : Erlangga.
- Yekti, S, dkk, 2000. Biologi. LKS dan Evaluasi. Untuk SMU Kelas I. Vol 33 - 34. Surakarta : PT. Pabelan.
- Yudianto, SA, 1992. Pengantar Cryptogamae. Sistematika Tumbuhan Rendah. Bandung : Tarsito.

