

# Buku Ajar Biosistematika Tumbuhan

Untuk Perguruan Tinggi Negeri/Swasta (PTN/S)



Oleh :

Ariana Saputri

M. Arief Soendjoto

Aminuddin Prahutama Putra



COVER

# **BIOSISTEMATIKA TUMBUHAN**

**UNTUK PERGURUAN TINGGI**

**ARIANA SAPUTRI  
M. ARIEF SOENDJOTO  
AMINUDDIN PRAHATAMA PUTRA**



# **BIOSISTEMATIKA TUMBUHAN**

**UNTUK PERGURUAN**

**Penulis:**

Ariana Saputri

M. Arief Soendjoto

Aminuddin Prahatama Putra

**Editor:**

Muhammad Zaini

Suyidno

**Desain Cover:**

Ariana Saputri

Moh. Imam

**Diterbitkan Oleh :**

Universitas Lambung Mangkurat Press, 2024

d/a Pusat Pengelolaan Jurnal Dan Penerbitan ULM Lantai 2 Gedung Perpustakaan

Pusat ULM JL. Hasan Basri, Kayutangi, Banjarmasin, 70123

Telp/Fax. 0511-3305195

**Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang**

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit,  
kecuali untuk kutipan singkat demi penelitian ilmiah atau resensi

**ISBN:**

## PRAKATA

Puji syukur senantiasa Penulis panjatkan kehadiran Allah Swt. yang telah memberikan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulisan buku ajar Biosistemika Tumbuhan ini dapat selesai. Buku ini didesain sebagai bahan panduan pembelajaran khususnya Biosistemika Tumbuhan dalam membiasakan mahasiswa untuk melatih keterampilan berpikir kritis dan tanggung jawab dalam mengembangkan kreativitas ilmiahnya sendiri.

Penyelesaian buku ajar ini tidak lepas dari banyak dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu penulis ucapkan terimakasih kepada Prof. Dr. H. Aminuddin Prahatama Putra M,Pd., Prof. Dr. H. Muhammad Zaini M.Pd., Dr. Suyidno M.Pd., Dr. Dharmono M.Si., Prof. Dr. Ir. H. M. Arief Soendjoto,Mc., Nanik Lestariningsih M.Pd., Anti Friskandani S.Pd., Kemin., Dyah Nuraini S.E., Enik Tri Marheni., Balgis Fatziyah., serta berbagai pihak yang penulis tidak bisa sebutkan satu persatu.

Penyusunan buku ajar ini bertujuan untuk memberikan alternative referensi mahasiswa Pendidikan Biologi dalam mempelajari materi biosistemika tumbuhan. Penulis berharap buku ajar ini dapat bermanfaat, khususnya untuk menunjang proses pembelajaran pada mata kuliah Biosistemika Tumbuhan.

Semoga segala bantuan, pengarahan dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan dari Allah Swt dengan kebaikan yang berlipat ganda. Demikiaan penulis ucapkan terima kasih dan mohon saran perbaikan agar menjadi lebih baik. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran guna perbaikan buku ajar ini.

Banjarmasin, 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

Table of Contents

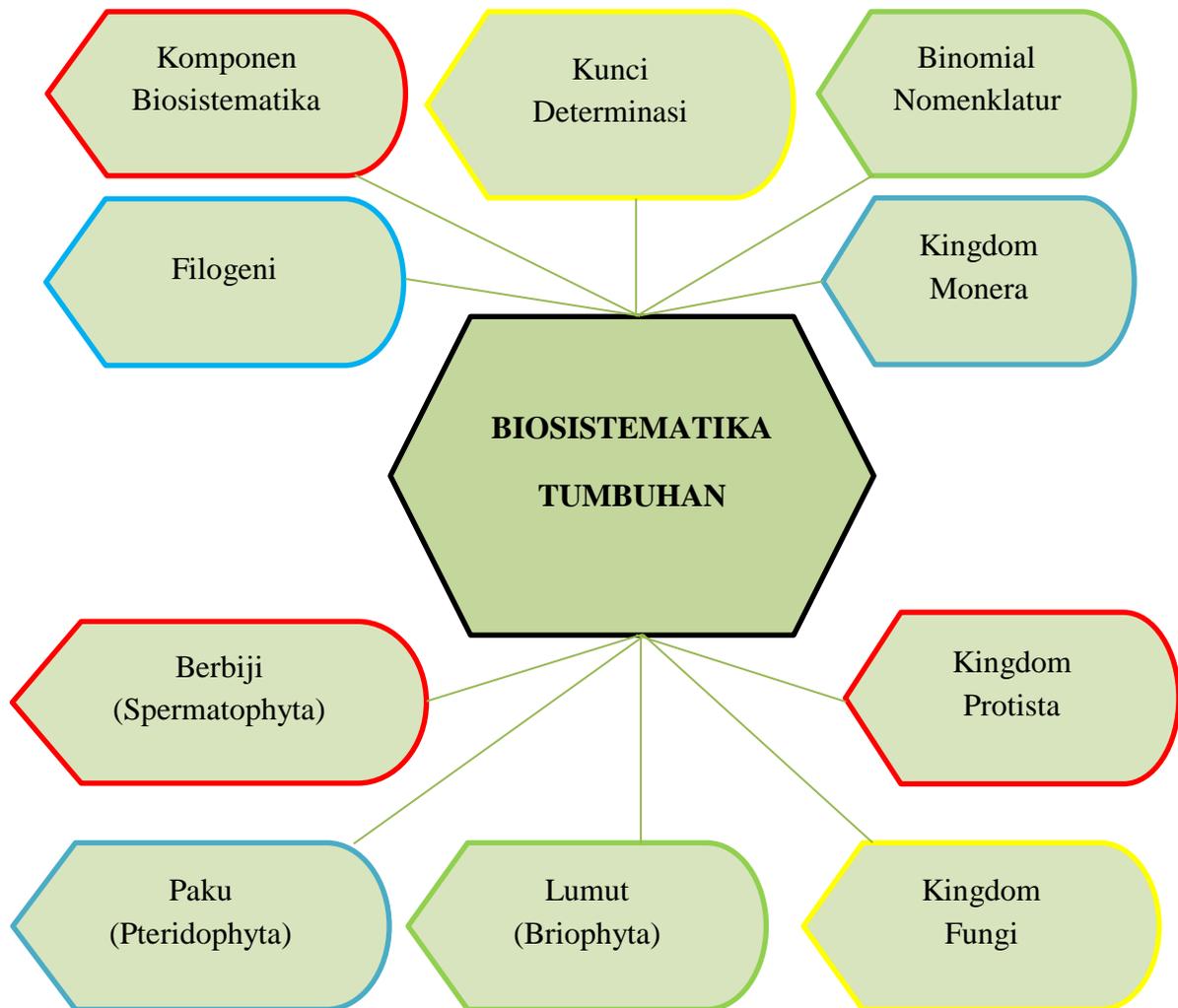
COVER.....	ii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI .....	v
PETA KONSEP .....	vii
PENDAHULUAN.....	1
BAB 1 MENGENAL BIOSISTEMATIKA.....	2
BAB 2 KUNCI DETERMINASI.....	8
BAB 3 NOMENKLATUR (TATANAMA).....	14
BAB 4 KINGDOM MONERA .....	20
BAB 5 KINGDOM PROTISTA.....	27
BAB 6 KINGDOM FUNGI.....	30
BAB 7 KINGDOM PLANTAE (BRIOPHYTA).....	52
BAB 8 KINGDOM PLANTAE (PTERIDOPHYTA).....	60
BAB 9 KINGDOM PLANTAE (SPERMATOPHYTA).....	68
BAB 10 KOMPONEN FILOGENI .....	79
GLOSARIUM.....	86
DAFTAR PUSTAKA.....	87

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 5.1 Filum Rhizopoda (Sarcodina).....	30
Gambar 5.2 Filum Ciliata .....	31
Gambar 5.3 Filum Flagellata.....	31
Gambar 5.4 filum sporozoa .....	32
Gambar 5.5 euglena viridis.....	32
Gambar 5.6 Filum Chrysophyta.....	33
Gambar 5.7 Filum Pyrrophyta.....	34
Gambar 5.8 Filum Phaeophyta.....	34
Gambar 5.9 Filum Bacillariophyta .....	35
Gambar 5.10 Filum Rhodophyta .....	36
Gambar 5.11 Filum Chlorophyta .....	36
Gambar 5.12 Filum Myxomycota.....	37
Gambar 5.13 Filum Acrasiomycota.....	38
Gambar 5.14 Filum Saprolegnia.....	39
Gambar 6.1 Zycomycota .....	45
Gambar 6.2 Ascomycota .....	47
Gambar 6.3 Basidiomycota .....	48
Gambar 6.4 Deuteromycota.....	49
Gambar 7.1 Klasifikasi Briophyta .....	54
Gambar 7.2 Struktur Lumut Daun.....	55
Gambar 7.3 Struktur Lumut Hati.....	56
Gambar 7.4 Struktur Lumut Tanduk.....	57
Gambar 8.1 Klasifikasi pteridophyta.....	62
Gambar 8.2 <i>Adiantum cuneatum</i> .....	62
Gambar 8.3 <i>Psilotum nudum</i> .....	63
Gambar 8.4 <i>Equisetum Arvense</i> .....	64
Gambar 8.5 <i>Lycopodium Clavatum</i> .....	65
Gambar 9.1 <i>Cycas Rumphii</i> .....	71
Gambar 9.2 <i>Ginkgo biloba</i> .....	72
Gambar 9.3 <i>Cupresus lusitanica</i> (cemara) .....	72
Gambar 9.4 <i>Gnetum Gnemon</i> (Pohon Melinjo).....	73
Gambar 9.5 <i>Gloriosa superba, L.</i> , (kembang sungsang) .....	74
Gambar 9.6 <i>Oriza Sativa</i> (padi), .....	74
Gambar 9.7 Tumbuhan Jahe .....	74
Gambar 9.8 <i>Musa sp</i> (pisang) .....	75
Gambar 9.9 <i>Orchida sp</i> (anggrek) .....	75
Gambar 9.10 <i>Cocos Nucifera L</i> (kelapa).....	75
Gambar 10.1 pohon filogeni .....	83

# PETA KONSEP

PETA KONSEP



## PENDAHULUAN

### PENDAHULUAN

Buku ajar Biosistematika Tumbuhan ini memiliki keunikan dan kelebihan dibandingkan dengan buku ajar lainnya karena melalui pengembangan dan perbaikan buku ajar sebelumnya. Penulisan buku ajar ini dilatar belakangi oleh belum adanya buku ajar biosistematika Tumbuhan yang valid, praktis dan efektif, serta belum adanya buku ajar terbaru yang berorientasi Higher Order Thinking Skill (HOTS) untuk mendukung pembelajaran abad 21.

Buku ajar ini memuat penjelasan mengenai definisi Biosistematika Tumbuhan yang telah disesuaikan pemilihan susunan kata dan bahasa agar mudah dipahami mahasiswa, kemudian dilengkapi dengan materi perbab yang lengkap dan diakhir bab dilengkapi dengan soal-soal berpikir kritis serta lembar penuntun praktikum sehingga dapat membantu mahasiswa untuk mencoba melalui berlatih keterampilan berpikir kritis.

Buku ajar Biosistematika Tumbuhan ini disusun dengan tujuan untuk membantu mahasiswa maupun dosen pada mata kuliah etnobotani, agar proses pembelajaran bisa berjalan lebih efektif dan efisien. Dengan mempelajari buku ajar ini pada **BAB 1**, maka anda akan memahami makna dari Biosistematika Tumbuhan beserta komponennya., **BAB 2**, anda akan memahami kunci determinasi beserta cara kerja dan contohnya., **BAB 3**, anda akan memahami nomenclatur (tatanama) suatu spesies., **BAB 4**, anda akan memahami klasifikasi dari kingdom monera, **BAB 5**, anda akan memahami klasifikasi dari kingdom protista., **BAB 6**, anda akan memahami klasifikasi dari kingdom Fungi., **BAB 7**, anda akan memahami klasifikasi dari kingdom plantae khususnya filum Briophyta., **BAB 8**, anda akan memahami klasifikasi dari kingdom plantae khususnya filum Pteridophyta., **BAB 9**, anda akan memahami klasifikasi dari kingdom plantae khususnya filum spermatophyta., **BAB 10**, anda akan memahami komponen filogeni

Buku ajar Biosistematika Tumbuhan ini diharapkan dapat membantu mahasiswa memahami materi pembelajaran Biosistematika Tumbuhan dengan baik serta diharapkan dapat bermanfaat dan berkontribusi dalam proses pembelajaran.

## BAB 1

### MENGENAL BIOSISTEMATIKA

#### Tujuan Pembelajaran:



Melalui kemampuan berpikir kritis mahasiswa mampu :

1. Menganalisis prinsip Biosistemika Tumbuhan
2. Menganalisis komponen biosistemika tumbuhan (Identifikasi, Klasifikasi)



Sumber: Muqarrobin, 2017

Gambar 1.1 Keanekaragaman Makhluk Hidup

Makhluk hidup yang ada di alam ini tidak ada yang sama persis dan tentunya memiliki berbagai macam perbedaan. Jika kita mengamati lingkungan sekitar pernah kah kita berpikir bahwa jenis tumbuhan memiliki ciri khas yang berbeda-beda tiap speciesnya. Dalam dunia tumbuhan ada beberapa bagian dari tumbuhan tersebut yang mirip dengan tumbuhan yang lain. Ternyata, dengan adanya konsep keberagaman tersebut maka diperlukan adanya suatu sistem klasifikasi yang dapat mengelompokkan makhluk hidup yang memiliki ciri-ciri atau kesamaan dan juga perbedaan ke dalam suatu kelompok tertentu sehingga muncul Biosistemika Tumbuhan. Dari uraian singkat tersebut apakah kalian mampu mendeskripsikan makna dari Biosistemika Tumbuhan?(Indikator Interpretasi, 1.3 sub klasifikasi arti)



## A. APA ITU BIOSISTEMATIKA?

Biosistematika adalah suatu cabang biologi yang mempelajari keragaman hidup yang mencakup taksonomi dan terlibat dalam rekonstruksi sejarah filogenetik (Leksono & Hakim, 2021). Biosistematika atau biologi system merupakan tiang dari ilmu taksonomi yang sering digunakan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan biodiversitas sehingga masuk ke dalam ruang lingkup sistematika. Pada dasarnya, sistematika bertujuan untuk memahami dan mendeskripsikan keanekaragaman suatu organisme, merekonstruksi hubungan kekerabatan antara organisme satu terhadap organisme lainnya, mendokumentasikan perubahan - perubahan yang terjadi selama evolusinya dan merubahnya ke dalam sebuah sistem klasifikasi yang mencerminkan evolusinya tersebut (Campbell, 2008).

Menurut Listiani (2014) objek utama biosistematika bukanlah menemukan nama tumbuhan tetapi menemukan hubungan dan kedekatan suatu organisme tumbuhan dengan yang lainnya, sehingga dapat dikenali sepenuhnya kemiripan dan perbedaannya. Karakter umum yang dimiliki bersama dan karakter spesifik yang dimiliki hanya oleh kelompoknya. Hasil analisis inilah yang nantinya dipakai untuk menata organisme tumbuhan tersebut kedalam tingkatan taksa sehingga menjadi lebih sistematis. Berdasarkan asal usulnya, suatu organisme dikarakterisasi menjadi dua jenis asal usul, monofiletik dan non-monofiletik. Biosistematika tidak dapat dipisahkan dari mekanisme atau proses klasifikasi dalam sistem evolusi yaitu suatu proses pengelompokan dengan mendasarkan pada ciri-ciri atau karakter yang dikumpulkan sebanyak mungkin yang mencakup semua aspek organisme dengan tidak memberikan prioritas pembobotan untuk satu karakter terhadap karakter lainnya.

Hingga saat ini terdapat dua metode klasifikasi yang paling banyak digunakan, yaitu (Campbell, 2008).

- a. Sistem Fenetik, yaitu sistem klasifikasi yang memandang semua karakter dengan bobot yang sama, semakin banyak kesamaan yang dimiliki maka organisme tersebut akan ditempatkan pada kelompok takson yang sama.
- b. Sistem Cladistik, yaitu sistem klasifikasi yang memberikan pembobotan pada setiap karakternya sehingga setiap karakter akan dibedakan menjadi primitif (plesiomorf) atau maju (apomorf).

Biosistematika itu sendiri terdiri dari biosistematika tumbuhan dan biosistematika hewan. Dalam buku ini akan di bahas lebih lengkap tentang

apa itu biosistematika tumbuhan. Nah anda sudah tau kan makna arti dari biosistematika? Jika sudah, dapatkah anda merumuskan hipotesis terkait komponen apa saja yang harus dipelajari dalam memahami biosistematika tumbuhan?(Indikator Inferensi, 4.2 sub merumuskan hipotesis)



## B. KOMPONEN BIOSISTEMATIKA

Seperti yang sudah kita bahas pada pengertian biosistematika sebelumnya, maka pengelompokan pada konteks keberagaman hayati sangat perlu untuk dilakukan. Dengan pengelompokan maka kita mempersempit objek kajian, sehingga akan mempermudah kita untuk mengenal, mempelajari, dan akhirnya memanfaatkan makhluk hidup untuk kepentingan manusia. Pengelompokan dapat dilakukan melalui komponen biosistematika sebagai berikut:

### 1. Identifikasi Makhluk Hidup

Identifikasi merupakan suatu proses yang dapat kita lakukan untuk menentukan atau mengetahui identitas dari suatu jenis organisme (Nasution, Nasution, & Siregar, 2021). Banyak metode yang dapat kita gunakan untuk mengetahui identitas suatu jenis organisme, diantaranya dengan konfirmasi langsung kepada ahlinya, mencocokkan dengan spesimen, atau dengan menggunakan suatu instrumen yaitu kunci identifikasi atau kunci determinasi.

Menurut Widiyadi (2009), kunci determinasi itu sendiri adalah petunjuk yang dapat digunakan untuk menentukan famili, ordo, genus atau spesies pada hewan dan tumbuhan. Kunci determinasi terdiri dari sederetan pernyataan yang terdiri dari dua baris dan berisi deskripsi dari ciri-ciri organisme yang disajikan dengan ciri yang berlawanan.

### 2. Klasifikasi Makhluk Hidup

klasifikasi merupakan pengelompokan organisme dalam sistem menurut kategori tertentu (Effendi, & Rumah, 2020). Setiap kategori mengandung sejumlah organisme dengan sifat-sifat yang sama dan mempunyai tetua yang sama. Satuan dasar untuk klasifikasi adalah jenis (spesies). Pengelompokan makhluk hidup dapat dilakukan dengan berbagai sistem. Sistem pengelompokan tersebut terbagi menjadi artifisial, natural, dan filogeni (Ngakan *et al.*, 2022).

### a. Sistem Klasifikasi Buatan (Artifisial)

Sistem klasifikasi buatan merupakan suatu cara pengelompokan berdasarkan pada karakter-karakter yang dihubungkan dengan kepentingan manusia diantaranya:

- Umur; dikenal adanya tumbuhan semusim/setahun (*annual*), contoh diantaranya Cabe, Tomat, dan Bunga Matahari. Ada juga yang tahunan, contoh diantaranya Jati, Mangga, Alpukat, dan Jambu Air.
- Kegunaannya; pengelompokan berdasarkan kegunaan misalnya tanaman pangan seperti Padi, Singkong, dan Kentang. Tanaman obat misalnya Binahong, Mahkota Dewa, dan Sirih. Tanaman perkebunan, seperti Jati, Mahoni, Gaharu, dan lain-lain.
- Habitatnya; berdasarkan habitatnya dikenal tumbuhan xerofit (tumbuhan yang dapat bertahan di daerah kering, seperti Kaktus, ada juga tumbuhan hidrofita (tumbuhan air seperti Kangkung, Genjer, Teratai, dan lain-lain).
- Kandungan gizi atau zat utamanya  
Dalam pengelompokan ini dikenal diantaranya tumbuhan sumber karbohidrat seperti Padi, Singkong, Sagu, dan lain-lain. Tumbuhan sumber protein seperti Kacang Kedelai, Kacang Tanah, dan Kacang Hijau. Tumbuhan sumber lemak seperti Kelapa Sawit, Kemiri, dan Wijen.

Materi diatas sudah di jelaskan secara lengkap pengelompokan sistem klasifikasi buatan beserta contohnya masing-masing. Selain contoh di atas, menurut pendapat anda apakah masih ada contoh lain selain contoh yang anda di sebutkan di atas? (Indikator Eksplanasi, 5.3 sub menyajikan argumen) Jika ada, bisakah kamu menyebutkan contoh lain di lingkungan sekitar? (Indikator Analisis, 2.2 sub menganalisis argumen)

### b. Sistem Klasifikasi Alami (Natural)

Pengelompokan pada sistem ini dilakukan berdasarkan pada karakter-karakter alamiah yang mudah untuk diamati, pada umumnya berasarkan karakter morfologi filogeni (Puloh, 2019). Pelopor dari sistem klasifikasi alami ini adalah Carolus Linnaeus. Ia adalah yang pertama kali meletakkan dasar-dasar klasifikasi termasuk sistem tata nama binomial *nomenclature*.

Sistem tata nama binomial *nomenclature* merupakan kaidah penamaan makhluk hidup secara universal. Dimana, merupakan aturan penamaan baku bagi semua organisme atau makhluk hidup yang terdiri

dari dua kata (binomial berarti dua nama) dari sistem taksonomi (biologi) dengan mengambil nama genus dan nama spesies.

Jika kita membahas tentang tata nama binomial *nomenclature*, kita akan mengingat ketika berada di bangku tingkat Sekolah Menengah Atas SMA yang mana kita pernah belajar tentang nama ilmiah suatu spesies. Nah, dapatkah anda mengevaluasi kembali apakah nama ilmiah dan tatanama binomial *nomenclature* memiliki makna yang sama? (Indikator Evaluasi, 3.2 menilai pernyataan)

Perbedaan dari tatanama binomial *nomenclature* dengan nama ilmiah yakni untuk tatanama binomial *nomenclature* adalah sistem atau aturan penamaan baku bagi semua organisme, sedangkan nama ilmiah atau sering juga disebut dengan nama latin yakni nama baku yang digunakan dalam bahasa latin untuk semua organisme.

### c. Sistem Klasifikasi Filogeni

Sistem klasifikasi filogeni merupakan suatu cara pengelompokan organisme berdasarkan garis evolusinya atau sifat perkembangan genetik organisme sejak sel pertama hingga menjadi bentuk organisme dewasa (Nasution, & Susilo, 2022). Sistem klasifikasi ini sangat dipengaruhi oleh perkembangan teori evolusi. Pada sistem klasifikasi ini terkadang ada organisme yang secara morfologinya berbeda, namun ternyata memiliki karakter genetik yang dekat. Biasanya klasifikasi modern ini dilakukan dengan memperhatikan kecenderungan evolusi organisme itu lebih maju atau masih primitif adalah dengan melihat pelestarian atau penyusutan dari struktur sel atau tubuhnya akibat pengaruh seleksi alam. Menurut Wardani (2022), dalam klasifikasi modern tumbuhan, Hutchinson mengemukakan pendapat diantaranya:

- 1) Tumbuhan berdaun tunggal lebih primitif dari pada berdaun majemuk
- 2) Tumbuhan dikotil lebih primitif daripada tumbuhan monokotil
- 3) Tumbuhan berbiji terbuka lebih primitif dari pada tumbuhan berbiji tertutup
- 4) Tumbuhan berbunga dengan benang sari dan putik yang banyak lebih primitif dari pada tumbuhan berbunga dengan benang sari dan putik sedikit.
- 5) Tumbuhan berbunga mahkota lepas-lepas lebih primitif dari pada tumbuhan berbunga mahkota bersatu.

## KESIMPULAN

1. Biosistematika adalah suatu cabang biologi yang mempelajari keragaman hidup yang mencakup taksonomi dan terlibat dalam rekonstruksi sejarah filogenetik. Biosistematika atau biologi system merupakan tiang dari ilmu taksonomi yang sering digunakan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan biodiversitas sehingga masuk ke dalam ruang lingkup sistematika.
2. Komponen pengelompokan biosistematika di bagi menjadi 2 yakni identifikasi makhluk hidup dan klasifikasi makhluk hidup
3. Identifikasi merupakan suatu proses yang dapat kita lakukan untuk menentukan atau mengetahui identitas dari suatu jenis organisme dengan cara kunci determinasi
4. Sistem pengelompokan tersebut terbagi menjadi artifisial, natural, dan filogeni

## LATIHAN

Jawablah pertanyaan berikut dengan jawaban yang tepat!

1. Setelah mempelajari materi tentang pengertian biosistematika beserta komponennya maka dapatkan anda menjelaskan kembali sesuai dengan pemahaman kamu makna dari biosistematika? (Indikator Eksplanasi, 5.1 sub menyatakan hasil)
2. Salah satu komponen biosistematika tumbuhan yakni dengan sistem klasifikasi. Analisislah mengapa sistem klasifikasi menjadi konsep yang sangat penting dalam biosistematika? (Indikator Analisis, 2.1 sub pengkajian ide ide)

Selamat Mengerjakan 😊

## BAB 2

### KUNCI DETERMINASI

#### Tujuan Pembelajaran:



Melalui kemampuan berpikir kritis mahasiswa mampu:

1. Menganalisis makna Kunci Determinasi
2. Menganalisis cara kerja Kunci Determinasi
3. Menganalisis contoh Kunci Determinasi Tumbuhan



Sumber: Dokumen pribadi, 2022

Gambar 2.1 Kegiatan pengamatan oleh mahasiswa

Sebelumnya kita telah belajar beberapa komponen dalam biosistematika tumbuhan, salah satunya adalah mempelajari kunci determinasi. Sebelum sampai pada tahap pemberian nama kita harus melewati proses asal usul tumbuhan tersebut dengan cara menentukan melalui kunci determinasi.

Pada bab sebelumnya sudah dibahas sedikit terkait dengan makna kunci determinasi atau kunci identifikasi. Nah untuk itu masih ingatkah anda makna kunci determinasi? (Indikator Inferensi, 4.1 sub mempertanyakan bukti) Dan cobalah untuk membuat hipotesis terkait bagaimana cara pelaksanaan dan prosesnya? (Indikator Inferensi, 4.2 menduga alternatif)



## A. APA ITU KUNCI DETERMINASI?

Istilah determinasi diambil dari bahasa Inggris *to determine* artinya menentukan, memastikan. Determinasi yaitu membandingkan suatu tumbuhan dengan satu tumbuhan lain yang sudah dikenal sebelumnya (dicocokkan atau dipersamakan) (Ulfa,2021). Secara umum, pengertian kunci determinasi adalah petunjuk yang dapat digunakan untuk menentukan famili, ordo, genus atau spesies pada hewan dan tumbuhan. Kunci determinasi terdiri dari sederetan pernyataan yang terdiri dari dua baris dan berisi deskripsi dari ciri-ciri organisme yang disajikan dengan ciri yang berlawanan (Septianingsih, 2021).

Menurut Purba (2022) kunci determinasi adalah serangkain pernyataan khusus yang sengaja dirancang untuk mengidentifikasi makhluk hidup yang sedang diteliti. Setiap pernyataan dapat dibuat dengan dua kemungkinan jawaban dan tiap jawaban mengarah pada pernyataan lainnya hingga didapatkan satu jawaban.

Kunci determinasi dibuat secara bertahap, mulai dari bangsa, suku, marga, atau jenis dan seterusnya. Ciri-ciri makhluk hidup disusun sedemikian rupa sehingga selangkah demi selangkah si pemakai kunci memilih satu di antara dua atau beberapa sifat yang bertentangan. Demikian seterusnya, sampai akhirnya didapatkan suatu jawaban berupa identitas tumbuhan yang diinginkan. Misalnya jika kita akan mengelompokkan berbagai jenis tumbuhan di lingkungan berdasarkan morfologi bunga, buah, daun, batang, dan akar, maka kita harus memahami berbagai tipe morfologi dari organ-organ tumbuhan tersebut. Agar dapat digunakan oleh orang lain, maka istilah yang digunakan harus istilah ilmiah yang umum.

Setelah mempelajari kunci determinasi di atas, anda pastinya telah memahami apa itu kunci determinasi, jika sudah memahami makna dari kunci determinasi, anda cobalah untuk menganalisis cara kerja atau cara pelaksanaan kunci determinasi?(Indikator Analisis, 2.1 pengkajian ide ide)



## B. CARA KERJA KUNCI DETERMINASI

Untuk memudahkan dalam pembuatan kunci determinasi, pernyataan yang dibuat pertama kali adalah pernyataan mengenai sifat ciri morfologi yang paling umum terlebih dahulu, kemudian diikuti dengan sifat ciri yang semakin spesifik. Sifat morfologi tumbuhan tersebut seperti posisi, bentuk,

ukuran dan jumlah bagian-bagian daun, bunga, buah dan lain lainnya. Proses dan cara membuat kunci determinasi menurut Arifin (2016), disajikan sebagai berikut:

1. Pisahkan bahan-bahan menjadi dua golongan yang mempunyai sifat-sifat jelas berbeda.
2. Tentukan sifat-sifat yang berlawanan sebagai pembeda satu dan lainnya, sehingga kedua bait membentuk suatu perbandingan yang berlawanan.
3. Bila salah satu bait menunjukkan suatu takson tertentu (OTU) maka sifat-sifat yang dimiliki oleh takson ini digambarkan secara definitif. Sementara itu, bait yang lain tak perlu definitif (karena bisa dipecah lagi).
4. Pokok (subyek) dalam kedua bait dari suatu kuplet harus sama.
5. Sebaliknya pokok (subyek) dari kuplet berikutnya untuk menuju pada suatu takson, harus diusahakan jangan menggunakan pokok yang sama lagi, agar diperoleh gambaran yang lebih banyak dari pada takson tersebut.
6. Hindarkan penggunaan yang “*overlapping*” atau keterangan yang bersifat perbandingan. Misalnya:
  - a. (1). Bunga majemuk tandan; pedicellus 4-6 cm.  
(2). Bunga majemuk tandan atau bulir, pedicellus 6-10 cm. atau
  - b. (1). Infloresen dengan pedunculus panjang; daun sangat lebar.  
(2). Infloresen dengan pedunculus pendek; daun lebih sempit.Pada contoh (I) terdapat “*overlapping*” yakni pada a(1) dan a(2): tandan 6 cm. Ini berarti bila kita mendapat suatu bahan yang dideterminasi dengan bunga majemuk bentuk tandan maka tak diketahui apakah masuk a(1) atau a(2). Juga ukuran 6 cm. Hal yang sama terjadi pada keterangan b(1) dan b(2): lebih sempit, berarti harus membandingkan dengan yang lain sedangkan penggunaan kunci ini justru untuk mendeterminasi bahan yang tak dapat dibandingkan dengan yang lain.
7. Gunakan sedapat mungkin sifat-sifat makroskopis dalam memisahkan taksa. Data-data sitologis yang harus menggunakan mikroskop tidak praktis. Juga hindarkan penggunaan dasar penggolongan pada penyebaran geografis, sebab sulit diketahui batas-batasnya. Jumlah kromosom meskipun penting sebagai sifat biologis tetapi tidak akan berarti dalam mendeterminasikan tumbuh-tumbuhan secara praktis. Tumbuh-tumbuhan yang berumah dua, sebaiknya dibuatkan kunci pada bait-bait terpisah bagian bunga jantan dan bunga betina.



### C. CONTOH KUNCI DETERMINASI

Contoh Kunci Determinasi Pada Tumbuhan diadaptasi dari Ulfa (2021):

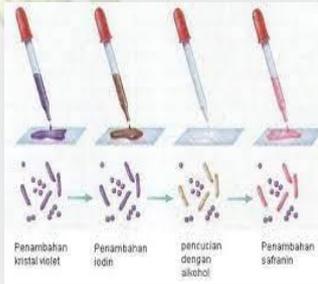
1. a. Tumbuhan dengan batang tidak sejati ..... 2 (bila ya lanjutkan ke nomor 2)  
b. Tumbuhan dengan batang sejati ..... 3 (bila ya lanjutkan ke nomor 3)
2. a. Pada batang tidak diketemukan pembuluh ..... Lumut daun (bila ya jawabannya lumut daun)  
b. Pada batang terdapat jaringan pembuluh ..... 3 (bila ya lanjutkan ke nomor 3)
3. a. Tumbuhan tidak berbunga ..... 4 (bila ya lanjutkan ke nomor 4)  
b. Tumbuhan berbunga ..... 4 (bila ya lanjutkan ke nomor 4)
4. a. Pada daun terdapat bintik kuning atau coklat.....Tumbuhan paku (bila ya jawabannya tumbuhan paku)  
b. Pada daun tidak diketemukan adanya bintik kuning atau coklat ..... 5 (bila ya lanjutkan ke nomor 5)
5. a. Tumbuhan tidak dengan bunga sejati .....Gymnospermae (bila ya jawabannya Gymnospermae)  
b. Tumbuhan dengan bunga sejati ..... 6 (bila ya lanjutkan ke nomor 6)
6. a. Berakar serabut ..... 7 (bila ya lanjutkan ke nomor 7)  
b. Berakar tunggang ..... 8 (bila ya lanjutkan ke nomor 8)
7. a. Batang berongga .....Padi (bila ya jawabannya padi)  
b. Batang tidak berongga .....Jagung (bila ya jawabannya jagung)
8. a. Bunga berbentuk kupu-kupu .....Kacang (bila ya jawabannya kacang)  
b. Bunga berbentuk terompet .....Terung (bila ya jawabannya terung)

Sesuai kunci tersebut, maka diperoleh nomor kunci dan nama makhluk hidupnya sebagai berikut.

- Nomor Kunci : 1a - 2a ; nama makhluk: lumut daun
- Nomor Kunci : 1b - 3a - 4a ; nama makhluk: tumbuhan paku
- Nomor Kunci : 1b - 3b - 4b - 5a ; nama makhluk: Gymnospermae
- Nomor Kunci : 1b - 2b - 3b - 4b - 5a - 6a - 7a ; nama makhluk: padi
- Nomor Kunci : 1b - 2b - 3b - 4b - 5a - 6a - 7b ; nama makhluk: jagung
- Nomor Kunci : 1b - 2b - 3b - 4b - 5b - 6b - 7b - 8a ; nama makhluk: kacang
- Nomor Kunci : 1b - 2b - 3b - 4b - 5b - 6b - 7b - 8b ; nama makhluk: terung

### SEKILAS INFO

Kunci determinasi dapat digunakan untuk seluruh makhluk hidup, tanpa terkecuali pada Bakteri. Penentuan kunci determinasi untuk menentukan spesies kultur bakteri dengan menggunakan metode pewarnaan gram, pewarnaan spora dan uji biokimia.



### KESIMPULAN

1. Kunci Determinasi adalah petunjuk yang dapat digunakan untuk menentukan famili, ordo, genus atau spesies pada hewan dan tumbuhan. Kunci determinasi terdiri dari sederetan pernyataan yang terdiri dari dua baris dan berisi deskripsi dari ciri-ciri organisme yang disajikan dengan ciri yang berlawanan.
2. Cara kerja dalam pembuatan kunci determinasi yang dibuat pertama kali adalah pernyataan mengenai sifat ciri morfologi yang paling umum terlebih dahulu, kemudian selanjutnya diikuti dengan sifat ciri yang semakin spesifik. Sifat morfologi tumbuhan tersebut seperti posisi, bentuk, ukuran dan jumlah bagian-bagian daun, bunga, buah dan lain lainnya.

## LATIHAN

Jawablah pertanyaan berikut dengan tepat!

1. Sebelumnya kita telah belajar beberapa komponen dalam biosistemika tumbuhan, salah satunya adalah mempelajari kunci determinasi. ketika kita mempelajari keberagaman akan menghasilkan berupa nama kingdom, suku maupun spesies tertentu yang kita teliti. Sebelum sampai pada tahap pemberian nama, kita harus memahami proses asal usul tumbuhan tersebut dengan cara menentukannya melalui kunci determinasi. Deskripsikan kembali makna kunci determinasi? (**Indikator Interpretasi, 1.3 klasifikasi arti** )
2. Dalam proses pembuatan kunci determinasi, lakukan identifikasi kembali mengapa harus menghindari penggunaan dasar penggolongan pada penyebaran geografis? (**Indikator Analisis, 2.1 pengkajian ide-ide**)
3. Menurut anda, bagaimana dengan pembuatan kunci determinasi pada tumbuhan yang berumah dua? (**Indikator Evaluasi, 3.2 menilai argumen**)

Selamat Mengerjakan 😊

## MENCOBA YUK

Mencoba menyusun kunci determinasi yuk, dengan mengikuti langkah di bawah ini:

1. Sebelum memulai, pastikan anda sudah menyiapkan alat tulis terlebih dahulu
2. Pergilah keluar kelas menuju halaman yang banyak ditumbuhi berbagai macam tumbuhan,
3. Tentukan tumbuhan yang akan diteliti kemudian amati ciri-ciri pada masing-masing tumbuhan tersebut
4. Amati juga bagian bunga, buah dan biji dibuka untuk diamati.
5. Buatlah catatan selengkap mungkin untuk ciri tumbuhan yang diamati dengan rapi dan jelas
6. Buatlah No. kunci determinasi dengan ciri-ciri yang berlawanan dengan sejujurnya
7. Berilah No. secara berurutan pada kunci dikotom yang kamu buat.

Selamat Mencoba 😊

## BAB 3

### NOMENKLATUR (TATANAMA)

#### Tujuan Pembelajaran:



Melalui kemampuan berpikir kritis mahasiswa mampu :

1. Menganalisis makna nomenklatur/tatanama
2. Mengkategorikan tujuan penulisan nomenklatur/tatanama
3. Mengevaluasi aturan yang digunakan dalam penulisan nomenklatur/tatanama



Sumber: Yaniar, 2019

Gambar 3.1 Mangga

Kita sadar nggak sih, di bumi ini ada sekitar 8,7 juta jenis hewan dan tumbuhan? Wah, nggak terbayang kan banyaknya? Kita bisa lihat di lingkungan sekitar misalnya buah mangga yang ternyata banyak jenisnya seperti mangga arum manis, golek, apel dan jenis lainnya. Apa yang anda lakukan untuk membedakan penyebutan jenis-jenis mangga tersebut? (Indikator Analisis, 2.1 sub pengkajian ide-ide)

Dalam sains, ada metode tersendiri untuk membedakan nama tersebut meskipun dalam jenis yang sama, metode ini adalah tatanama binomial *nomenklatur*. Sebenarnya bagaimana sih aturan penamaan tatanama binomial nomenklatur? Boleh nggak ya kita bikin nama ilmiah sendiri? (Indikator Inferensi, 4.2 sub Menduga alternatif).



## A. APA ITU NOMENKLATUR (TATANAMA)

**Tata nama binomial atau binomial nomenklatur** merupakan aturan penamaan baku bagi semua organisme (makhluk hidup) yang terdiri dari dua kata (*binomial* berarti 'dua nama') dari sistem taksonomi (biologi), dengan mengambil nama genus (marga) dan nama spesies (jenis) (Zapino, & Fitri, 2022). Binomial Nomenklatur atau sistem tata nama ganda adalah kaidah penamaan makhluk hidup secara universal yang merupakan aturan penamaan baku bagi semua organisme atau makhluk hidup yang terdiri dari dua kata (*binomial* berarti dua nama) dari sistem taksonomi (biologi) dengan mengambil nama genus dan nama spesies (Rofifah, 2022). Nama yang dipakai adalah nama ilmiah atau *scientific name*, dimana nama baku yang diberikan dalam bahasa latin atau bahasa lain yang dilatinkan.

Jika kita membahas tentang tata nama binomial *nomenclature*, kita akan ingat ketika berada di bangku tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA) yang mana kita pernah belajar tentang nama ilmiah suatu spesies. Nah, apakah nama ilmiah dan tatanama binomial *nomenclature* memiliki makna yang sama? (Indikator Evaluasi, 3.1 sub menilai pernyataan)

Menurut Kameswari, (2022), perbedaan dari tatanama binomial *nomenclature* dengan nama ilmiah yakni untuk tatanama binomial *nomenclature* adalah sistem atau aturan penamaan baku bagi semua organisme, sedangkan nama ilmiah atau sering juga disebut dengan nama latin yakni nama baku yang digunakan dalam bahasa latin atau bahasa yang di latinkan untuk semua organisme.

Setelah mengetahui lebih mendalam makna dari tatanama binomial *nomenklatur* dapatkah anda menjelaskan mengapa harus ada tatanama binomial *nomenclatur* dalam organisme makhluk hidup? (Indikator Explanasi, 5.3 sub menyajikan argumen)



## B. TUJUAN PENULISAN TATANAMA NOMENKLATUR (TATANAMA)

Adapun tujuan secara umum dari penamaan binomial *nomenclatur* (Kurniawan, Aristoteles, & Amirudin, 2016) :

1. Mengidentifikasi hubungan kekerabatan masing-masing organisme
2. Menyeragamkan penamaan organisme di seluruh dunia
3. Memudahkan penamaan organisme yang baru ditemukan
4. Memudahkan penyebutan nama.

Penulisan tatanama binomial *nomenclatur* selalu menggunakan bahasa latin atau bahasa yang dilatinkan, mengapa harus menggunakan bahasa latin atau bahasa yang dilatinkan?(Indikator Inferensi, 4.1 sub mempertanyakan bukti)

Untuk mengatasi permasalahan keanekaragaman sebutan dari berbagai bahasa, para ahli biologi membuat sistem penamaan yang berlaku secara universal. Bahasa yang disepakati untuk digunakan adalah Bahasa Latin. Penggunaan bahasa latin dengan tujuan untuk keseragaman dan untuk menghilangkan kerancuan serta perbedaan terhadap suatu individu (spesies). Selain tujuan yang telah dijelaskan di atas, alasan lain penamaan ilmiah menggunakan bahasa latin yakni (Tsalatsatunisa *et al*, 2020):

1. Bahasa latin memiliki makna yang luas dengan kata yang singkat
2. Bahasa latin banyak digunakan oleh berbagai bahasa pada berbagai bangsa dan negara
3. Bahasa latin mudah dimengerti oleh ahli-ahli pengetahuan
4. Bahasa latin merupakan bahasa yang ideal untuk digunakan dalam mengidentifikasi suatu karakter makhluk hidup.



#### ATURAN PENULISAN NOMENKLATUR (TATANAMA)

Penulisan nomenklatur atau natanama tumbuhan mempunyai beberapa aturan, aturan-aturan tersebut dapat dilihat sebagai berikut (Tsalatsatunisa *et al*, 2020):

1. Aturan penulisan dalam tatanama binomial selalu menempatkan nama ("epitet" dari epithet) genus di awal dan nama ("epitet") spesies mengikutinya.

**Contoh:**



**Sumber:** Dewa, 2022

*Panthera tigris* (Harimau)  
Panthera adalah nama genus,  
tigris adalah keterangan  
spesies.

2. Nama genus selalu diawali dengan huruf kapital (huruf besar, uppercase) dan nama keterangan spesies selalu diawali dengan huruf biasa (huruf kecil, lowercase).

3. Penulisan nama ini tidak mengikuti tipografi yang menyertainya (artinya, suatu teks yang semuanya menggunakan huruf kapital/balok, misalnya pada judul suatu naskah, tidak menjadikan penulisan nama ilmiah menjadi huruf kapital semua) kecuali untuk hal-hal berikut:
  - a. Pada teks dengan huruf tegak (huruf latin), nama ilmiah ditulis dengan huruf miring (huruf italic), dan sebaliknya. Contoh: *Glycine soja*, *Pavo muticus*. Perlu diperhatikan bahwa cara penulisan ini adalah konvensi yang berlaku saat ini sejak awal abad ke-20. Sebelumnya, seperti yang dilakukan pula oleh *Carolus Linnaeus*, nama atau epitet spesies diawali dengan huruf besar jika diambil dari nama orang atau tempat.
  - b. Pada teks tulisan tangan, nama ilmiah diberi garis bawah yang terpisah untuk nama genus dan keterangan spesies.
4. Nama lengkap (untuk hewan) atau singkatan (untuk tumbuhan) dari orang yang memberi nama (autoritas) boleh diberikan dibelakang nama spesies, dan ditulis dengan huruf tegak (latin) atau tanpa garis bawah (jika tulisan tangan). Jika suatu spesies digolongkan dalam genus yang berbeda dari yang berlaku sekarang, nama autoritas ditulis dalam tanda kurung.

**Contoh:** *Glycine max* Merr, *Passer domesticus*

5. Pada penulisan teks yang menyertakan nama umum/trivial, nama ilmiah biasanya menyusul dan diletakkan dalam tanda kurung.

**Contoh:** Pada suatu judul: "Pengujian Daya Tahan Kedelai (*Glycine max* Merr.) Terhadap Beberapa Tingkat Salinitas". (Penjelasan: Merr. adalah singkatan dari autoritas (dalam contoh ini E.D. Merrill) yang hasil karyanya diakui untuk mendeskripsi *Glycine max*. Nama *Glycine max* dimuat dalam judul karena ada spesies lain, *Glycine soja*, yang juga disebut kedelai.).

6. Nama ilmiah ditulis lengkap apabila disebutkan pertama kali. Penyebutan selanjutnya cukup dengan mengambil huruf awal nama genus dan diberi titik lalu nama spesies secara lengkap.

**Contoh:** "Tumbuhan dengan bunga terbesar dapat ditemukan di hutan-hutan Bengkulu, yang dikenal sebagai padma raksasa (*Rafflesia arnoldii*). Di Pulau Jawa ditemukan pula kerabatnya, yang dikenal sebagai R. patma, dengan ukuran bunga yang lebih kecil".

7. Singkatan "sp." (dalam zoologi) atau "spec." (botani) digunakan jika nama spesies tidak dapat atau tidak perlu dijelaskan. Singkatan "spp." (dalam zoologi dan botani) merupakan bentuk jamak.

**Contoh:** *Canis sp.*, berarti suatu jenis dari genus *Canis* (anjing); *Adiantum spp.*, berarti jenis-jenis *Adiantum* (kemboja Jepang).

8. Sering dikacaukan dengan singkatan sebelumnya adalah singkatan "ssp." (zoologi) atau "subsp." (botani) yang menunjukkan subspecies yang belum diidentifikasi. Singkatan ini berarti "subspecies", dan bentuk jamaknya "sspp." atau "subssp."
9. Singkatan "cf." (dari confer) dipakai jika identifikasi nama belum pasti.  
**Contoh:** *Corvus cf. splendens* berarti "sejenis burung mirip dengan gagak (*Corvus splendens*) tetapi belum dipastikan sama dengan spesies ini".
10. Singkatan-singkatan yang tidak termasuk dalam nama Latin spesies, seperti "sp.", "ssp.", nama autoritas  
**Contoh:** "*Cocos nucifera* L.": L di sini merupakan singkatan dari Linnaeus, tetapi namanya bukan merupakan bagian dari nama Latin yang diberikan, dan sebagainya tidak perlu ditulis secara italik atau digaris bawah.

## KESIMPULAN

1. Tata nama binomial atau binomial nomenklatur merupakan aturan penamaan baku bagi semua organisme (makhluk hidup) yang terdiri dari dua kata (binomial berarti 'dua nama') dari sistem taksonomi (biologi), dengan mengambil nama genus (marga) dan nama spesies (jenis)
2. Tujuan adanya tatanama binomial nomenclature yakni Mengidentifikasi hubungan kekerabatan masing-masing organisme, Menyeragamkan penamaan organisme di seluruh dunia, Memudahkan penamaan organisme yang baru ditemukan, Memudahkan penyebutan nama
3. Penulisan nomenklatur atau tatanama tumbuhan mempunyai beberapa aturan yang harus dipenuhi

## LATIHAN

Jawablah pertanyaan berikut dengan tepat!

1. Setelah mempelajari lebih lengkap terkait dengan materi binomial nomenclatur yang mana dalam penulisannya memiliki tujuan. Jelaskan kembali tujuan adanya penulisan binomial nomenclature tersebut?  
(Indikator analisis, 2.1 sub pengkajian ide)
2. Dalam aturan penulisan tatanama terdapat aturan yang mengatakan "Penulisan nama tidak mengikuti tipografi yang menyertainya". Bagaimana pendapat anda terkait dengan pernyataan tersebut? (Indikator Evaluasi, 3.2 sub menilai argumen )
3. Penulisan binomial nomenclature selalu menggunakan bahasa latin, menurut pendapat anda apakah boleh menggunakan bahasa lain selain bahasa latin dan kemukakan alasannya?  
(Indikator Explanasi, 5.3 sub menyajikan argumen)

Selamat Mengerjakan 😊

## MENCOBA YUK

Dari bab sebelumnya anda telah mencoba untuk membuat kunci determinasi dari beberapa tumbuhan yang telah anda pilih sebelumnya. Dari kunci determinasi yang telah didapat, cobalah untuk menentukan nama ilmiah dengan menggunakan aturan binomial nomenclature yang telah anda pelajari pada bab ini.

Selamat Mencoba 😊

## BAB 4

### KINGDOM MONERA

#### Tujuan Pembelajaran:



Melalui kemampuan berpikir kritis mahasiswa mampu :

1. Menganalisis ciri-ciri pembeda pada taksa kingdom monera
2. Menganalisis prinsip klasifikasi kingdom monera



Sumber. Dokumen pribadi, 2022

Gambar 4.1 Pengamatan menggunakan mikroskop

Mungkin kita sering mendengar kata “bakteri” di kehidupan sehari-hari, entah itu dari iklan sabun, iklan pembersih maupun iklan obat tertentu. Sebenarnya apa sih bakteri itu? (Indikator Interpretasi, 1.3 sub klasifikasi arti)

Beberapa kingdom yang kita pelajari salah satunya kingdom monera, yang mana kingdom monera tersebut disebut juga dengan sebutan “bakteri”. Kelompok bakteri memiliki ukuran yang mikroskopis dan tidak bisa dilihat dengan kasat mata artinya harus menggunakan alat bantu seperti mikroskop untuk dapat melihat struktur dari bakteri tersebut.

Tentu kingdom monera tersebut mempunyai banyak jenis yang berbeda-beda, apa yang akan kamu lakukan untuk mengetahui morfologi bakteri berdasarkan bentuk maupun kegunaannya? (Indikator Inferensi, 4.2 sub menduga alternatif)



## A. APA ITU MONERA?

**Monera** adalah organisme uniseluler atau organisme satu sel. Monera berasal dari kata "*moneres*" dari bahasa Yunani yang berarti tunggal (Favor, 2016). Struktur makhluk hidup ini sederhana, terdiri hanya dari satu sel hidup, inti selnya belum memiliki membran inti (kariotik) sehingga disebut prokariotik, artinya memiliki nucleus inti sel atau organel tetapi tidak memiliki membran (selaput) inti sel, seperti mitokondria, kloroplas, dan badan Golgi (Garcia *et al*, 2022). Dinding selnya terbuat dari peptidoglikan yang tahan terhadap tekanan osmotik hingga 25 kali tekanan atmosfer. Oleh sebab itu, nama lain Monera adalah Prokaryota atau prokariotik, organisme yang sudah memiliki membran inti disebut eukariotik. Kingdom atau kelompok ini juga kita kenal dengan nama bakteri (Black & Laura, 2020). Bakteri berasal dari kata "*bakterion*" yang bermakna batang yang sangat kecil. Sel prokariotik adalah sel yang tidak memiliki nukleus (inti sel yang terbungkus membran) dan tidak berklorofil serta berkembang biak dengan membelah diri, yaitu pembelahan biner dan berkoloni dalam biakan hidup (Usmiyatun, 2015).



## B. KLASIFIKASI MONERA

Setelah mengetahui makna arti serta bentuk kingdom monera, cobalah untuk membuat hipotesis terkait dengan bentuk, habitat dan pengelompokan kingdom monera? (Indikator Inferensi, 4.1 sub menduga alternatif)

Kelompok utama di dalam Kingdom Monera adalah Eubacteria (Bakteri) dan Archaeobacteria (Archaea). Meskipun keduanya bersifat prokariot, Eubacteria dan Archaeobacteria memiliki perbedaan yang signifikan.

### A. EUBACTERIA (BAKTERI)

#### 1 Apa itu Eubacteria?

Secara umum, pengertian Eubacteri (bakteri) adalah organisme uniseluler (bersel satu) yang tidak memiliki membran inti sel (prokariotik) dan umumnya tidak berklorofil pada dinding selnya. Istilah Eubacteria berasal dari bahasa Yunani yaitu dari kata *eu*, yang berarti sejati (Vabyo, 2021). Eubacteria meliputi sebagian besar organisme prokariotik yang hidup dimanapun (kosmolipit). Eubacteria disebut juga dengan Bacteria atau bakteri. Bakteri atau eubacteria memiliki struktur tubuh yang terdiri dari struktur

bagian luar sel, struktur bagian dalam sel, flagela, dan pili atau fimbriae (Fransiska, Yeni, & Titin, 2021).

## 2 Klasifikasi Eubakteria

Berdasarkan cara memperoleh makanan (Fransiska, Yeni, & Titin, 2021).

### a. Bakteri Heterotrof

Bakteri jenis ini tidak mampu menyusun makanan sendiri, yang dibagi menjadi dua sifat yakni:

(1) Parasit: mengambil nutrisi dari organisme yang masih hidup.

**Contohnya** *Escherichia coli* yang bisa di jumpai dalam usus manusia penyebab penyakit.

Bakteri *Escherichia coli* dapat dijumpai dalam usus manusia, tentu kita tahu bahwa bakteri tersebut tergolong dalam bakteri yang merugikan. Lalu bagaimana pendapat anda apabila bakteri *Escherichia coli* tersebut masuk dan berkembang biak di dalam usus manusia? (Indikator Eksplanasi, 5.3 sub menyajikan argumen), dan apa yang akan anda lakukan jika bakteri *Escherichia coli* berkembang biak dalam usus manusia? (indikator analisis, 2.1 sub pengkajian ide ide)

Manusia dapat terinfeksi bakteri *Escherichia coli* melalui kontak dengan makanan atau air yang terkontaminasi dengan E.coli. Bakteri ini juga bisa menular melalui manusia ke manusia jika terdapat interaksi yang cukup dekat. Misalnya, berada di tempat seperti penampungan, pusat penitipan anak dan perkampungan kumuh. Adapun gejala-gejala yang disebabkan infeksi bakteri ini biasanya berupa gangguan pencernaan akut, demam dan kadang-kadang muntah. Jika infeksi tersebut tergolong ringan, seseorang tersebut dapat sembuh dalam waktu lima sampai tujuh hari. Oleh karena itu, penggunaan antibiotik umumnya mampu untuk mengatasi masalah tersebut. Tindakan pencegahan yang bisa kita lakukan adalah memastikan jika makanan dan minuman yang kita konsumsi dimasak dengan baik. Selain itu, peralatan yang digunakan juga higienis dan bersih. Jika gemar mengkonsumsi makanan yang mentah, maka harus membersihkannya terlebih dahulu dengan menggunakan garam.

(2) Saprofit yang mengambil nutrisi dari organisme yang telah mati.

**Contohnya** *Mycobacterium tuberculosis*.

b. Bakteri Autotrof

Bakteri jenis ini dapat menyusun makanannya sendiri, yang terdiri dari dua sifat yakni:

(1) fotoautotrof yakni menggunakan sumber energi cahaya matahari, Contohnya bakteri hijau (bakterioklorofil) dan bakteri ungu (bakteriopurpurin)

(2) Kemoautotrof yakni menggunakan sumber energi kimia, Contohnya Nitrobacter, Nitrosomonas, dan Nitrosococcus

Berdasarkan kebutuhan oksigen (Vabyo, 2021):

a. Bakteri Aerob yakni bakteri yang membutuhkan O<sub>2</sub> bebas, Contohnya *Nitrosomonas* dan *Mycobacterium tuberculosis*.

b. Bakteri Anaerob yakni bakteri yang tidak membutuhkan O<sub>2</sub> bebas, Contohnya *Clostridium tetani* dan bakteri *denitrifikasi*

Berdasarkan letak flagel eubacteria (Wiratna, 2021):

a. Atrik adalah bakteri yang tidak memiliki flagela.

b. Monotrik adalah bakteri yang memiliki satu flagela dan melekat pada salah satu ujung sel.

c. Lofotrik adalah bakteri yang memiliki banyak flagela dan melekat pada salah satu ujung sel.

d. Amfitrik adalah bakteri yang memiliki satu flagela dan masing-masing melekat pada kedua ujung sel.

e. Peritrik adalah bakteri yang memiliki flagela yang tersebar pada seluruh permukaan sel.

Berdasarkan bentuk eubacteria (Wiratna, 2021):

a. Basil (Batang)

Bakteri berbentuk batang dibedakan menjadi tiga yakni:

1) Monobasil (batang tunggal), Contohnya: *Escherichia coli* dan *Lactobacillus casei*.

2) Diplobasil (batang berkelompok dua-dua), Contohnya: *Salmonella typhosa*.

3) Streptobasil (rantai batang), Contohnya: *Azotobacter* dan *Bacillus anthracis*.

b. Kokus (Bola)

Bakteri berbentuk bola dibedakan menjadi empat yakni:

1) Monokokus (tunggal), Contohnya: *Micrococcus luteus*,

2) Diplokokus (bola berkelompok dua-dua), Contohnya: *Diplococcus pneumoniae* (penyebab penyakit radang paru-paru),

- 3) Streptokokus (bentuk rantai), Contohnya: *Streptococcus thermophilus* (untuk membuat yoghurt).
  - 4) Stafilokokus (menggerombol seperti anggur), Contohnya: *Staphylococcus aureus*.
  - 5) Sarkina (bentuk kubus), Contohnya: *Sarcina lutea*.
- c. Spirillum (Spiral atau Seperti Huruf S)
- Bakteri berbentuk spiral dibedakan menjadi dua yakni:
- 1) Koma, contohnya: *Vibrio cholerae* (penyebab penyakit kolera).
  - 2) Spirokaeta (spiral dan berekor, contohnya: *Spirochaeta pallida* atau *Treponema pallidum* (penyebab penyakit raja singa atau sifilis).

## B ARCHAEBACTERIA

### 1 Apa itu Archaeobacteria?

Archaeobacteria, atau sering juga disebut *Archaea*, adalah kelompok mikroorganisme prokariot selain Eubacteria. *Archaeobacteria* merupakan organisme yang tertua dan sederhana di bumi ini, berbeda dengan Eubacteria karena dinding selnya tidak mengandung peptidoglikan dan bersifat prokariotik (Campbell, 2001). Ciri khas *Archaea* adalah mampu hidup di lingkungan yang tidak dapat ditinggali sebagian besar kelompok makhluk hidup seperti sumber air panas vulkanik atau lingkungan dengan kadar garam berkali-kali lipat lebih tinggi dari air laut. Menurut Mayesha (2021) Struktur tubuh dari archaeobacteria memiliki kromosom berbentuk sirkular. Fungsinya adalah untuk menyimpan materi genetik, yaitu DNA yang dapat digunakan untuk reproduksi dan untuk hidup selnya.

#### a. Klasifikasi Archaeobacteria

Menurut Rahmiati (2019), Archaeobacteria dibedakan menjadi:

1. Metanogen adalah Archaeobacteria yang hidup pada lingkungan anaerobik yang ekstrim seperti pada lumpur di dasar rawa dan danau, saluran pencernaan hewan dan manusia, serta di bawah lapisan es Greenland. Kelompok ini mampu menghasilkan gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dari  $\text{H}_2$  dan  $\text{CO}_2$ . Contoh: *Lachnospira multiporus* (memecah pektin), *Succinomonas amylolytica* dan *Ruminococcus albus* (memecah selulosa);
2. Halofil adalah Archaeobacteria yang hidup pada habitat yang berkadar garam tinggi 12 - 15% (sementara kadar garam air laut sekitar 3,5%). Contoh: genus *Halobacterium*, *Halorubrum*, *Halococcus*, dan *Haloarcula*

3. Termofil adalah Archaeobacteria yang hidup pada lingkungan bersuhu tinggi dan bersifat asam. Contohnya genus *Sulfolobus* dan *Pyrolobus fumari*

#### SEKILAS INFO

Ketika kita sakit, dokter akan meresepkan obat antibiotik dan berkata bahwa obat antibiotik harus di habiskan. Mengapa demikian? Cara kerja antibiotik yakni dengan membunuh atau menghambat proses pertumbuhan bakteri berbahaya dalam tubuh. Jika konsumsi antibiotik berhenti sebelum waktu yang ditetapkan maka akan beresiko mengalami Resistensi Antibiotik yang mana bisa saja bakteri penyebab penyakit yang bersarang di dalam tubuh belum mati sepenuhnya, sehingga mengakibatkan bakteri tersebut mengalami mutasi dan kebal terhadap antibiotik dan ketika tubuh tersebut diserang infeksi bakteri lagi dikemudian hari maka obat antibiotik yang diresepkan oleh dokter tidak akan meberpengaruh lagi.

#### KESIMPULAN

1. **Monera** adalah organisme uniseluler atau organisme satu sel. Monera berasal dari kata "*moneres*" dari bahasa Yunani yang berarti tunggal. Kingdom atau kelompok monera juga kita kenal dengan nama bakteri yang berasal dari kata "*bakterion*" dengan makna batang yang sangat kecil.
2. Kelompok utama di dalam Kingdom Monera adalah Eubacteria (Bakteri) dan Archaeobacteria (Archaea).
3. Eubacteri (bakteri) adalah organisme uniseluler (bersel satu) yang di kelompokkan berdasarkan bentuk, cara memperoleh makanan, kebutuhan oksigen serta berdasarkan letak flagel
4. *Archaeobacteria* merupakan mikroorganisme prokariot yang di kelompokkan berdasarkan habitatnya ada tiga yakni metanogen, halofil dan termofil.

## LATIHAN

Jawablah pertanyaan berikut dengan tepat!

1. Materi di atas menjelaskan secara lengkap tentang dunia kingdom monera. Bisakah anda menjelaskan kembali bagaimana karakteristik dari monera? Jelaskan! **(Indikator Evaluasi, 3.1 sub menilai klaim)**
2. Beberapa bakteri menjadi parasit yang justru merugikan bagi makhluk hidup. Analisislah kembali nama bakteri yang dapat merugikan bagi makhluk hidup lainnya? **(Indikator Analisis, 2.3 sub menganalisa argumen)**
3. Seperti yang kita pelajari bahwa bakteri dapat hidup di berbagai habitat dengan baik. Menurut anda, adakah bakteri yang hidup di wilayah ekstrim dengan suhu yang sangat tinggi? Jika ada sebutkan? **(Indikator Inferensi, 4.1 sub mempertanyakan bukti)**

Selamat Mengerjakan 😊

## MENCOBA YUK

Kita bisa mengetahui bentuk monera secara langsung lho, yuk coba melakukan pengamatan pada kingdom monera dengan mengikuti langkah-langkah berikut:

1. Ambillah sampel air dari kolam didaerah sekitar anda
2. Bersihkan kaca benda dan kaca penutup dengan menggunakan tisu.
3. Ambiloleskan jarum oase ke permukaan sampel bakteri dari medium, kemudian melatakannya ditengah kaca benda.
4. Teteskan aquadest secukupnya, tutup dengan kaca penutup dan amati dibawah mikroskop.
5. Ambil setetes sampel air sawah dan teteskan diatas kaca benda
6. Tutup dengan kaca penutup kemudian amati dibawah mikroskop.
7. Gambar semua hasil pengamatan.

Selamat Mencoba 😊

## BAB 5

### KINGDOM PROTISTA

BAB 5 KINGDOM PROTISTA

#### Tujuan Pembelajaran:



Melalui kemampuan berpikir kritis mahasiswa mampu :

1. Menganalisis ciri pembeda pada taksa dibawah kingdom protista
2. Menganalisis prinsip klasifikasi kingdom protista



Sumber: Dokumen pribadi, 2022

Gambar 5.1 Pengambilan sampel air sungai

Pernahkah anda melihat air kolam yang berwarna hijau? Bagaimana pendapat anda jika melihat hal tersebut?(Indikator eksplanasi, 5.3 sub menyajikan argumen). Air kolam berubah menjadi warna hijau karena terdapat makhluk hidup yang hidup di air tersebut. Salah satu makhluk hidup yang menghuni air kolam adalah kelompok protista. Nah bisakah anda membayangkan bagaimana bentuk dari protista itu? Mengapa protista dapat mengubah warna air kolam? Bagaimana cara protista mengubah warna air kolam menjadi warna hijau?(Indikator Analisis, 2.1 sub pengkajian ide-ide)



## A. APA ITU PROTISTA?

Kata Protozoan berasal dari bahas Yunani (*Protos* = pertama, *zoon* = binatang) berarti binatang yang sangat rendah yang bersel satu (uniselluler) (Campbell, 2001). Jadi, Kingdom Protista adalah kingdom yang sederhana karena hanya tersusun atas satu sel sehingga dapat di kelompokkan dalam kingdom sendiri. Ada juga yang multiseluler akan tetapi masih sangat sederhana dibandingkan dengan organisme lainnya. Menurut Riswanto (2015) Protista merupakan jasad yang umumnya yang sangat kecil ukurannya, sehingga sukar dilihat tanpa alat perbesaran. Protista bahkan dianggap tidak memiliki organ seperti yang dimiliki tumbuhan seperti akar, batang, daun dan sebagainya. Karena itu alga digolongkan sebagai tumbuhan thallus (Campbell, 2008).

Nah setelah kita memahami bahwa kingdom protista merupakan organisme dengan ukuran sangat kecil sehingga tidak bisa dilihat dengan mata telanjang yang artinya harus menggunakan alat bantu seperti mikroskop untuk melihat strukturnya. Lalu, apakah kingdom protista tersebut hanya bisa dijumpai pada air kolam atau air yang tawar saja? Apakah kingdom protista ini juga bisa ditemukan pada air laut?(Indikator Evaluasi, 3.1 sub menilai klaim)

Menurut Gremets (2015) protista memiliki beberapa ciri-ciri sebagai berikut:

### 1. Habitat umumnya di tempat lembab

Protista hidup di air atau tempat lembab, bukan hanya di air tawar tetapi juga bisa hidup di laut juga yang kadar garamnya tinggi. Protista yang hidup di laut sebagian besar bertindak sebagai fitoplankton yang merupakan kontributor utama dalam penyediaan energi jaring-jaring makanan

### 2. Protista umumnya mempunyai ukuran mikroskopis dan makroskopis

Organisme yang berukuran mikroskopis adalah organisme yang berukuran sekitar 5  $\mu\text{m}$  - 3 mm. selain itu juga ada yang berukuran makroskopis dengan ukuran panjang mencapai 60 meter bahkan lebih.

### 3. Umumnya uniseluler

Kingdom Protista tersusun atas satu sel atau uniseluler, tetapi ada juga yang multi seluler atau sel banyak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kingdom Protista yang bersel banyak atau multiseluler akan hidup secara berkelompok (membentuk Koloni).

4. Tipe sel eukariotik  
Protista memiliki membran inti sehingga disebut sebagai sel eukariotik. Sel yang sudah bermembran inti, namun Protista merupakan makhluk hidup prokariotik yang paling sederhana tetapi jauh lebih kompleks dalam hal struktur, fungsi, tingkah laku dan ekologi bila dibandingkan dengan Archaeobacteria dan Eubacteria.
5. Hidup bebas atau simbiosis  
Kingdom Protista dapat hidup bebas dengan cara menguntungkan satu sama lain. Tetapi juga dapat bersifat parasite bagi organisme lainnya. Jika bersifat parasite maka akan mengakibatkan banyak penyakit di sekitarnya.
6. Bersifat aerob dan anaerob  
Bersifat aerob karena memerlukan oksigen untuk proses respirasi yang bertempat pada mitokondria. Bersifat anaerob karena tidak memerlukan oksigen pada respirasi dengan bersimbiosis bersama bakteri yang bersifat aerob.
7. Bersifat heterotrof karena memperoleh makanan dengan mengabsorpsi molekul organik dan sebagian lagi bersifat fotoautotrof karena memiliki kloroplas sebagai tempat untuk menangkap energi matahari.
8. Bersifat motil  
Ada sebagian Protista yang mempunyai alat gerak seperti flagel atau bulu cambuk, silia atau rambut getar, dan pseudopodia atau kaki semu. Dengan demikian Protista dapat di sebut dengan motil yang bergerak bebas.



## B. KLASIFIKASI PROTISTA

Setelah mengetahui apa itu kingdom protista beserta ciri-cirinya lakukanlah pengamatan sesuai habitat dari protista untuk mengetahui bentuk dan jenis dari protista (Indikator Inferensi, 4.1 sub mempertanyakan bukti)

Mikroorganisme sendiri, termasuk protista terdiri dari berbagai jenis yang di klasifikasikan menurut ciri-cirinya. Kingdom protista terbagi menjadi tiga yakni protista mirip hewan (protozoa), protista mirip tumbuhan (algae) dan protista mirip jamur. Berikut ini klasifikasi dari protista:

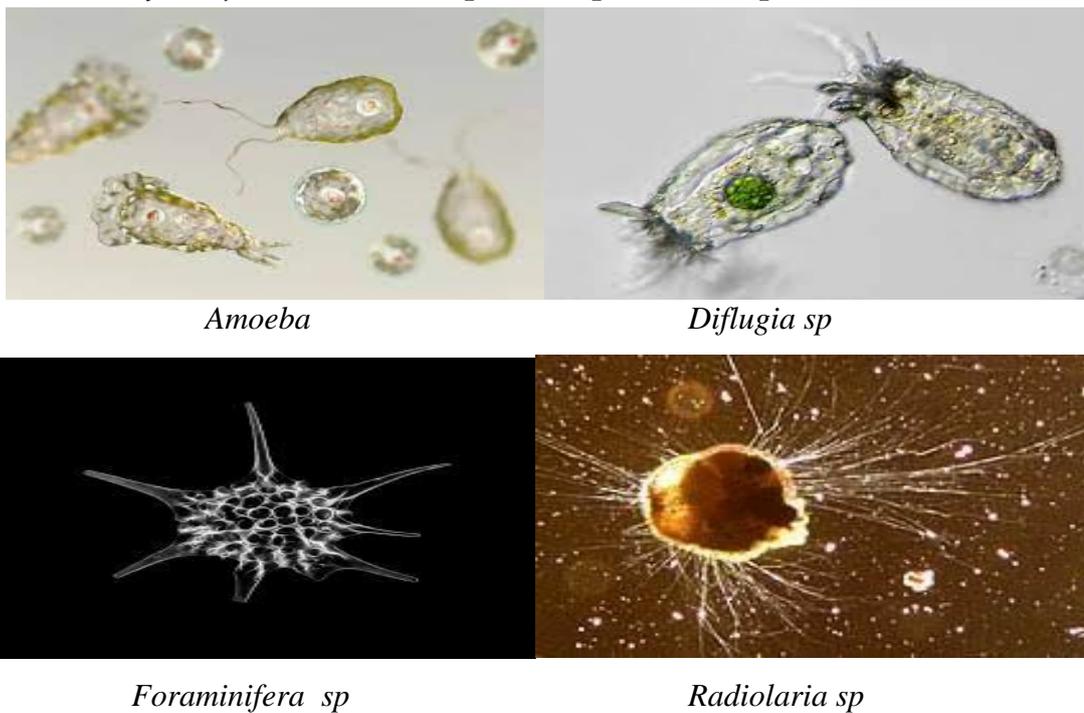
### a. **Protista mirip hewan (protozoa)**

Protozoa kemudian diklasifikasikan berdasarkan alat geraknya ke dalam empat kelompok, yaitu: (Tjitrosoepomo, 2013).

#### a. Filum Rhizopoda (Sarcodina)

Pergerakan Rhizopoda dilakukan dengan menggunakan kaki semu (pseudopodia). Rhizopoda tidak memiliki bentuk tetap karena

selalu berubah-ubah sesuai dengan pergerakannya. Selain berfungsi untuk bergerak, kaki semu juga berfungsi untuk menangkap makanannya. Bersifat heterotrof, artinya tidak dapat membuat zat makanannya sendiri sehingga untuk memenuhi kebutuhan nutrisinya, Rhizopoda harus memangsa organisme lain. Hidup bebas (soliter) atau parasit. Memiliki habitat di air tawar, air laut, tempat-tempat basah dan sebagian kecil hidup di dalam tubuh hewan atau manusia. Rhizopoda berkembangbiak dengan membelah diri secara langsung (pembelahan biner). Contoh anggota filum rhizopoda air tawar adalah *Amoeba*, *Diflugia sp* sedangkan rhizopoda air laut contohnya *Radiolaria sp*, *Foraminifera sp*. Contoh rhizopoda dapat dilihat pada Gambar 5.1.



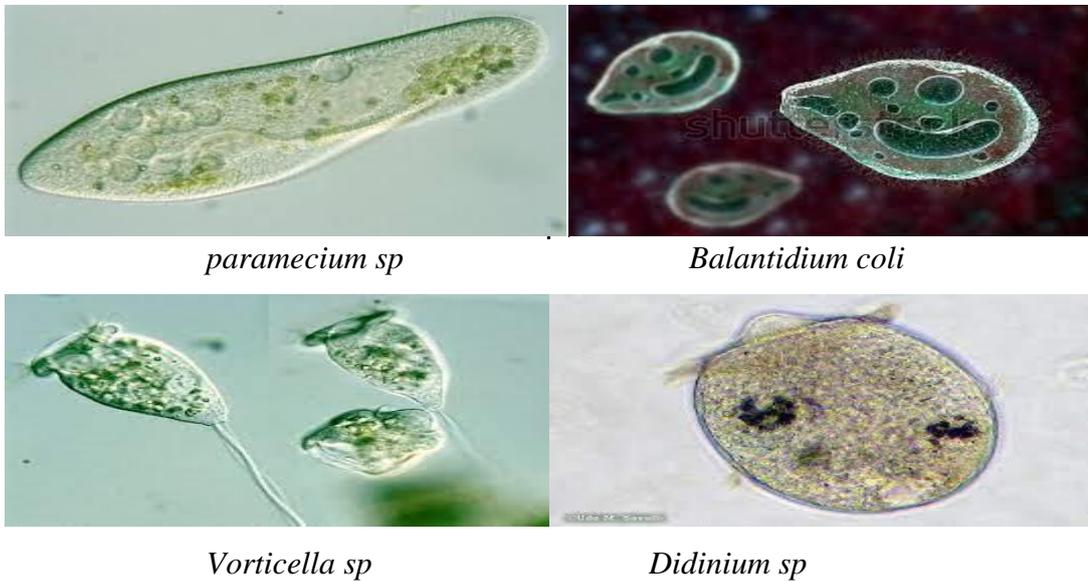
Sumber: Siemensma, 2021

Gambar 5.1 Filum Rhizopoda (Sarcodina)

#### b. Filum Ciliata

Filum Ciliata (Ciliophora atau Infusiora): Sesuai dengan namanya, Ciliata bergerak dengan menggunakan silia (bulu getar). Selain berfungsi sebagai alat gerak, silia yang terdapat di seluruh bagian tubuhnya juga berfungsi untuk menggerakkan makanan agar dapat masuk melalui mulutnya. Silia ada yang tumbuh merata pada seluruh permukaan tubuh, tetapi ada pula yang hanya tumbuh pada bagian tertentu dari tubuh hewan tersebut. Silia dapat membantu pergerakan dengan cara menggetarkan seluruh silianya sehingga dapat pindah tempat. Silia juga membantu pergerakan makanan ke sitostoma.

Makanan yang terkumpul di sitostoma akan dilanjutkan ke sitofaring. Apabila telah penuh, makanan akan masuk ke sitoplasma dengan membentuk vakuola makanan. Sisa makanan padat dikeluarkan melalui membran plasma, sedangkan sisa makanan berupa cairan dikeluarkan melalui vakuola berdenyut yang terletak di kedua ujungnya. Contoh anggota filum ini adalah *paramecium sp*, *Balantidium coli*, *Vorticella* dan *Didinium*. Contoh Filum Ciliata dapat dilihat pada Gambar 5.2.

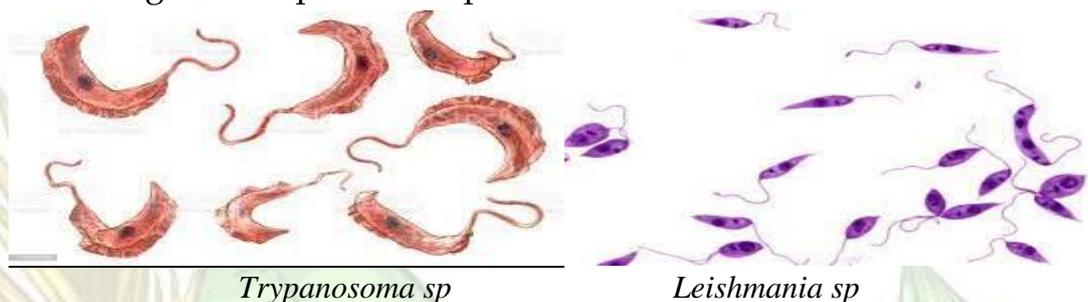


Sumber: Pur, 2021

Gambar 5.2 Filum Ciliata

c. Filum Flagellata

Filum Flagellata (Mastigophora): Flagella berasal dari bahasa latin yang artinya cambuk. Mastifophora berasal dari bahasa Yunani yaitu “*mastig*” yang artinya cambuk, dan “*phora*” yang berarti gerakan. Flagellata dapat ditemukan di laut, air, tawar, juga bersimbiosis dengan makhluk hidup lain, ataupun hidup menumpang atau secara parasite. Contoh-contoh flagellata adalah *Trypanosoma sp*, *Leishmania sp*. Contoh filum flagellata dapat dilihat pada Gambar 5.3.

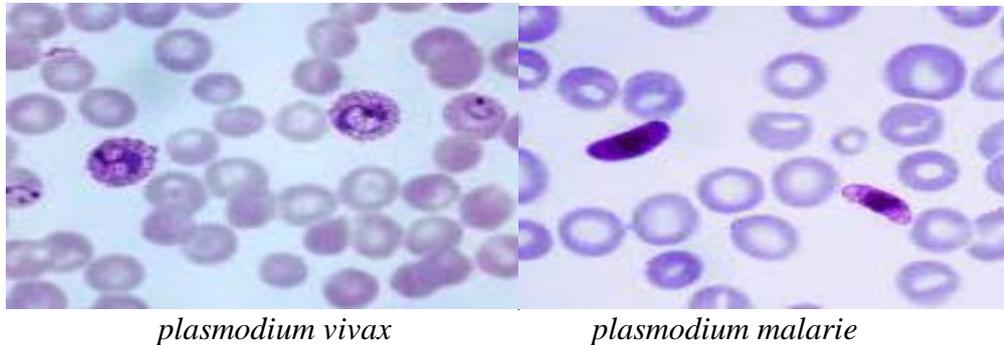


Sumber: Pur, 2021

Gambar 5.3 Filum Flagellata

d. Filum Sporozoa

Sporozoa (Apicomplexa): Sporozoa (Sporo = biji, zoa = hewan) merupakan organisme uniseluler yang tidak memiliki alat gerak. Seluruh Sporozoa hidup secara parasit, dan makanan diserap langsung dari inangnya. Contoh sporozoa adalah *plasmodium vivax*, *plasmodium malarie* yang merupakan penyebab penyakit malaria pada manusia. Contoh filum sporozoa dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Sumber: Pur, 2021

Gambar 5.4 filum sporozoa

b. Protista mirip tumbuhan (Algae)

Menurut Sunanto (2013) Protista mirip tumbuhan yang uniseluler sering disebut fitoplankton, sedangkan protista mirip tumbuhan multiseluler sering disebut alga. Klasifikasi algae menurut Tjitrosoepomo (2013) dibagi menjadi 7 yakni sebagai berikut:

a. Filum Euglenophyta

Filum Euglenophyta merupakan organisme uniseluler yang flagella (bulu cambuk). Biasanya ditemukan di perairan dan berkembangbiak dengan cara membelah diri. Euglenophyta merupakan salah satu protista yang mirip tumbuhan (mampu berfotosintesis) dan juga mirip hewan (dapat melakukan pergerakan aktif). Contoh filum Euglenophyta adalah *euglena viridis*. Anatomi *euglena viridis* dapat dilihat pada Gambar 5.5.

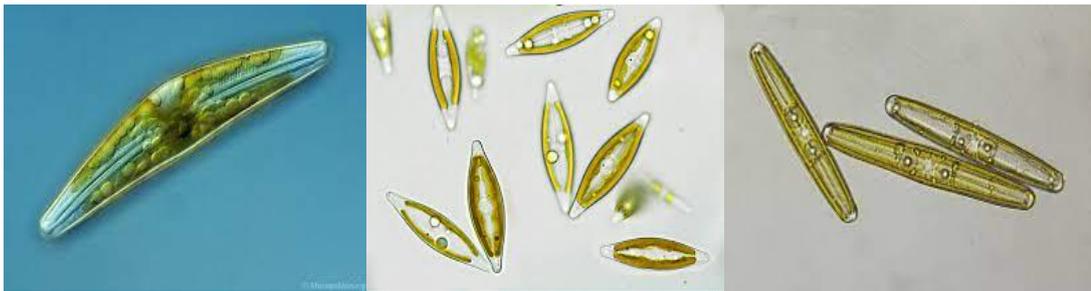


Sumber: ad, 2022

Gambar 5.5 euglena viridis

b. Chrysophyta

Alga Chrysophyta disebut juga ganggang keemasan (golden algae) atau ganggang pirang. Istilah “Chrysophyta” berasal dari bahasa Yunani, *chrysos* yang berarti “keemasan”. Warna keemasan disebabkan karena ganggang ini memiliki pigmen berupa karoten dan xantofil yang jumlahnya dominan dibandingkan dengan klorofi 1 a dan c sehingga membuat sel plastida bewarna hijau kekuningan/cokelat keemasan. Contoh filum Chrysophyta adalah *Diatom*, *Navicula sp.*, dan *Pinnularia sp.* Gambar Filum Chrysophyta dapat dilihat pada Gambar 5.6.



*Diatom*

*Navicula sp.*,

*Pinnularia sp*

Sumber: Ad, 2022

Gambar5.6 Filum Chrysophyta

c. Filum Pyrrophyta

Filum Pyrrophyta sering disebut Dinoflagellata, diberi nama demikian karena pergerakan yang dibantu dua flagela mirip cambuk (dalam bahasa Latin, *dino* artinya pusaran air). Pyrrophyta dapat hidup pada air tawar maupun laut. Penampakkannya lebih sering bewarna emas, cokelat atau merah daripada bewarna hijau. Pyrrophyta atau Dinoflagellata ini kebanyakan mempunyai vakuola non-kontraktile, kloroplas, dan mempunyai klorofil a dan b. Filum Pyrrophyta disebut ganggang api karena memiliki cangkang yang mengandung fosfor yang mampu memendarkan cahaya bewarna merah menyala seperti api atau berwarna hijau biru yang sangat indah terutama dalam kondisi gelap pada malam hari di air laut. Peristiwa perpendaran cahaya ini disebut dengan bioluminesens. Contoh dari Pyrrophyta adalah *Gymnodinium*, *Peridinium*, *Ceratium*, dan *Gonyaulax*. Contoh Filum Pyrrophyta dapat dilihat pada Gambar 5.7.



*Gymnodinium*

*Peridinium,*



*Ceratium,*

*Gonyaulax*

Sumber: Ad, 2022

Gambar 5.7 Filum Pyrrophyta

#### d. Filum Phaeophyta

Phaeophyta (ganggang cokelat) adalah kelompok protista mirip tumbuhan yang memiliki pigmen dominan berupa karoten, yaitu fukosantin, sehingga memberikan warna cokelat pada tubuhnya. Ganggang cokelat mengandung pigmen cokelat (xantofil), klorofil a dan c. Pigmen xantofil jumlahnya dominan, sehingga menyebabkan warna talusnya coklat. Contoh filum phaeophyta adalah *Fucus vesiculosus*, *Laminaria sinclairii* dan *Fucus serratus*. Contoh filum phaeophyta dapat dilihat pada Gambar 5.8.



*Fucus vesiculosus*

*Laminaria sinclairii*

*Fucus serratus*

Sumber: Guiry, 2014

Gambar 5.8 Filum Phaeophyta

e. Filum Bacillariophyta

Bacillariophyta atau Diatom merupakan alga uniseluler yang tersebar luas di perairan air tawar dan air laut, maupun di tanah-tanah yang lembab. Sebagian hidup bebas di permukaan air, beberapa jenis yang lain hidup menempel pada substrat. Bacillariophyta memiliki makanan yang disimpan sebagai leukosin yang berupa tetes-tetes minyak dan memiliki pigmen fotosintetik, yaitu klorofil a, klorofil c, xantofil, dan karoten. Contoh filum Bacillariophyta adalah *Cymbella*, *Gomphonema*, dan *Cocconeis*. Contoh filum Bacillariophyta dapat dilihat pada Gambar 5.9.



*Cymbella*

*Gomphonema*

*Cocconeis*

Sumber: Guiry, 2014

Gambar 5.9 Filum Bacillariophyta

f. Filum Rhodophyta

Istilah “Rhodophyta” berasal dari bahasa Yunani, rhodos yang berarti “merah”. Jadi, Rhodophyta berarti ganggang merah (red algae). Anggota Filum ini mempunyai pigmen fotosintetik berupa fikobilin yang terdiri dari fikoeritrin (pigmen merah) dan fikosianin (pigmen biru). Selain dua pigmen tersebut, Rhodophyta juga memiliki klorofil a dan b serta karotenoid. Fikoeritrin merupakan pigmen yang paling dominan sehingga menyebabkan warna talus ganggang ini menjadi merah. Meskipun demikian, tidak semua ganggang ini berwarna merah. Di laut dalam, ganggang ini mempunyai warna ungu hampir hitam. Pada kedalaman sedang berwarna merah cerah, sedangkan pada air yang sangat dangkal, berwarna agak kehijauan. Contoh filum Rhodophyta adalah *Eucheuma spinosum*, *Chondrus crispus* dan *Carolina sp.* Contoh filum rhodophyta dapat dilihat pada Gambar 5.10.



*Eucheuma spinosum*

*Chondrus crispus*

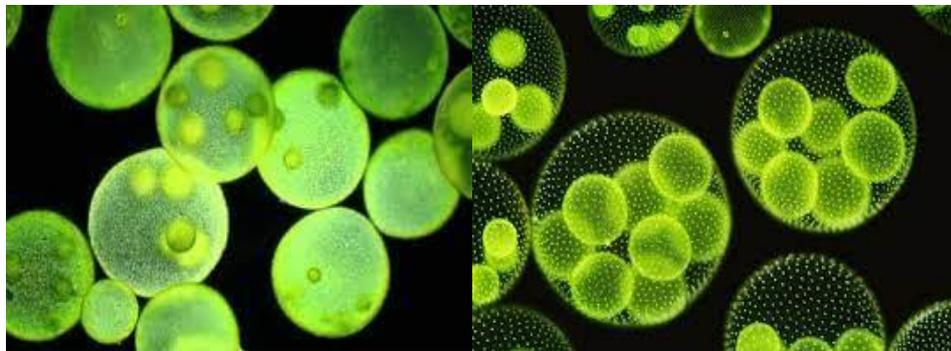
*Carolina sp.*

Sumber: Wikipedia, 2021

Gambar 5.10 Filum Rhodophyta

g. Filum Chlorophyta

Chlorophyta (Alga Hijau) Sesuai dengan namanya, Chlorophyta memiliki tubuh berwarna kehijauan. Contoh filum Chlorophyta adalah *Cholococcum sp*, *Volvox globator*, *Spirogyra sp* dan *Ulva lactua*. Contoh filum Chlorophyta dapat dilihat pada Gambar 5.11.



*Cholococcum sp*,

*Volvox globator*,



*Spirogyra sp*

*Ulva lactua*

Sumber: Wikipedia, 2021

Gambar 5.11 Filum Chlorophyta

Pigmen dominan penyusun tubuhnya adalah klorofil, selain itu mereka juga memiliki sedikit karotin (pigmen kuning). Dalam tubuh

alga hijau klorofil berkumpul dalam suatu tempat yang disebut kloroplas. Selain di air tawar atau laut, ganggang hijau juga memiliki habitat di tanah-tanah yang basah dan ada pula di tempat yang kering. Karena memiliki klorofil, ganggan ini dapat melakukan fotosintesis dan bersifat autotrof (dapat membuat makanannya sendiri). Dengan bantuan cahaya matahari, Chlorophyta dapat melakukan fotosintesis. Ganggang hijau uniseluler dapat bergerak bebas karena memiliki flagela. Beberapa jenis ganggang hijau yang berkoloni mempunyai alat pelekat pada substrat yang membantuk melekat kuat pada bebatuan di dasar perairan.

Seperti yang kita pahami bahwa protista mirip tumbuhan memiliki tujuh filum, dari spesies jenis protista mirip tumbuhan ada yang dijadikan makanan atau dapat di konsumsi dengan aman bahkan diolah menjadi berbagai jenis makanan yang banyak kita jumpai di toko swalayan. Dapatkah kamu menyebutkan spesies apa saja dari protista mirip tumbuhan yang dapat dikonsumsi oleh manusia dengan aman? (indikator eksplanasi, 5.1 sub menyatakan hasil)

### c. Protista mirip jamur

Menurut Wasil (2015), protista mirip jamur diklasifikasin dalam tiga filum yakni sebagai berikut:

#### a. Myxomycota (Jamur Lendir)

Myxomycota disebut juga jamur lendir plasmodial. Biasanya jamur lendir plasmodium memiliki pigmen warna yang terang, dapat berwarna kuning atau oranye.

Myxomycota disebut dengan jamur lendir karena memiliki protoplasma tanpa dinding sel. Myxomycota adalah kelompok jenis jamur lendir yang berwarna kuning karena memiliki pigmen berwarna kuning atau oranye. Myxomycota bersifat heterotrof, memiliki bentuk tubuh seperti lendir (plasmodium), dan dapat bergerak-gerak seperti amoeba. Myxomycota dapat hidup di tempat yang lembab dan basah



*Physarum polycephalum*

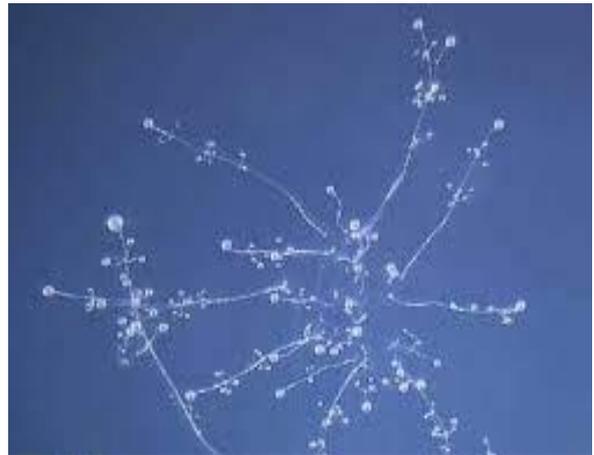
Sumber: Wikipedia, 2021

Gambar 5.12 Filum Myxomycota

seperti hutan basah atau sampah yang basah bahkan di batang kayu yang busuk. Contoh myxomycota antara lain *Physarum polycephalum* dan *Dictyostelium discoideum* yang keduanya berfungsi sebagai pengurai sampah organik serta pemakan bakteri. Contoh Myxomycota dapat dilihat pada Gambar 5.12.

b. Acrasiomycota (Jamur Lendir)

Acrasiomycota merupakan jamur lendir seluler yang hidup bebas dan amoeboid (berbentuk menyerupai amoeba), namun plasmodiumnya tidak multinukleat. Acrasiomycota disebut juga jamur lendir bersekat. Mereka dapat dijumpai di berbagai tempat di dalam tanah yang banyak mengandung bahan organik, memakan bakteri dan zat-zat organik. Tubuh buah Acrasiomycetes disebut sorokarp yaitu tubuh buah yang sering ditemukan bercabang-cabang dan tiap ujung cabang membentuk kelompok-kelompok spora. Spora Acrasiomycota berbentuk seperti bola atau telur dengan dinding sel tipis yang mengandung selulosa. Pada



beberapa spesies yang lain, spora yang dihasilkan tidak mengandung dinding sel yang disebut pseudospora. Spora akan berkecambah membentuk miksamuba yang kemudian tumbuh menjadi plasmodium. Contoh jamur lendir seluler adalah *Acrasis*, *Polysphodylium*. Contoh Acrasiomycota dapat dilihat pada Gambar 5.13.

Sumber: Ruangguru, 2022

Gambar 5.13 Filum Acrasiomycota

c. Oomycota (Jamur Air)

Oomycota memiliki bentuk yang berbeda dari jamur lendir karena memiliki hifa yang tidak bersekat tetapi memiliki dinding sel yang terbuat dari selulosa. Habitat oomycota berada di dalam air, baik itu perairan tawar, kolam, danau, serta di tempat-tempat yang lembab. *Saprolegnia* adalah salah satu contoh Oomycota yang bersifat saprofit atau menyerap makanan pada hewan yang sudah mati, *Phytophthora infestans* yang merupakan parasit pada tanaman kentang, dan

*Phytophthora nicotinae* yaitu parasit pada tanaman tembakau. *Saprolegnia* dapat dilihat pada Gambar 5.14.

Reproduksi oomycota dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara aseksual atau seksual. Reproduksi aseksual dilakukan dengan cara membentuk spora yang



Sumber: Ruangguru, 2020

Gambar 5.14 Filum Saprolegnia

disebut dengan zoospora. Sedangkan, reproduksi seksual dilakukan dengan cara pembentukan gamet yang kemudian akan berubah menjadi zigot. Nantinya, zigot ini akan membentuk oospora dan akan berkembang menjadi oomycota dewasa.



### SEKILAS INFO

Rumput laut yang biasa kita konsumsi tergolong dalam protista mirip tumbuhan dengan berbagai macam jenis dan bentuk yang berbeda. Selain dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan seperti campuran agar-agar, rumput laut juga mempunyai peran penyumbang oksigen sebesar 70% lho, dan rumput laut jenis apapun juga mengandung kalsium yang bagus untuk menguatkan gigi.

## KESIMPULAN

1. Kingdom Protista adalah kingdom yang sederhana karena hanya tersusun atas satu sel sehingga dapat dikelompokkan dalam kingdom sendiri. Tetapi ada juga yang multiseluler akan tetapi masih sangat sederhana dibandingkan dengan organisme lainnya.
2. Kingdom protista terbagi menjadi tiga klasifikasi yakni protista mirip hewan (protozoa), protista mirip tumbuhan (algae) dan protista mirip jamur.
3. Protista mirip hewan (protozoa) diklasifikasikan berdasarkan alat geraknya ke dalam empat kelompok, yaitu filum rhizopoda, filum ciliata, filum flagellata, dan filum sporozoa
4. Protista mirip tumbuhan (algae) diklasifikasikan menjadi tujuh yakni Euglenophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta, Phaeophyta, Bacillariophyta, Rhodophyta, Chlorophyta
5. Protista mirip jamur diklasifikasikan dalam tiga filum yakni Myxomycota (Jamur Lendir), Acrasiomycota (Jamur Lendir) dan Oomycota (Jamur Air)

## LATIHAN

Jawablah pertanyaan berikut dengan jawaban yang tepat!

1. Setelah mempelajari materi protista, jelaskan hubungan antara kolam berisi air yang berwarna hijau dengan kingdom protista? **(Indikator Analisis, 2.1 sub pengkajian ide-ide)**
2. Dari kingdom protista terdapat beberapa jenis yang dapat dilihat spesiesnya dengan mata telanjang tanpa harus menggunakan alat bantu seperti mikroskop. Sebutkan spesies dari kingdom protista yang dapat kita lihat dengan mata telanjang? **(Indikator Eksplanasi, 5.1 sub menyatakan hasil)**
3. Terdapat spesies dari kingdom protista yang bahkan dapat di konsumsi oleh manusia. contoh dari spesies tersebut di kehidupan sehari-hari adalah? **(Indikator Inferensi, 4.1 sub mempertanyakan bukti)**

Selamat Mengerjakan 😊

## MENCOBA YUK

Mari kita pelajari jenis dan bentuk protista secara nyata melalui pengamatan dengan melaksanakan langkah-langkah berikut yuk:

1. Ambillah sampel air dari kolam dan air dari sungai, lalu masukkan ke dalam botol sampel dan berilah label nama pada masing-masing sampel air
2. Amatilah sampel air tersebut dibawah mikroskop
3. Analisislah hasil pengamatan anda dengan mengidentifikasi bentuk, warna, serta bagian-bagian tubuh spesies yang kamu temukan dan tuangkan dalam bentuk gambar

Selamat Mencoba 😊

## BAB 6

### KINGDOM FUNGI

#### Tujuan Pembelajaran:



Melalui kemampuan berpikir kritis mahasiswa mampu:

1. Menganalisis ciri-ciri pembeda pada taksa dibawah kingdom fungi
2. Menganalisis prinsip klasifikasi kingdom fungi



Sumber: Lukmana, 2021

Gambar 6.1 Roti berjamur

Pasti diantara anda sudah pernah melihat bercak putih diatas roti yang sudah kadaluarsa atau pernah melihat serat halus berwarna putih pada tempe? Taukah anda apa itu? (Indikator Interpretasi, 1.3 sub klasifikasi arti). Serat halus pada tempe dan bercak halus pada roti kadaluarsa tersebut disebabkan karena jamur lho. Lalu apa akan anda lakukan untuk membedakan jamur dari tempe atau roti tersebut dengan jamur yang biasa kita konsumsi dan dijual di pasaran? (Indikator Inferensi, 4.2 sub menduga alternatif)

Jamur dibagi menjadi dua yakni ada jamur jenis mikroskopis atau struktur tak bisa dilihat dengan mata telanjang sedangkan jamur makroskopis yakni jamur yang bisa dilihat dengan jelas oleh mata seperti yang biasa kita konsumsi dan di jual di pasaran. Untuk lebih jelasnya akan di jelaskan pada materi berikut.



## A. APA ITU FUNGI ?

Kata bahasa Inggris fungi secara langsung diadopsi dari bahasa Latin fungus (jamur), digunakan dalam tulisan-tulisan Horatius dan Plinius dimana kata ini berasal dari kata Yunani *sphongos*, yang mengacu pada struktur makroskopis dan morfologi jamur dan kapang; akar kata ini juga digunakan dalam bahasa lain, seperti bahasa Jerman Schwamm ("*spons*") dan Schimmel ("*kapang*") (Moore, 1980). Jamur merupakan makhluk hidup yang masuk dalam golongan eukariotik. Di dalam dunia mikroba, jamur termasuk divisio Mycota (fungi). Mycota berasal dari kata mykes (bahasa Yunani), disebut juga fungi (bahasa latin). Ada beberapa istilah yang dikenal untuk menyebut jamur, (a) mushroom yaitu jamur yang dapat menghasilkan badan buah besar, termasuk jamur yang dapat dimakan, (b) mold yaitu jamur yang berbentuk seperti benang-benang dan (c) khamir yaitu jamur yang bersel satu (Luyunah & Ami, 2021).

Fungi atau yang biasa kita kenal sebagai jamur merupakan makhluk hidup dengan struktur mikroskopis, lalu masuk dalam golongan makhluk hidup manakah jamur tersebut? Apakah masuk dalam golongan hewan atau tumbuhan ya? (Indikator eksplanasi, 5.1 sub menyatakan hasil)

Jamur bukan merupakan hewan maupun tumbuhan. Jamur tidak masuk dalam kategori tumbuhan karena tidak memiliki klorofil, tapi juga bukan hewan (Pabeno, Mongan, & Yunus, 2019). Dalam ilmu biologi, jamur-jamuran masuk ke dalam kategori fungi yakni makhluk hidup eukariotik heterotrof yang mencerna makanannya di luar tubuh lalu menyerap molekul nutrisi ke dalam sel-selnya. jadi jamur tidak bisa membuat makanannya sendiri karena Jamur mendapatkan makanan dari tempat yang ia tumpangi, misalnya pohon, arena tidak bisa membuat makanan sendiri, jamur bisa hidup dengan atau tanpa matahari (Basenko *et al*, 2018).

Masyarakat awam menyebut sebagian besar anggota Fungi sebagai jamur, kapang, khamir, atau ragi, meskipun sering kali yang dimaksud adalah penampilan luar yang tampak, bukan spesiesnya sendiri. Fungi atau jamur adalah jenis organisme eukariotik yang masuk dalam Kingdom Fungi (Firyal, Kamal, & Mulyadi, 2022). Mereka ditemukan hampir pada semua habitat di dunia tetapi kebanyakan hidup di darat, terutama di tanah atau pada makhluk hidup lain di laut atau air tawar. Menurut Gladfelter (2019) anggota dari Kingdom ini memiliki peran besar sebagai dekomposer (pengurai) dan siklus karbon.

Karakteristik yang menjadi ciri khas dari fungi atau jamur yakni memiliki benang halus atau yang biasa disebut hifa, dan kumpulan dari hifa disebut miselium. Hifa tersusun dari sel-sel yang terbentuk akibat pertumbuhan spora, dan hifa tersebut bisa berupa hifa tunggal atau hifa bercabang (Firyal, Kamal, & Mulyadi, 2022).



## B. KLASIFIKASI FUNGI

Klasifikasi fungi berdasarkan dari ukuran bentuknya dapat di bagi menjadi dua yakni jamur mikroskopis dan jamur makroskopis. Apa yang akan anda lakukan untuk membedakan antara kedua bentuk ukuran jamur tersebut? (Indikator analisis, 2.1 sub pengkajian ide-ide)

Menurut bentuknya jamur dibagi menjadi dua yakni jamur mikroskopis dan jamur makroskopis. Jamur mikroskopis yakni jamur yang memiliki ukuran sangat kecil dan struktur dari jamur ini hanya bisa dilihat dengan jelas menggunakan alat bantu seperti mikroskop, jamur pada jenis ini yakni jamur roti, jamur tempe dan lain lain. Jamur makroskopis yakni jamur dengan bentuk yang bisa di amati strukturnya dengan mata telanjang, jenis jamur ini adalah jamur kuping, jamur tiram dan lain lain.

Menurut Basenko (2018) kingdom fungi diklasifikasikan ke dalam empat divisi berdasarkan metode reproduksi seksualnya yaitu Zygomycota (jamur roti), Ascomycota (ragi dan jamur kantung), Basidiomycota (jamur payung), dan Deuteromycota (jamur tak sempurna). Berikut ini penjelasan lebih lengkap dari masing-masing klasifikasi fungi.

### 1. Zygomycota

Zygomycota adalah divisi fungi yang pembentukan sporanya berasal dari dua sel yang berbeda. Spora seksual dikenal sebagai zigospora sedangkan spora aseksual dikenal sebagai sporangiospora. Dan hifa (benang jamur) pada Zygomycota tidak memiliki septa (sekat/pembatas pada hifa). Untuk memudahkan mengingatnya, ingat jamur nama jamur ini yang zygo spora, "zygo" berasal dari kata "zygote", di mana zygomycota membentuk alat reproduksinya dengan yang disebut sebagai zigosporangium.

Zygomycota biasanya hidup di habitat daratan atau jamur terrestrial, atau saprofit yaitu jamur pelapuk atau tinggal pada inang yang sudah mati, pada makanan atau pada sisa tumbuhan dan hewan, parasit pada manusia dan tumbuhan. Untuk lebih jelas tentang yang merupakan ciri-ciri zygomycota adalah yang berikut ini:

1. Memiliki hifa yang tidak bersekat (tidak ada septa) dan memiliki beberapa inti (koenositik).
2. Dinding sel pada jamur Zygomycota mengandung zat kitin.
3. Melakukan reproduksi secara seksual dan aseksual.
4. Tidak mempunyai tubuh buah.

Berikut ini adalah contoh jamur yang termasuk dalam divisi Zygomycota di kehidupan sehari-hari:

1. *Rhizopus stolonifer* adalah jamur pada roti basi,
2. *Mucor hiemalis* jamur yang berguna untuk fermentasi pada susu kedelai,
3. *Beauveria bassiana* yaitu jamur yang dapat menjangkit tubuh serangga atau hama,
4. *Mucor mucedo* yaitu jamur yang hidup sebagai saprofit pada tumbuhan dan hewan mati atau kotoran.

Salah satu contoh jamur yang tumbuh pada roti basi adalah jamur *Rhizopus stolonifer*. Benarkan roti yang telah ditumbuhi jamur masih bisa dikonsumsi atau dimakan oleh manusia? (indikator Evaluasi, 3.2 sub menilai argumen). Jika tidak, dapatkan kamu memberikan alasan dari argumen anda? (Indikator analisis, 2.2 sub penganalisisan argumen)

Mengonsumsi roti yang berjamur dapat menyebabkan iritasi pada mulut, hidung, dan tenggorokan. Bahkan, jenis jamur seperti *Stachybotrys chartarum* pun bisa mengakibatkan perdarahan dan kulit kemerahan. memakan makanan yang sudah kadaluarsa memiliki risiko infeksi saluran cerna oleh bakteri, maupun jamur yang telah berkembang biak pada makanan tersebut. Manifestasi yang timbul dapat beragam seperti : diare, mual dan muntah.

Struktur gambar jamur dapat dilihat pada Gambar 6.1.



*Rhizopus stolonifer*

*Mucor hiemalis*

*Beauveria bassiana*

*Mucor mucedo*

Sumber: Lili, 2023

Gambar 6.1 Zycomycota

## 2. Ascomycota

Ascomycota atau disebut juga sebagai *sac fungi* dan memiliki nama lain jamur kantung. Divisi ini merupakan divisi jamur yang memproduksi spora dengan bagian reproduksi seksual bernama askospora dan bereproduksi aseksual terjadi dengan konidiospora. Jamur yang masuk divisi ini adalah jamur yang memiliki hifa yang bersekat. Sedangkan habitat Ascomycota biasanya ada di dasar hutan yang berhumus tebal. Nah, supaya lebih jelas, berikut ini adalah ciri-ciri Ascomycota:

1. Menghasilkan askospora pada reproduksi generatif (seksual)
2. Memiliki talus uniseluler dan multiseluler.
3. Memiliki hifa yang bersekat dan tiap sel hifanya memiliki satu inti.
4. Dinding hifa diperkuat dengan selulosa dan bersifat heterokariotik.
5. Reproduksi vegetatif (aseksual) dengan memperbanyak konidia, spora, tunas dan fragmentasi.
6. Reproduksi generatif dengan konjugasi yang digunakan untuk membentuk askospora didalam askus. Askus biasanya dibentuk dalam tubuh buah dinamakan askokarp (askoma).

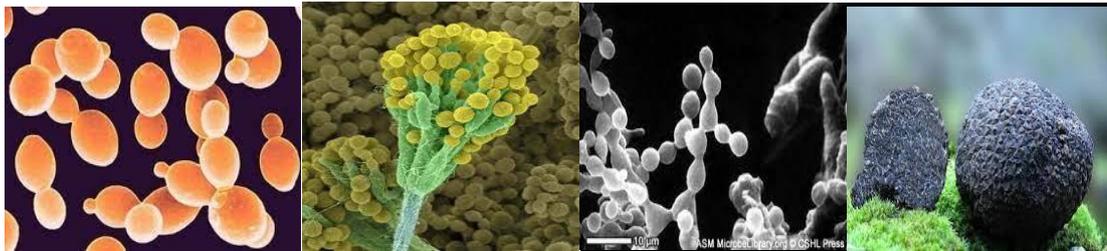
Berikut ini adalah contoh jamur yang termasuk dalam divisi Ascomycota di kehidupan sehari-hari:

1. *Saccharomyces cerevisiae* yaitu jamur yang berfungsi sebagai ragi pada proses pembuatan roti,
2. *Penicillium notatum* dan *Penicillium chrysogenum* sebagai antibiotik,
3. *Neurospora crassa* sebagai jamur pembuat oncom,
4. *Tuber melanosporum* atau jamur truffle yang bisa dimakan dan berharga mahal.

Jamur dari divisi Ascomycota memiliki berbagai spesies jamur. Salah satu jenis jamur dalam divisi ini memiliki kontribusi yang besar dalam bidang kedokteran. Dapatkah anda menyebutkan spesies jamur yang dimaksud dan fungsi utama dari jamur tersebut. (Indikator Inferensi, 4.1 sub mempertanyakan bukti)

Jamur *Penicillium notatum* dan *Penicillium chrysogenum* berkontribusi besar dalam menghasilkan antibiotik dengan manfaat untuk mengendalikan berbagai penyakit infeksi dengan cara mengekstraksi biakan cair, sehingga jamur ini memiliki kontribusi besar di bidang kedokteran khususnya dalam bidang obat. Dapat dijadikan sebagai antibiotik karena zat penisilin bersifat racun yang dapat menghasilkan zat mematikan, yaitu antibiotika.

Struktur gambar jamur dapat dilihat pada Gambar 6.2.



*Saccharomyces cerevisiae*   *Penicillium sp*   *Neurospora crassa*   jamur truffle

Sumber: Lili, 2023

Gambar 6.2 Ascomycota

### 3. Basidiomycota

Basidiomycota pada umumnya mudah dikenali karena memiliki bentuk seperti payung. Pada divisi ini, sebagian besar jenis jamurinya hidup sebagai parasit meskipun ada juga yang saprofit. Reproduksi seksual Basidiomycota terjadi dengan basidiospora sedangkan reproduksi aseksual terjadi dengan konidia, tunas atau fragmentasi. Sedangkan untuk bentuk, secara umum tubuh buah jamur Basidiomycota mempunyai empat bagian, yaitu:

1. Tudung jamur yang biasanya berbentuk payung disebut dengan pileus.
2. Bilah atau lamella yaitu bagian bawah tudung yang berbentuk seperti helaian-helaian.
3. Tangkai tubuh atau stipe, bagian ini akan bertambah kokoh dan besar dan tinggi seiring pertumbuhan jamur.
4. Dan bagian cincin atau annulus yang melingkari tangkai jamur.

Ciri-ciri Basidiomycota:

1. Memiliki hifa yang bersekat dan berinti haploid atau hanya memiliki 1 set kromosom atau setengah jumlah set normal kromosom (set normal kromosom 2 set).
2. Memiliki tubuh buah, yang terdiri dari batang dan tudung dan berbentuk seperti payung.

3. Melakukan reproduksi secara seksual (generatif) dan aseksual (vegetatif).
4. Memiliki 3 macam miselium, yaitu miselium primer (berinti satu), miselium sekunder (berinti dua), dan miselium tersier (terdiri dari miselium sekunder yang membentuk jaringan teratur dan menghasilkan basidiospora).

Jamur dalam divisi Basidiomycota merupakan jamur makroskopis yang biasa kita jumpai atau yang biasa kita konsumsi meskipun sebagian dari divisi ini ada yang beracun. Lakukan pengamatan di sekitarmu untuk mendapatkan contoh jamur beracun tersebut?(Indikator Inferensi, 4.2 sub menduga alternatif)

Contoh jamur yang termasuk dalam divisi Basidiomycota lainnya adalah sebagai berikut:

1. *Auricularia polytricha* atau jamur kuping yang bisa dimakan,
2. *Volvariella volvacea* atau jamur merang yang juga bisa dimakan
3. *Ganoderma applanatum* atau jamur kayu,
4. *Puccinia arachidis* yaitu jamur parasit pada tanaman kacang,
5. *Amanita muscaria* jamur beracun,

Struktur gambar jamur dapat dilihat pada Gambar 6.3.



*Auricularia polytricha*

*Volvariella volvacea*

*Ganoderma applanatum*



*Puccinia arachidis*

*Amanita muscaria*

Sumber: Muscaria, 2020

Gambar 6.3 Basidiomycota

#### 4. Deuteromycota

Deuteromycota atau jamur tidak sempurna, disebut demikian karena jamur pada divisi ini tidak menunjukkan fase seksual. Diantara semua divisi fungi, yang paling dekat dengan Deuteromycota adalah Ascomycota. Beberapa spesies, seperti *Aspergillus*, yang dulu diklasifikasikan sebagai jamur tidak sempurna, kini diklasifikasikan dalam divisi Ascomycota.

Ciri-ciri Deuteromycota:

1. Memiliki hifa yang bersekat dan mengandung zat kitin.
2. Membentuk spora dan konidia dengan reproduksi aseksual atau vegetatif.
3. Bersifat saprofit pada bahan organik dan bersifat parasit pada tanaman-tanaman tinggi serta merusak tanaman hias.
4. Dapat menyebabkan penyakit pada manusia.

Contoh jamur yang termasuk dalam divisi Deuteromycota adalah sebagai berikut:

1. *Melazasia fur-fur* yaitu jamur penyebab panu,
2. *Epidermophyton floccosum* yaitu jamur penyebab kutu air,
3. *Helminthosporium oryzae* yaitu jamur penyebab noda hitam pada daun, buah dan merusak kecambah,
4. *Epidermophyton floccosum* yaitu jamur penyebab penyakit kaki atlet.

Struktur gambar jamur dapat dilihat pada Gambar 6.4



*Melazasia fur-fur*   *Epidermophyton floccosum*   *Helminthosporium oryzae*

Sumber: Lili, 2023

Gambar 6.4 Deuteromycota

### SEKILAS INFO

Ada beberapa jamur yang dapat dikonsumsi oleh makhluk hidup, tetapi ada juga jamur yang mengandung racun. Cara sederhana mengidentifikasi jamur yang beracun yakni pada masyarakat Eropa memiliki kebiasaan mengerat jamur dengan menggunakan pisau perak. Jika jamur tersebut memunculkan warna hitam atau biru maka dipastikan jamur tersebut beracun. Sedangkan di Indonesia mengidentifikasi jamur dengan memepes jamur bersama nasi putih. Jika nasi putih berubah warna menjadi gelap maka dipastikan jamur tersebut beracun.

### KESIMPULAN

1. Jamur merupakan makhluk hidup yang masuk dalam golongan eukariotik. Di dalam dunia mikroba, jamur termasuk divisi Mycota (fungi). Mycota berasal dari kata mykes (bahasa Yunani), disebut juga fungi (bahasa Latin).
2. Menurut bentuknya jamur dibagi menjadi dua yakni jamur mikroskopis dan jamur makroskopis.
3. Kingdom fungi diklasifikasikan ke dalam empat divisi berdasarkan metode reproduksi seksualnya yaitu Zygomycota (jamur roti), Ascomycota (ragi dan jamur kantung), Basidiomycota (jamur payung), dan Deuteromycota (jamur tak sempurna).

## LATIHAN

Jawablah pertanyaan berikut dengan tepat!

1. Setelah belajar mengenai fungi (jamur) dimana setiap jamur memiliki hifa, maka apa yang anda ketahui tentang hifa?  
(Indikator eksplanasi, 5.3 sub menyajikan argumen)
2. Berdasarkan klasifikasi jamur terdapat beberapa jamur yang dapat dikonsumsi oleh manusia, sebutkan jamur apa saja itu? (Indikator evaluasi, 3.1 sub menilai klaim)
3. Jamur sendiri mempunyai beberapa manfaat bagi makhluk hidup lain, sehingga peran jamur juga mempengaruhi kehidupan makhluk sekitar, apa saja peranan dari fungi (jamur) bagi kehidupan sekitar?  
(Indikator inferensi, 4.1 sub mempertanyakan bukti)

Selamat Mengerjakan 😊

## MENCOBA YUK

### Pengamatan jamur makroskopis

1. Carilah beberapa jenis jamur yang berada di lingkungan sekitar anda
2. Amatimasing-masing jamur tersebut berdasarkan morfologinya
3. Menentukan jenis masing-masing jamur
4. Gambar pada lembar pengamatan dan beri keterangan

### Pengamatan Jamur mikroskopis

1. Siapkan roti yang sudah berjamur dan tempe
2. Amati jamur-jamur tersebut dibawah mikroskop
3. Gambar penampang jamur yang terlihat
4. Tentukan jenis jamur tersebut

Selamat Mencoba 😊

## BAB 7

### KINGDOM PLANTAE (BRIOPHYTA)

#### Tujuan Pembelajaran:



Melalui kemampuan berpikir kritis mahasiswa mampu:

1. Menganalisis prinsip klasifikasi lumut
2. Menganalisis ciri-ciri pembeda pada taksa dibawah kingdom lumut



Sumber: Hafida, 2019

Gambar 7.1 Lumut di dinding

Apabila kalian perhatikan pada dinding, genteng, tanah, atau batu yang berada di tempat yang teduh atau naung dan lembab, maka akan ditemukan adanya hamparan seperti beludru berwarna hijau seperti gambar diatas. Hamparan hijau tersebut disebut dengan tumbuhan Briophyta atau kita kenal dengan sebutan lumut.

Jika kamu menemukan hamparan hijau tersebut apa yang akan anda lakukan? Apakah anda akan mencabut dan membersihkannya dari tempat-tempat tersebut atau membiarkan begitu saja? (Indikator inferensi, 4.2 sub menduga alternatif)



## A. APA ITU BRIOPHYTA?

Sebelum menyinggung tentang dunia Briophyta, maka harus mengetahui tentang Plantae. Sebenarnya, apa itu plantae? Menurut Pattel (2019) Plantae adalah salah satu kingdom dalam taksonomi yang dikenal sebagai tumbuhan. Anggotanya merupakan kelompok organisme eukariotik multiseluler yang memiliki dinding sel dan klorofil. Karena mempunyai klorofil, jadi tumbuhan bersifat autotrof, yaitu bisa membuat makanannya sendiri melalui proses fotosintesis yang dibantu dengan cahaya matahari. Berdasarkan filumnya, kingdom plantae terdiri atas bryophyta (tumbuhan lumut), pteridophyta (tumbuhan paku), dan spermatophyta (tumbuhan berbiji). Nah, maka dari itu marilah kita bahas mulai dari kelas Briophyta atau tumbuhan lumut.

Bryophyta (tunggal) atau bryophyte (jamak) berasal dari kata *bryon* yang artinya lumut dan *phyton* yang artinya lembap/basah (Malcoml, 2000). Bryophyta merupakan tumbuhan yang hidup didarat, termasuk kedalam kingdom plantae dengan ciri-ciri dari Bryophyta adalah tumbuhan ini umumnya berwarna hijau dan berukuran kecil yang ukurannya kurang lebih paling besar hanya mencapai 5 cm (Mulyani, 2020). Bryophyta atau lumut hidup pada dinding, genteng, batu, kayu, gelondongan pohon bahkan bisa hidup ditanah yang lembab bersifat autotrof atau dapat membuat makanannya sendiri karena sel-sel lumut memiliki sel-sel plastid yang menghasilkan klorofil.

Jika anda menemukan hamparan lumut, perhatikanlah secara seksama maka akan memiliki perbedaan. Apa yang akan anda lakukan untuk mengetahui lebih jelas dari ciri umum lumut? (Indikator inferensi, 4.1 sub mempertanyakan bukti).

Ciri umum dari tumbuhan lumut yakni mempunyai sel-sel plastid yang dapat menghasilkan klorofil A dan B, sehingga dapat membuat makanan sendiri dan bersifat autotrof (Ulfa, 2019). Organisme yang termasuk kedalam plantae ini hampir seluruhnya bersifat autotrof (dapat membuat makanan sendiri) dengan bantuan cahaya matahari saat proses fotosintesis. Saragih (2021) mengatakan dalam skala evolusi lumut berada diantara ganggang hijau dan tumbuhan berpembuluh (tumbuhan paku dan tumbuhan berbiji), persamaan antara ketiga tumbuhan tersebut adalah ketiganya mempunyai pigmen fotosintesis berupa klorofil A dan B, dan pati sebagai cadangan makanan. Pada tumbuhan lumut yang berhabitus seperti tumbuhan tingkat

tinggi, dalam batangnya sudah ada sekelompok sel-sel memanjang sebagai buluh pengangkut. Lumut juga sudah memiliki rhizoid (struktur menyerupai akar pada tumbuhan tingkat tinggi) sebagai alat penyerap dan pelekat.

Briophyta terbagi menjadi tiga kelas, penjelasan lengkap ketiga kelas dapat dipelajari sesuai dengan materi di bawah ini.



## B. KLASIFIKASI BRIOPHYTA

Jika anda amati lagi ciri umum dari tumbuhan lumut, maka akan ditemukan beberapa persamaan dan perbedaan. Cobalah untuk mengidentifikasi tumbuhan lumut ke dalam kelasnya masing-masing?

(Indikator Inferensi, 4.1 sub mempertanyakan bukti)

Tumbuhan lumut (*bryophyta*) dibagi menjadi tiga kelas, yaitu lumut daun (*bryopsida*), lumut hati (*hepaticophyta*), dan lumut tanduk (*anthocerotophyta*). Ketiga kelas tersebut dapat dilihat berdasarkan Gambar 7.1.



Lumut Hati

Lumut Tanduk

Lumut Daun

Sumber: Sulastry, 2023

Gambar 7.1 Klasifikasi Briophyta

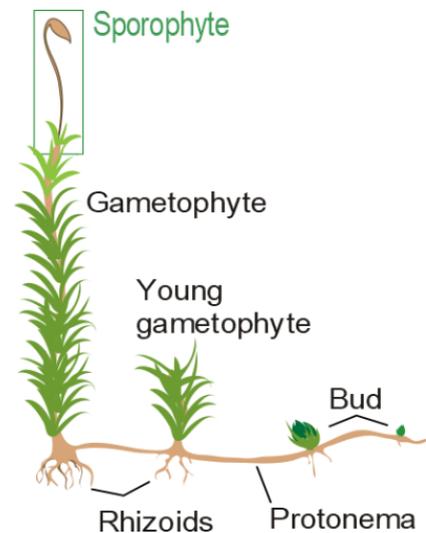
### 1. Lumut Daun (*Bryopsida*)

Lumut daun adalah jenis tumbuhan yang sering dijumpai di daerah yang lembab. Pada umumnya, satu individu lumut daun menghasilkan jenis gamet yang berbeda sehingga dapat dibedakan mana individu jantan, mana individu betina (Afroz, 1995). Pada fase sporofit, tumbuhan lumut akan menghasilkan spora sebagai alat perkembangbiakannya. Jika spora lumut sampai di lingkungan yang sesuai, spora lumut akan tumbuh menjadi protonema. Protonema inilah yang akhirnya tumbuh menjadi tumbuhan lumut baru (Ulfa, 2019). Contoh spesies tumbuhan lumut daun adalah *Polytrichum juniperinum*, *Pogonatum cirratum*, dan *Aerobryopsis longissima*.

Kebanyakan lumut ini tumbuh di rawa-rawa yang membentuk rumpun atau bantalan yang dari tiap-tiap tahun tampak bertambah luas sedangkan bagian bawah yang ada dalam air mati berubah menjadi gambut yang membentuk tanah gambut. Jenis tanah ini bermanfaat untuk menggemurkan medium pada tanaman pot dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Karena habitatnya sangat luas, maka tubuhnya pun mempunyai struktur yang bermacam-macam. Gambar penampang melintang struktur lumut daun dapat dilihat pada Gambar 7.2.

Berikut ini ciri-ciri lumut daun (Amalia, 2020):

- Talus gametofit tidak dapat dibedakan antara struktur daun dan batang
- Talus gametofit mempunyai bentuk simetri radial
- Arkegonium dan anteridium terbentuk pada ujung gametofit di antara daun, dan kemudian tumbuh sporangium
- Talus sporofitnya merupakan sporangium yang menumpang pada ujung batang dari talus gametofit
- Mempunyai daun, batang, dan rizoid multiseluler
- Daunnya hanya terdiri atas satu lapis sel dengan rusuk tengah, tersusun melingkari batang atau spiral
- Arkegonium melekat di atas kapsul dan membentuk kalipra
- Kapsul bagian bawah mempunyai stomata dan bersifat fotosintetik



Sumber: Pratiwi, 2022

Gambar 7.2 Struktur Lumut Daun

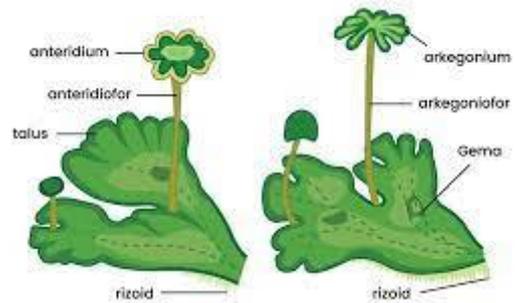
## 2. Lumut Hati (Hepaticophyta)

Lumut hati atau Hepaticopsida mempunyai bentuk tubuh seperti lembaran banyak lekukan dan menyerupai bentuk hati. Oleh karena bentuknya ini, lumut hati pernah dianggap bisa membantu menangani penyakit hati. Afroz, (1995) mengatakan lumut hati memiliki tubuh dengan struktur akar, batang, dan daun, sehingga sering dianggap sebagai kelompok peralihan dari tumbuhan Thallophyta ke Cormophyta. Habitat Lumut Hati ialah pada tanah mineral yang lembab di lereng gunung ataupun di bukit. Lumut ini juga dapat tumbuh pada dasar hutan yang lebat. Contohnya adalah *Ricciocarpus sp.* dan *Marchantia polymorpha*.

Lumut hati tidak ideal tumbuh pada tanah gambut yang bersifat asam dan sedikit unsur hara, terdapat pengecualian pada jenis genus *Plagiochila sp* yang bisa dijumpai tumbuh pada hutan rawa gambut (Amalia, 2020). Gambar penampang melintang struktur lumut hati dapat dilihat pada Gambar 7.3

Berikut ini Ciri-Ciri Lumut Hati (Saragih, 2021):

- a. Talus gametofitnya tidak dapat dibedakan antara struktur daun dan batang, sementara akarnya berupa rizoid
- b. Talus gametofitnya mempunyai bentuk pipih dorsiventral
- c. Pada permukaan dorsal gametofit dibentuk arkegonium dan anteridium yang berbentuk seperti payung
- d. Talus sporofitnya mempunyai ukuran sangat kecil, sehingga nyaris tidak nampak.



Sumber: Guru, 2023

Gambar 7.3 Struktur Lumut Hati

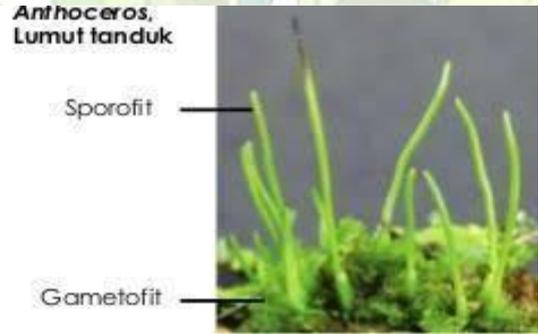
### 3. Lumut Tanduk (*Anthoceroopsida*)

Lumut tanduk atau *Anthoceroopsida* mempunyai bentuk sporofit yang panjang dan runcing, yang dapat tumbuh setinggi 5 cm. Sporofit lumut tanduk hanya terdiri dari sporangium dan tidak memiliki seta (Lukitasari, 2019). Spora matang akan dilepaskan oleh sporangium yang pecah atau terbuka, dimulai dari ujung tanduk. Gametofit, yang umumnya memiliki diameter 1-2 cm tumbuh secara mendatar dan kadang ditempeli oleh sporofit majemuk (Afroz, 1995). Lumut tanduk sering menjadi spesies pertama yang menempati sebuah wilayah terbuka dan lembab. Habitat Lumut Tanduk (*Anthoceroopsida*) ialah di bukit ataupun di lereng gunung pada tanah mineral yang lembab. Lumut tanduk tidak bagus tumbuh pada daerah yang bersifat asam dan sedikit unsur hara, contohnya tanah gambut. Lumut tanduk banyak hidup di tepi danau, selokan, dan sungai. Gambar penampang melintang struktur lumut tanduk dapat dilihat pada Gambar 7.4 Contohnya adalah *Anthoceros sp.*

Ciri-ciri Lumut Tanduk (Vashishta, 2000):

- a. Akar masih berupa rizoid, talus gametofit tidak dapat dibedakan antara struktur daun dan batang
- b. Talus gametofit mempunyai bentuk pipih dorsiventral

- c. Terciptanya gametangium (anteridium dan arkegonium) di permukaan dorsal talus gametofit
- d. Talus sporofitnya menyerupai bentuk tanduk atau jarum yang ramping (kecil), dan pertumbuhannya terjadi sebab



pembelahan sel-sel dasar pada daerah kaki.

Sumber: Jasmine, 2020

- e. Struktur Tubuh Lumut Tanduk berupa talus, tetapi sporofitnya berbentuk kapsul memanjang. Lumut tanduk mempunyai sel yang hanya terdiri dari satu kloroplas.

Gambar 7.4 Struktur Lumut Tanduk



SEKILAS INFO

**Pernahkah anda melihat lumut pohon seperti gambar disamping?**

Gambar disamping adalah jenis Lichen atau lumut kerak yang merupakan simbiosis antara jamur dan alga atau cyanobacteria (Rankovic,2015). Lumut kerak atau lichen BUKAN tergolong dalam bryophyta karena lumut tersebut terbentuk dengan adanya gabungan antara jamur dan alga sehingga membentuk individu unik seperti kerak.

## RANGKUMAN

1. Lumut (Bryophyta) merupakan salah satu divisi pada tumbuhan tingkat rendah. Bryophyta berasal dari kata *Bryon* artinya lumut dan *phyton* berarti lembab atau basah, yang bila digabungkan menjadi satu kata berarti tumbuhan yang hidup ditempat-tempat lembab atau basah.
2. Bryophyta memiliki ciri tidak berpembuluh karena tidak memiliki batang, daun maupun akar sejati (tidak dapat dibedakan antara batang, daun dan akar), Habitat berada di tempat lembab dan terlindung dari cahaya matahari seperti dasar hutan, permukaan batang pohon, tembok, dan sumur, berukuran kecil dan berwarna hijau karena mengandung klorofil sehingga dapat melakukan fotosintesis (autotrof).
3. Bryophyta merupakan tanaman hijau yang termasuk dalam klasifikasi tanaman rendah dan memiliki tiga divisi penting, yaitu Musci Contohnya adalah *Polytrichum* sp., *Sphagnum* sp., *Andreae rupestris* dan *Bryum capillare*. Hepaticae Contohnya adalah *Ricciocarpus* sp. dan *Marchantia polymorpha*, dan Anthocerotae Briopsida contohnya adalah *Anthoceros* sp.

## LATIHAN

Jawablah pertanyaan berikut dengan tepat!

1. Setelah belajar mengenai lumut (briophyta) dimana lumut terbagi menjadi tiga kelas, evaluasi kembali dengan menyebutkan ciri khas dari ketiga kelas tersebut? (Indikator Evaluasi, 3.1 sub menilai klaim)
2. Hasil apa yang anda dapat setelah mempelajari tentang Lumut kerak (lichenes)? (Indikator Regulasi Diri)
3. Jimin menemukan jenis lumut yang berada di daerah hutan rawa dengan ciri-ciri bagian tubuh tidak dapat dibedakan antara struktur daun dan batang serta memiliki bagian yang berbentuk seperti payung. Spesies dari kelas manakah lumut yang ditemukan oleh jimin? (Indikator Analisis, 2.1 sub pengkajian ide-ide)

Selamat Mengerjakan 😊

## MENCOBA YUK

Untuk mengetahui secara langsung jenis-jenis lumut yang ada di sekitar kita, mari lakukan pengamatan sederhana yuk dengan mengikuti langkah sebagai berikut:

1. Amatilah lingkungan sekitar anda yang memiliki daerah lembab yang banyak ditumbuhi berbagai jenis lumut
2. Ambil beberapa jenis lumut yang anda temukan
3. Amati di bawah mikroskop
4. Gambarlah hasil penemuan anda
5. Dan tentukan jenis lumut yang anda temukan sesuai dengan hasil pengamatan anda

Selamat Mencoba 😊

## BAB 8

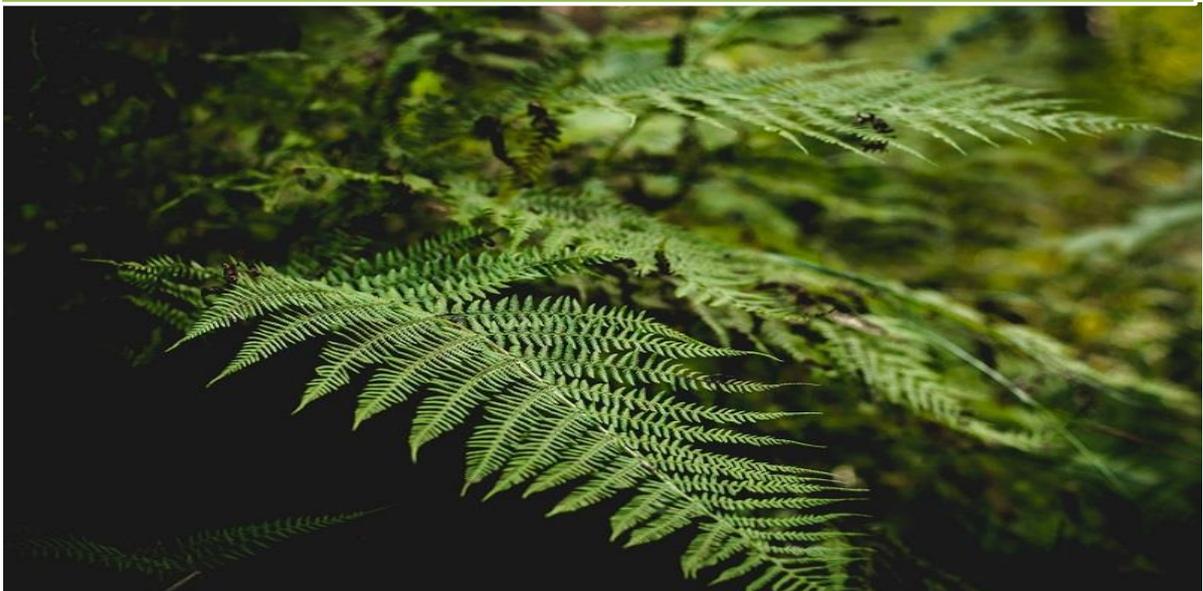
### KINGDOM PLANTAE (PTERIDOPHYTA)

#### Tujuan Pembelajaran:



Melalui kemampuan berpikir kritis mahasiswa mampu :

1. Menganalisis prinsip klasifikasi pteridophyta
2. Menganalisis ciri-ciri pembeda pada taksa dibawah kingdom pteridophyta



Sumber : Fai'zah, 2020

Gambar 8.1 Tumbuhan Paku

Pernahkah kalian mendaki gunung atau jalan-jalan ke hutan? Kalau pernah, pasti gak asing lagi sama tumbuhan paku, bahkan tanpa kita sadari ada beberapa jenis tumbuhan paku-pakuan yang kita makan sehari-hari lho. Salah satu tumbuhan paku yang sering di konsumsi manusia adalah tumbuhan paku jenis pakis. Tumbuhan paku memiliki berbagai macam jenis dengan berbagai macam ciri khas yang berbeda-beda. Dari tumbuhan pakis yang kalian makan dapatkah membedakan antara struktur akar, batang dan daun? Apa yang akan anda lakukan untuk membedakannya? (Indikator inferensi, 4.2 sub menduga alternatif). Jika belum, Yuk langsung kita bahas klasifikasi tumbuhan paku pteridophyta lewat materi di bawah ini.



## A. APA ITU PTERIDOPHYTA?

Pteridophyta berasal dari kata *pteron*: sayap bulu, dan *phiton*: tumbuhan. Jadi pteridophyta adalah tumbuhan paku yang tergolong dalam tumbuhan kormus berspora, dimana tumbuhan ini menghasilkan spora dan memiliki susunan daun yang umumnya membentuk bangun sayap, yaitu pada pucuknya yang terdapat bulu-bulu (Zhang *et al*, 2020). Tumbuhan paku atau biasa disebut dengan tumbuhan paku-pakuan atau pakis-pakistan merupakan kelompok tumbuhan yang memiliki jaringan pembuluh xilem dan floem, namun tidak berbiji (Syafrudin, 2016).

Menurut Kinho (2011), seorang peneliti dari Balai Penelitian Kehutanan Manado, menyatakan bahwa pteridophyta merupakan suatu divisi tumbuhan yang sudah memiliki sistem pembuluh sejati (kormus), artinya tubuhnya bisa dibedakan dalam tiga bagian pokok yaitu akar, batang, dan daun. Tumbuhan paku sering disebut juga dengan kormofita berspora karena berkaitan dengan adanya akar, batang, daun sejati, serta bereproduksi aseksual dengan spora. Tumbuhan paku juga disebut sebagai tumbuhan berpembuluh (Tracheophyta) karena memiliki pembuluh pengangkut (Trevisan, 2022). Tumbuhan paku merupakan tumbuhan berkormus dan berpembuluh yang paling sederhana. Terdapat lapisan pelindung sel (jaket steril) di sekeliling organ reproduksi, sistem transpor internal, hidup di tempat yang lembap. Akar serabut berupa rizoma, ujung akar dilindungi kaliptra. Sel-sel akar membentuk epidermis, korteks, dan silinder pusat (terdapat xilem dan floem).



## B. KLASIFIKASI PTERIDOPHYTA

Menurut Gembong Tjitrosoepomo, dalam buku Morfologi Tumbuhan (2005), pteridophyta memiliki jenis yang heterogen, baik dari segi habitatnya maupun cara hidupnya. Tumbuhan paku memiliki banyak jenis yang berbeda-beda. Nah, dari banyaknya jenis tumbuhan paku maka apa yang akan anda lakukan untuk mengkategorikan jenis-jenis tumbuhan tersebut? (Indikator analisis, 2.1 sub pengkajian ide-ide).

Klasifikasi tumbuhan paku cuma punya 4 kelas yakni tumbuhan paku diklasifikasikan menjadi paku sejati (*pteropsida*), paku purba (*psilopsida*), paku ekor kuda (*sphenopsida*), dan paku kawat (*lycopsida*). Contoh tumbuhan paku dapat dilihat pada Gambar 8.1.



*Asplenium nidus*



*Psilotum nudum*



*Equisetum arvense*



*Lycopodium clavatum*

Sumber: Fa'izah,2022

Gambar 8.1 Klasifikasi pteridophyta

## 1. Paku Sejati (Pteropsida)

Pteropsida atau tumbuhan paku sejati juga biasa disebut sebagai tumbuhan pakis. Disebut sejati, karena tumbuhan paku jenis ini memiliki akar, batang, dan daun sejati. Contoh paku sejati: *Dryopteris sp.*, *Marsilea crenata* (semanggi), *Adiantum sp.* (suplir), *Platycerium coronarium* (simbar menjangkan), *Asplenium nidus*, dan *Azolla piñata* (paku sawah). Salah satu contoh tumbuhan paku sejati yakni *Adiantum cuneatum* dapat dilihat pada Gambar 8.2.



Sumber: Fa'izah,2022

Gambar 8.2 *Adiantum cuneatum*

Tumbuhan paku memiliki daun muda yang menggulung yang disebut circinate. Biasanya, kalau daun masih muda itu bakal menggulung. Duduk daun pada batang membentuk sayap. Sporangium tersusun dalam bentuk sorus dipermukaan daun. Daun makrofil yang dilengkapi dengan tulang daun dan daging daun (mesofil). Di

antara jenis klasifikasi tumbuhan paku, jenis inilah yang paling banyak spesiesnya. Batang paku sejati tumbuh di atas permukaan tanah secara tegak dan ada juga yang terbenam ke bawah tanah. Penyebaran spora dibantu oleh angin ke berbagai daerah. Tumbuhan paku jenis ini banyak ditemukan di daerah subtropics maupun tropis. Tinggi tumbuhan ini bervariasi mulai dari yang pendek dan tampak seperti lumut hingga tinggi menjulang seperti pohon.

Dari ciri-ciri yang sudah di jelaskan pada tumbuhan paku jenis pteropsida di atas, maka menurut anda contoh tumbuhan paku seperti apakah yang cocok hidup didaerah sekitarmu? Dan dapatkah anda menemukannya di lingkungan sekitar kita? (Indikator Exsplanasi, 5.3 sub menyajikan argumen)

## 2. Paku Purba (Psilopsida)

Psilopsida disebut juga dengan paku purba, dari namanya pasti anda memiliki gambaran apa yang dimaksud dengan nama tersebut, nah dari pernyataan tersebut dapatkah anda menjelaskan makna dari nama “paku purba”? (Indikator Interpretasi, 1.3 sub klasifikasi arti)

Sesuai dengan namanya, paku purba merupakan tumbuhan paku yang keberadaannya sudah hampir punah. Tumbuhan ini sudah ada sejak zaman purba dan saat ini ditemukan dalam bentuk fosil. Bentuk daunnya kecil, bahkan ada yang tidak berdaun. Tumbuhan paku purba juga sering disebut sebagai paku telanjang, karena sporangiumnya terbuka. Mereka tidak memiliki akar, batang, dan daun sejati. Tapi, tetap memiliki pembuluh angkut xilem dan floem ya. Meskipun jenis paku purba banyak yang ditemukan dalam bentuk fosil seperti *Rhynia major*, spesies yang masih ada sampai saat ini, yaitu *Psilotum*. Contoh tumbuhan paku purba yaitu *Psilotum nudum* dan *Rhynia major*. Contoh tumbuhan paku purba dapat dilihat pada Gambar 8.3.



Sumber: Shutterstock. 2021

Gambar 8.3 *Psilotum nudum*

Psilopsida mempunyai batang yang beruas-ruas, berbuku nyata dan tidak memiliki daun dan akar sejati. Pada batang tersebut tumbuh daun-daun

kecil berbentuk seperti sisik. sporangium terletak di buku-buku cabang yaitu pada ketiak daun ketiak daun (sinangium). Fungsi akar digantikan oleh rizoid. Pada generasi sporofit, *Psilotum sp* mempunyai ranting dikotom dan tidak memiliki akar dan daun sejati, sebagai pengganti akar, *Psilotum* mempunyai rizoma yang diselubungi rambut-rambut kecil yang disebut rizoid.

### 3. Paku Ekor Kuda (Sphenopsida)

Asal nama paku ekor kuda di adaptasi dari bentuk tumbuhan jenis Sphenopsida, bagaimana cara anda membuktikan bahwa pernyataan tersebut benar adanya? (Indikator Inferensi, 4.2 sub menduga alternatif).

Klasifikasi tumbuhan paku jenis ini disebut sebagai paku ekor kuda karena bentuk daunnya yang memanjang menyerupai ekor. Paku ini bisa



Sumber: Trial. 2007

Gambar 8.4 *Equisetum Arvense*

berusia tahunan. Contoh tumbuhan ekor kuda: *Equisetum arvense*. Salah satu contoh tumbuhan paku sejati yakni *Equisetum arvense* dapat dilihat pada gambar 8.4

Jumlah anggota spesies ini ditemukan sekitar 15 spesies. Spesies kelas *Equisetinae* ini biasa tumbuh subur ditempat-tempat yang lembab. Memiliki daun kecil, batang dan akar sejati. Batangnya berwarna hijau, beruas, berlubang di tengah, dan bisa bercabang. lubang di tengah berperan dalam proses fotosintesis sebagai pengganti daun. Daun berukuran kecil berbentuk seperti sisik tumbuh pada buku batang secara berkarang. Sporofil berbentuk seperti perisai dengan sejumlah sporangium pada sisi bawahnya. Semua sporofil tersusun dalam strobilus pada ujung batang atau batang.

### 4. Paku Kawat (Lycopsida)

Paku kawat atau lycopsida merupakan jenis tumbuhan paku yang termasuk dalam heterospora, yaitu dapat menghasilkan dua macam spora (mikrospora dan makrospora). Contoh paku kawat: *Lycopodium clavatum*.



Sumber: GoBotany. 2023

Gambar 8.5 *Lycopodium Clavatum*

Salah satu contoh tumbuhan paku sejati yakni *Lycopodium clavatum* dapat dilihat pada gambar 8.5.

Ciri-ciri klasifikasi tumbuhan paku yang satu ini sesuai dengan namanya, yaitu berdaun kecil dengan susunan spiral berbentuk sisik dan terletar menyebar pada batang dan memiliki batang seperti kawat. Untuk sporangiumnya akan muncul di ketiak daun dan berkumpul membentuk strobilus. Memiliki daun berupa mikrofil yang tersusun secara spiral. Spora yang dihasilkan tidak berflagela. Biasanya paku kawat hidupnya di

daratan dan menempel pada tumbuhan lain sebagai epifit. Jumlah anggota kelas ini mencapai sekitar 1.000 spesies. Spesies ini termasuk paku homospora karena menghasilkan spora tunggal yang akan berkembang menjadi gametofit biseksual yang memiliki organ jantan maupun betina.



#### TAHUKAH KAMU?

Jenis tumbuhan paku purba yakni *psilotum* merupakan jenis tumbuhan paku endemik yang hampir punah di Indonesia, dulu jenis paku ini masih ditemukan di Gunung Slamet Jawa Tengah kini sudah sulit untuk ditemukan lagi. Punahnya jenis paku ini dikarenakan perubahan iklim dan akibat perburuan oleh manusia serta kebakaran hutan yang pernah terjadi.

## KESIMPULAN

1. Tumbuhan paku merupakan salah satu kelompok tumbuhan yang tertua yang masih dapat dijumpai di daratan. Tumbuhan paku merupakan tumbuhan kormus yang menghasilkan spora. Tumbuhan paku merupakan tumbuhan yang mendominasi daratan selama periode Karboniferus (286 juta hingga 360 juta tahun yang lalu)
2. Ciri umum tumbuhan paku mempunyai akar, batang dan daun yang jelas, daun muda menggulung yang disebut juga dengan circinnatus, alat perkembangbiakan tumbuhan paku yang utama adalah spora
3. Tumbuhan paku dapat ditemukan di berbagai habitat, ada yang hidup di daratan yang tanah dan ada juga yang hidup di air. Tumbuhan paku menyukai tempat yang lembab dan teduh.
4. Pteridophyta diklasifikasikan menjadi empat kelas berdasarkan sifat morfologi tubuhnya yaitu Psilophytinae (contohnya

## LATIHAN

Jawablah pertanyaan berikut dengan tepat!

1. Jimin menemukan tumbuhan tinggi yang tubuhnya tegak di belakang rumah dengan ciri-ciri berukuran sekitar 30 cm memiliki bagian akar, batang dan daun sejati. Susunan daun seperti bulu (menyirip) dan memiliki pembuluh angkut xylem dan floem, biasanya terdapat kotak spora dibagian bawah daun. Dari ciri-ciri tersebut dapatkah kamu menganalisis jenis tumbuhan yang ditemukan jimmin? (Indikator Analisis, 2.1 sub pengkajian ide-ide)
2. Tumbuhan paku merupakan tumbuhan kormophyta berspora yang hidup di berbagai habitat di mana saja baik secara epifit, terrestrial maupun di air. Penyebaran tumbuhan paku sangat khas mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi. Berikan pendapatmu terkait dengan pernyataan di atas? (Indikator Inferensi, 4.1 sub mempertanyakan bukti)

Selamat Mengerjakan 😊

## MENCOBA YUK

Pelajari secara langsung yuk bentuk struktur dari tumbuhan paku dengan melakukan pengamatan berikut:

1. Amatilah lingkungan sekitar anda yang banyak ditumbuhi tumbuhan paku
2. Ambil beberapa jenis paku yang anda temukan
3. Mengamati morfologi dari masing-masing tumbuhan paku dengan memperhatikan letak dan bentuk tropofil serat sporofil, mengamati letak dan bentuk sorus dengan menggunakan loupe.
4. Menggambar morfologi tumbuhan paku yang telah di amati dengan menyertakan keterangan yang sejujur-jujurnya.
5. Mengamati anatomi sorus masing-masing tumbuhan paku.
6. Gambarlah dan catat semua hasil pengamatan

Selamat Mencoba 😊

## BAB 9

### KINGDOM PLANTAE (SPERMATOPHYTA)

#### Tujuan Pembelajaran:



Melalui kemampuan berpikir kritis mahasiswa mampu

1. Menganalisis prinsip klasifikasi kingdom spermatophyta
2. Menganalisis ciri-ciri pembeda pada taksa di bawah kingdom spermatophyta



Sumber: Biosains.com

Gambar 9.1 Tumbuhan berbiji

Sebelumnya kita udah belajar tentang Briophyta atau tumbuhan lumut dan pteridophyta atau tumbuhan paku yang masing-masingnya menghasilkan spora. Nah, sekarang kita akan mengenal lebih jauh tentang filum terakhir dari kingdom Plantae, yaitu Spermatophyta atau tumbuhan biji.

Kira-kira kalau berbicara tumbuhan biji, apa yang terlintas dalam pikiranmu jika mendengar kata tumbuhan berbiji? (Indikator Eksplanasi)

Yap, pasti pikiran kita sama persis dengan gambar diatas yakni pohon jambu, pohon mangga, padi, kedelai, dan masih banyak lagi tumbuhan berbiji lainnya. Akan tetapi kelompok spermatophyta dibagi lagi menjadi dua lho, yakni angiospermae dan gymnospermae. Supaya pemahaman tentang tumbuhan biji ini semakin luas, yuk bareng-bareng kita pelajari tentang apa itu spermatophyta melalui materi berikut ini.



## APA ITU SPERMATOPHYTA?

**Spermatophyta** adalah anggota kingdom Plantae yang memiliki pembuluh dan juga biji. Spermatophyta berasal dari bahasa Yunani yaitu sperma yang berarti biji dan phyton yang berarti tumbuhan (Nicoletti R, Fiorentino A, 2015). Itulah mengapa Spermatophyta sering juga disebut sebagai tumbuhan berbiji. Mereka menggunakan biji tersebut sebagai cadangan makanan dan embrionya.

Dari pengertian spermatophyta di atas, maka dapatkah kamu menganalisis ciri khas dari tumbuhan spermatophyta? (Indikator Analisis)

Gembong Tjitrosoepomo, melalui bukunya pada tahun 2010 yang berjudul Taksonomi Tumbuhan Spermatophyta, menyebutkan bahwa ciri khas tumbuhan berbiji mempunyai akar, batang dan daun sejati. Akar umumnya berada dalam tanah yang berfungsi untuk mengokohkan berdirinya batang serta berfungsi untuk menyerap air dan mineral dari dalam tanah. Penyerapan air dan mineral dilakukan oleh bulu-bulu halus yang disebut bulu akar. Akar berfungsi sebagai tempat menyimpan cadangan makanan yang dihasilkan oleh daun, misalnya pada ubi kayu, wortel, dan lobak.

Batang pada tumbuhan biji biasanya tumbuh di atas permukaan tanah dan merupakan tempat tumbuh tunas, daun dan bunga. Batang berfungsi menunjang pertumbuhan daun yang dapat menerima cahaya matahari untuk proses fotosintesis. Pada bagian batang sudah dilengkapi dengan berkas pengangkut yang terdiri dari jaringan pembuluh kayu (xilem) dan pembuluh tapis (floem). Xilem berfungsi mengangkut air dan mineral dari dalam tanah, sedangkan pembuluh tapis (floem) berfungsi dalam mengedarkan zat-zat makanan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tubuh tumbuhan. Pembuluh kayu dan pembuluh tapis juga dapat ditemukan pada akar dan pertulangan daun.

Daun pada tumbuhan biji merupakan “pabrik” makanan yang dibuat melalui proses fotosintesis. Daun yang berwarna hijau mengandung zat hijau daun atau klorofil. Pada permukaan atas daun umumnya tertutup oleh lapisan lilin yang disebut kutikula. Kutikula berfungsi membatasi penguapan air dari permukaan daun, sehingga daun terhindar dari kekeringan. Pada daun terdapat lubang kecil

yang disebut sebagai mulut daun (stomata). Stomata merupakan tempat masuknya gas karbondioksida dari udara dan tempat keluarnya gas oksigen hasil fotosintesis. Habitat tumbuhan ini hidup di darat tetapi ada juga yang hidup mengapung di air.

Tumbuhan biji atau Spermatophyta yang memiliki ciri khas berupa biji, kemudian akan terbagi lagi menjadi Angiospermae dan Gymnospermae.



## KLASIFIKASI SPERMATOPHYTA

Spermatophyta dibagi menjadi dua. Seringkali kita jumpai ada tumbuhan yang bijinya terletak di dalam bakal buah dan ada juga yang di luar 'kan? Tumbuhan dengan biji di luar bakal buah atau biji terbuka disebut sebagai Gymnospermae, sedangkan yang terletak di dalam buah atau biji tertutup disebut dengan Angiospermae.

Nah sudah tau kan klasifikasi spermatophyta di kelompokkan menjadi dua yakni tumbuhan dengan biji di luar bakal buah dan biji di dalam bakal buah, **maka dari penjelasan singkat dari kedua kategori tersebut dapatkah kamu mengelompokkan contoh tumbuhan di lingkunganmu sesuai dengan dua kategori tersebut?** (Indikator Interpretasi)

### 1. Tumbuhan Biji Terbuka (Gymnospermae)

Klasifikasi pertama dari Spermatophyta adalah Gymnospermae atau tumbuhan biji terbuka. Menurut Gembong Tjitrosoepomo (2010) dimana Gymnospermae berasal dari bahasa Yunani yaitu *gymnos* yang berarti telanjang dan *sperm* yang berarti biji. Nah, tumbuhan biji terbuka berarti bijinya telanjang, karena bijinya gak tertutup oleh bakal buah/karpel, sehingga, biji akan tampak dari luar.

Tumbuhan yang termasuk dalam jenis Gymnospermae juga memiliki ciri-ciri lain. Menurut Susi Laelawati, dalam bukunya yang berjudul Keanekaragaman Hayati tahun 2008, tumbuhan Gymnospermae punya alat reproduksi yang berbentuk strobilus atau karangan bunga berbentuk kerucut. Tumbuhan Gymnospermae menghasilkan heterospora yaitu berupa mikrospora dan megaspora. Mikrospora berkembang menjadi mikrogametofit (gametofit

jantan) dan berisi serbuk sari. Sementara itu megaspora berkembang menjadi megagametofit (gametofit betina).

Klasifikasi gymnospermae menurut Gembong Tjitrosoepomo (2018) dibagi menjadi 4 yakni sebagai berikut:

a. Cycadinae

Tumbuhan yang tergabung dalam kelompok ini memiliki batang yang berkayu. Bentuknya menyerupai palem dan memiliki percabangan yang disebut roset dengan bentuk daunnya menyirip. Kelompok Cycadinae memiliki strobilus jantan yang sangat besar, yang mana tersusun atas sporofil-sporofil berbentuk sisik dan terdapat banyak mikrosporangium, sedangkan pada strobilus betina, sporofilnya berbentuk sisik dengan dua bakal biji atau berumah satu (Zulianti D, 2021). Tumbuhan jenis ini sering kita jumpai pada taman atau sebagai budidaya di dalam pot. Contoh tumbuhan Cycadinae: *Cycas rumphii* (pakis haji) yang dapat dilihat pada gambar 9.1 berikut



Sumber: Wikipedia.com

Gambar 9.1 *Cycas Rumphii*

b. Ginkgoinae

Tumbuhan yang termasuk dalam kelas Ginkgoinae memiliki bentuk daun seperti kipas yang berwarna keemasan. Anggota kelas ini berupa pohon berumah dua (*dioseus*), artinya tumbuhan hanya memiliki bunga jantan atau betina aja. Satu-satunya kelompok yang mempunyai spesies paling sedikit sehingga dianggap sebagai tumbuhan primitif. Contoh tumbuhan Ginkgoinae adalah *Ginkgo biloba* dapat dilihat pada gambar 9.2 berikut



Sumber: Health.com

Gambar 9.2 *Ginkgo biloba*

#### c. Coniferae

Coniferae berasal dari kata *conus* yang berarti kerucut dan *ferre* yang berarti mendukung atau membawa. Jadi, ciri utama tumbuhan Coniferae yaitu memiliki tajuk berbentuk kerucut. Anggota kelas ini bisa berupa semak, pohon, maupun perdu.

Tumbuhan ini ada yang berumah dua dan ada juga yang berumah satu. Berumah satu berarti di dalam satu pohon terdapat bunga betina dan jantan sekaligus. Ciri lainnya adalah daunnya yang berbentuk jarum. Contoh tumbuhan Coniferae: *Podocarpus imbricatus*, *Cupresus lusitanica* (cemara) dan *Pinus merkusii* (pinus). Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 9.3 berikut



Sumber: Evermotion.com

Gambar 9.3 *Cupresus lusitanica* (cemara)

#### d. Gnetinae

Tumbuhan yang tergabung dalam kelas Gnetinae memiliki ciri-ciri berupa batang berkayu, ada yang bercabang dan tidak. Anggotanya bisa berupa pohon, semak, maupun perdu. Sama seperti Ginkgoinae, kelas Gnetinae juga termasuk tumbuhan berumah dua. pertulangan daun menyirip, serta bunga tersusun berkarang. Gnetinae lebih maju dibandingkan kelas

lainnya karena mempunyai perhiasan pada strobilus. Contoh tumbuhan Gnetinae: *Gnetum gnemon* (pohon melinjo) yang bisa dilihat pada gambar 9.4 berikut



Sumber: Greiners.com

Gambar 9.4 *Gnetum Gnemon* (Pohon Melinjo)

## 2. Tumbuhan Biji Tertutup (Angiospermae)

Menurut Gembong Tjitrosoepomo (2010) Angiospermae sendiri berasal dari bahasa Yunani yaitu *angion* yang berarti wadah. Jadi, tumbuhan yang termasuk dalam filum ini merupakan tumbuhan yang bijinya tertutup oleh bakal buah atau karpel, bukan seperti Gymnospermae yang bijinya bakal kelihatan dari luar. Sehingga dapat dikatakan sebagai tumbuhan biji tertutup karena bakal biji berada dalam bakal buah yang dilindungi oleh daun buah. Tumbuhan biji tertutup sangat penting bagi kehidupan manusia maupun hewan, karena tumbuhan inilah yang menyediakan hampir semua bahan makanan yang berasal dari tumbuhan.

Tumbuhan Angiospermae termasuk golongan dengan sistem pembuahan ganda dan memiliki alat perkawinan berupa bunga, itulah mengapa Angiospermae juga disebut dengan *anthophyta*, dari kata *anthos* yang berarti bunga dan *phyta* yang berarti tumbuhan. Anggota dari Angiospermae terbagi menjadi dua. Menurut Zulfiani, seorang penulis buku *Ilmu Pengetahuan Alam* tahun 2009, tumbuhan biji tertutup bisa dibedakan menjadi *monocotyledoneae* (monokotil) dan *dicotyledoneae* (dikotil).

### a. Tumbuhan monokotil

Tumbuhan monokotil adalah tumbuhan yang hanya memiliki satu lembaga biji. Jadi, pada saat berkecambah biji tersebut tidak mengalami pembelahan. Tumbuhan monokotil memiliki bentuk akar serabut dan batangnya

tidak bercabang. Selain itu, mereka juga tidak memiliki kambium pada batangnya, sehingga tidak ada pertumbuhan sekunder (Zulianti, dkk. 2021). Bentuk tulang daun tumbuhan ini juga sejajar atau melengkung. Bagian-bagian bunga berbilangan tiga. Kelas ini terdiri atas beberapa famili yaitu

1. Liliaceae contohnya *Gloriosa superba*, L., (kembang sunsang)



Sumber: Wikipedia.com

Gambar 9.5 *Gloriosa superba*, L., (kembang sunsang)

2. Poaceae/Graminaceae, contohnya *Oriza Sativa* (padi), dan *Zea Mays* (jagung)



Sumber: Bioedu.com

Gambar 9.6 *Oriza Sativa* (padi),

3. Zingiberaceae, contohnya jahe, lengkuas, dan kencur



Sumber: Litbang.com

Gambar 9.7 Tumbuhan Jahe

4. Musaceae contohnya *Musa sp* (pisang)



Sumber: Wikipedia.com

Gambar 9.8 *Musa sp* (pisang)

5. Orchidaceae, contohnya *Orchida sp* (anggrek)



Sumber: Wikipedia.com

Gambar 9.9 *Orchida sp* (anggrek)

6. Areaceae, contohnya *Cocos Nucifera L* (kelapa)



Sumber: Litbang.com

Gambar 9.10 *Cocos Nucifera L* (kelapa)

b. Tumbuhan dikotil

Tumbuhan dikotil memiliki dua lembaga biji, sehingga pada saat berkecambah akan mengalami pembelahan menjadi dua bagian. Bentuk akar yang dimilikinya tunggang dan bercabang-cabang, jadi mereka bisa lebih kuat dibandingkan dengan akar serabut. Tulang daun tumbuhan dikotil berbentuk menjari atau menyirip. Bagian-bagian bunga berbilangan dua, empat, atau lima. Tumbuhan dikotil juga memiliki kambium, sehingga mereka bisa tumbuh besar (pertumbuhan sekunder). Kelas Dicotyledoneae terdiri atas beberapa famili berikut.

*Euphorbiaceae*, contoh karet

*Moraceae*, contoh beringin

*Papilionaceae*, contoh kacang tanah

*Solanaceae*, contoh kentang

*Convolvulaceae*, contoh kangkung

*Apocynaceae*. Contoh kamboja

*Rubiaceae*, contoh kopi

*Verbenaceae*, contoh jati

*Myrtaceae*, contoh cengkih

*Rutaceae*, contoh jeruk

*Bombacaceae*, contoh durian

*Malvaceae*, contoh waru

*Mimosaceae*, contoh putri malu

*Caesalpinaceae*, contoh asam

*Cucurbitaceae*, contoh mentimun dan melon



#### SEKILAS INFO

Pohon pinus Bristlecone merupakan spesies pinus kecil yang termasuk dalam family Pinaceae. Pinus ini merupakan tumbuhan tertua yang hidup di bumi dengan usia diperkirakan mencapai 5.000 tahun.

Tumbuhan ini memiliki kemampuan bertahan hidup dilingkungan yang sangat gersang dan cuaca yang sangat ekstrim. Pinus ini telah dilindungi dan disimpan di Ancient Bristlecone Pine Forest di White Mountains Of California dan Di Great Basin Nasional Park di Nevada AS.

## KESIMPULAN

1. Tumbuhan biji adalah tumbuhan yang paling sempurna, baik alat tubuh maupun alat perkembangbiakannya, telah memiliki alat tubuh yang lengkap yang terdiri dari akar, batang, dan daun. Alat perkembangbiakannya berupa bunga dan biji.
2. Menurut letak bakal bijinya, tumbuhan biji terbagi menjadi dua, yaitu tumbuhan berbiji terbuka ( Gymnospermae ) dan tumbuhan berbiji tertutup ( Angiospermae ).
3. Tumbuhan berbiji terbuka adalah tumbuhan yang letak bakal bijinya terbuka dan tidak terlindungi oleh daun buah, mempunyai akar tunggang meskipun ada juga yang berakar serabut seperti pakis haji. Daunnya kaku, kecil, tebal, dan berbentuk seperti jarum, tetapi ada juga yang tipis dan melebar. Tumbuhan biji terbuka dibagi menjadi empat kelas, yaitu Cycadinae, Ginkoginae, Gnetinae, dan Coniferinae.
4. Tumbuhan berbiji tertutup adalah tumbuhan yang telah memiliki akar, daun, dan batang yang sesungguhnya. Menurut jumlah kepingnya, tumbuhan biji tertutup dapat dibedakan menjadi dua kelas yaitu Monocotyledoneae (monokotil) dan Dicotyledoneae (dikotil).

## LATIHAN

Jawablah pertanyaan berikut dengan tepat!

1. Pada studi wisata ke pabrik gula Takalar, Kalimantan Selatan. Suga mempelajari proses pembuatan gula dari awal hingga akhir. Suga menemukan fakta bahwa gula pasir terbuat dari salah satu jenis tanaman Spermatophyta. Tanaman spermatophyta apakah yang di manfaatkan sebagai bahan pokok dalam pembuatan gula pasir? (Indikator Interpretasi)
2. Army melakukan pengamatan terhadap suatu tumbuhan menunjukkan ciri: berakar tunggang, tidak berbunga sejati, berbiji, berdaun, batang bercabang, bakal biji terdapat pada strobilus betina dan serbuk sari dalam strobilus jantan. Tumbuhan apa yang di amati oleh army tersebut? (Indikator Inferensi)
3. Jelaskan perbedaan dari monokotil dan dikotil secara singkat? (Indikator Evaluasi)

Selamat Mengerjakan 😊

## MENCOBA YUK

Lakukan pengamatan sederhana di lingkungan sekitar yuk

1. Amatilah lingkungan sekitarmu yang banyak ditumbuhi tumbuhan paku
2. Ambil beberapa jenis paku yang kamu temukan
3. Mengamati morfologi dari masing-masing tumbuhan paku dengan memperhatikan letak dan bentuk tropofil serat sporofil, mengamati letak dan bentuk sorus dengan menggunakan loupe.
4. Menggambar morfologi tumbuhan paku yang telah di amati dengan menyertakan keterangan yang sejukur-jujurnya.
5. Mengamati anatomi sorus masing-masing tumbuhan paku.
6. Gambarlah dan catat semua hasil pengamatan

Selamat Mencoba 😊

## BAB 10

### KOMPONEN FILOGENI

BAB 10 KOMPONEN FILO

#### Tujuan Pembelajaran:



1. Melalui berpikir kritis mahasiswa mampu menjelaskan pohon Filogeni umum/sederhana dari suatu takson
2. Melalui berpikir kritis mahasiswa mampu menjelaskan filogeni (dendogram dan kladogram)



Sumber: BioPintar.com

Pernah nggak kamu dengar kalimat, “nenek moyang manusia itu monyet” atau “manusia mirip monyet”? Kamu pun bertanya-tanya kenapa, sih manusia dikait-kaitkan dengan kera? Kan, manusia dengan kera berbeda, atau sebenarnya manusia adalah bentuk peradaban dari monyet? (Indikator Interpretasi)

Jika nenek moyang dari spesies manusia adalah monyet, lalu bagaimana dengan tumbuhan? Apakah ada nenek moyang dari tumbuhan paku atau tumbuhan lumut?

Setiap pertanyaan, pasti selalu ada jawabannya kalau kita mau mencari tahu. Nah, untuk bisa menjawab pertanyaan itu, ternyata kita bisa menggunakan pohon filogeni. Penasaran? Yuk, kita bahas.



## PENGERTIAN FILOGENI

Filogeni atau filogenesis adalah kajian mengenai hubungan di antara kelompok-kelompok organisme yang dikaitkan dengan proses evolusi yang dianggap mendasarinya. Istilah "filogeni" dipinjam dari bahasa Belanda, *fylogenie*, yang berasal dari gabungan kata bahasa Yunani Kuna yang berarti "asal-usul suku, ras". Filogeni tidak sepenuhnya sama dengan kladistika (sistematika filogenetik), namun banyak menggunakan metode-metode dan konsep yang dipakai di dalamnya. Kladistika banyak dipakai untuk merumuskan keterkaitan filogenik dalam bentuk diagram pohon, namun di dalam filogeni dipelajari pula anatomi perbandingan dari berbagai organisme. Filogeni pada masa sekarang banyak menggunakan dukungan genetika dan biologi molekuler. Sistematika (klasifikasi) biologi juga banyak menggunakan masukan dari cabang ilmu ini. Dalam sistem filogeni, urutan klasifikasi sekaligus menunjukkan urutan filogeninya. Dasar yang dipakai terutama adalah hubungan kekerabatan dan sifat primitif serta majunya suatu golongan. Sistem ini berkembang dengan cepat terutama dengan diterimanya teori Darwin secara luas. Dari teorinya, para ahli botani berpendapat bahwa bentuk kehidupan yang ada sekarang adalah hasil proses evolusi. Klasifikasi disusun dengan melihat keturunan dan hubungan kekerabatan. Upaya untuk menemukan hubungan filogenetik semacam ini dilakukan dengan cara mengelompokkan organisme hidup ke dalam suatu deret mulai dari bentuk paling primitif sampai bentuk yang paling maju. (Tjitrosoedirdjo, 2001)

Penggolongan tumbuhan dalam sistem filogeni berasumsi bahwa arah pertama dalam evolusi pada dunia tumbuhan maupun hewan dimulai dari organisme yang dianggap primitif (sederhana) menuju bentuk yang lebih kompleks (maju). Banyak sekali bukti, baik berasal dari tumbuhan hidup maupun fosil, memperlihatkan urutan-urutan tersebut. Keragaman yang dihasilkan dengan adanya gerak mekanisme evolusioner memungkinkan kita untuk mengelompokkan organisme menjadi jenis, marga, suku, bangsa, kelas serta divisi, dan mengaturnya ke dalam suatu urutan-urutan yang tertib. Semua hal tersebut didasarkan atas terdapatnya sifat-sifat primitif atau maju pada tumbuhan. Pada umumnya sekelompok tumbuhan dianggap mempunyai hubungan paling erat (dekat), jika terdapat ciri-ciri atau tanda-tanda yang serupa. Sedangkan

hubungan kekerabatan dianggap paling renggang (jauh) apabila ciri-ciri yang sama sangat sedikit ditemukan. (Tjitrosoedirdjo, 2001)



## ANALISIS FENETIK DAN KONSTRUKSI DENDOGRAM

Analisis fenetik merupakan suatu pendekatan berdasarkan kemiripan untuk menunjukkan kekerabatan makhluk hidup, makhluk hidup yang memiliki nilai kemiripan yang tinggi diasumsikan merupakan makhluk hidup yang berkerabat atau berasal dari nenek moyang yang sama (Heywood dan Mcneil,1964). Analisis kekerabatan dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya adalah melalui pendekatan fenetik taksonomi yang dilakukan melalui pengelompokan organisme berdasarkan kemiripan karakter fenotip, yang mungkin dapat berhubungan atau tidak berhubungan dengan pengelompokan secara evolusioner (Terry 2000). Para pengikut aliran fenetik ini berpendapat bahwa semakin besar kesamaan yang dimiliki, maka semakin dekat hubungan kekerabatannya (Tjitrosoepomo,2009) hubungan fenetik ini dipresentasikan oleh dendogram.

Metode fenetik muncul pada tahun 1950, diperkenalkan sebagai taksonomi numerik oleh Charles Michener dan Robert Sokal, keduanya berpendapat bahwa klasifikasi akan lebih kuat bila dalam pengklasifikasian tidak hanya didasari oleh beberapa karakter saja, yang secara subyektif mempunyai nilai penting bagi ahli taksonomi, tetapi lebih kepada derajat persamaan secara keseluruhan dari spesies berdasarkan sebanyak mungkin bentuk. Hasil dari metode fenetik ini adalah diagram yang dinamakan fenogram (Dendogram). Langkah-langkah yang perlu diambil dalam taksonomi numerik meliputi:

### 1. Pemilihan Objek Studi

Objek studi dapat berupa individu, galur, varietas, spesies, dan seterusnya. Hal penting yang perlu diperhatikan adalah bahwa unit-unit yang dijadikan objek studi harus benar mewakili golongan organisme yang dikerjakan, unit terkecil sebagai obyek studi disebut unit taksonomi operasional (OUT -Operational Taxonomic Unit)

### 2. Pemilihan ciri -ciri atau karakter yang diberi angka (score);

Definisi karakter menurut Michener dan Sokal (1997) dalam Singh (1999) adalah bentuk atau tampilan yang bervariasi dari satu organisme dengan organisme yang lain, contoh dari karakter adalah warna bunga dan akar.

3. Pengukuran kemiripan;

Setelah data dikode dan dimasukkan dalam bentuk matriks, langkahselanjutnya adalah mengkalkulasi derajat persamaan antara tiap pasang dari OTU.

4. Analisis Kelompok

Unit-unit taksonomi operasional yang mempunyai kemiripan bersama yang paling tinggi dapat dikumpulkan menjadi satu. Kelompok-kelompok itu disebut fenon dan dapat ditata secara hirarki dalam suatu diagram yang disebut dendogram atau fenogram (Tjitrosoepomo, 2009).



## FILOGENI KONSTRUKSI KLADOGRAM

Filogeni merupakan sejarah evolusi dari suatu spesies atau sekelompok spesies, untuk menyusun filogeni, para ahli biologi menggunakan sistematika yaitu suatu disiplin yang terfokus pada klasifikasi organisme dan hubungan evolusinya, data yang digunakan dalam sistematika untuk menyusun filogeni dapat berupa data fosil, molekul maupun data gen untuk membangun hubungan evolusi antar organisme (Sanjukta Mondal, Amal Kumar, 2011). Kladogram adalah diagram yang menunjukkan kekerabatan, dengan menggunakan garis yang bercabang dengan pengelompokan hewan berkerabat dalam suatu klade, atau kelompok organisme dengan nenek moyang terakhir yang sama. Terdapat lima tahap penting dalam membangun kladogram, yaitu :

### **Tahap 1.** Merakit data

Tahap pertama dalam konstruksi kladogram adalah merakit data, ketika kita mengonstruksi pohon filogenetik berdasar sifat morfologi, anatomi, fisiologi, geografi atau sitologi maka data yang disediakan adalah data hasil identifikasi, pengamatan dan pengukuran, data disusun dalam bentuk karakter dan karakter state yang diberi pembobotan, lalu data disusun dalam matrik, sementara, jika menggunakan data molekuler selain didapatkan dari hasil penelitian, dapat pula didapatkan dari bank data seperti NCBI, GenBank, EMBL dan DDBJ.

### **Tahap 2.** menyelaraskan data karakter

Menyelaraskan data karakter tidak hanya diperuntukkan bagi data molekuler tetapi juga non molecular, pada data non molekuler dapat

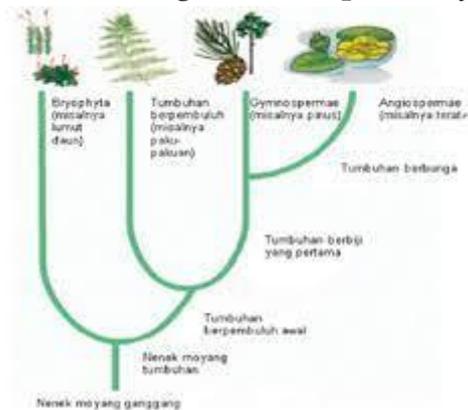
dilakukan dengan mengurutkan karakter state berdasar hipotesis evolusi, dalam data molekular tujuan utama menyelaraskan adalah untuk menentukan sekuen DNA atau protein sudah homolog dengan lainnya. Banyak program untuk membantu proses penajajaran dan penyelarasan, yaitu dengan clustal X, atau BioEdit.

### Tahap 3. memilih metode dan model

Tahap penajajaran adalah salah satu cara mengeliminir tingkat kesalahan, namun tidak menjamin pohon yang dihasilkan sudah benar. Untuk dipikirkan kembali, dengan menghilangkan gap keseluruhan apakah justru akan dapat memperoleh informasi filogenetik? Metode yang digunakan untuk membangun pohon filogenetik dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu metode yang berdasarkan jarak (distance-based) dan berdasarkan karakter(character based), Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (UPGMA) dan Neighbor Joining (NJ)

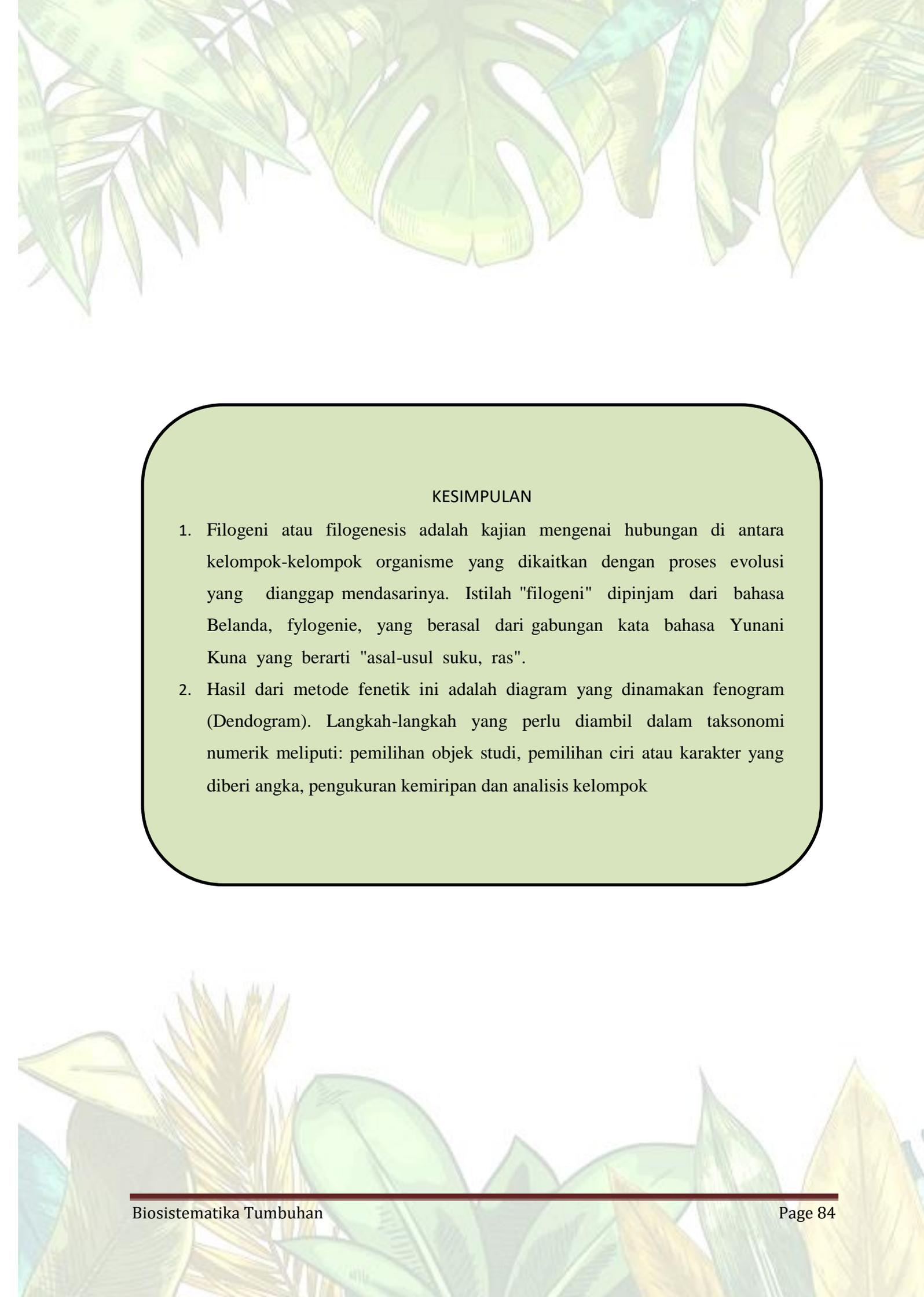
### Tahap 4. Rekonstruksi pohon filogenetik

Prinsip rekonstruksi pohon filogenetik adalah kecermatan menentukan karakter dan ketepatan memilih metode, etepatan memilih metode ini akan menghasilkan pohon yang evolusioner



Sumber: Bioedu.com

Gambar 10.1 pohon filogeni



### KESIMPULAN

1. Filogeni atau filogenesis adalah kajian mengenai hubungan di antara kelompok-kelompok organisme yang dikaitkan dengan proses evolusi yang dianggap mendasarinya. Istilah "filogeni" dipinjam dari bahasa Belanda, fylogenie, yang berasal dari gabungan kata bahasa Yunani Kuna yang berarti "asal-usul suku, ras".
2. Hasil dari metode fenetik ini adalah diagram yang dinamakan fenogram (Dendogram). Langkah-langkah yang perlu diambil dalam taksonomi numerik meliputi: pemilihan objek studi, pemilihan ciri atau karakter yang diberi angka, pengukuran kemiripan dan analisis kelompok

## GLOASARIUM

algae	Organisme yang hidup di habitat perairan baik air tawar maupun air laut
Angiospermae	Tumbuhan biji tertutup
Arkegonium	Gametangium betina yang bentuknya seperti botol dengan bagian lebar yang disebut perut, bagian yang sempit disebut leher.
Autotrof	Organisme yang mampu mensintesis makanan sendiri
Bryophyta	Kelompok tanaman darat yang berklorofil dan tumbuh di tempat lembab
Chlorophyta	Jenis alga hijau
Determinasi	Membandingkan tumbuhan yang satu dengan yang lain
Dikotil	Tumbuhan dengan biji berkeping dua
Eukariotik	Organisme dengan sel yang memiliki nukleus dan membran lainnya
Flagel	Bulu cambuk yang di gunakan sebagai alat gerak pada organisme
Fungi	kerajaan dari sekelompok besar makhluk hidup eukariotik heterotrof yang mencerna makanannya di luar tubuh lalu menyerap molekul nutrisi ke dalam sel-selnya.
Gymnospermae	Tumbuhan berbiji terbuka

Heterotrof	Organisme yang memakan makhluk hidup lain untuk kelangsungan hidupnya
Hifa	Struktur fungi yang berbentuk tabung dan menyerupai seuntai benang panjang yang terbentuk dari pertumbuhan spora atau konidium
Klasifikasi	Pengelompokan makhluk hidup berdasarkan persamaan dan perbedaan ciri yang terlihat.
Klorofil	Pigmen yang dimiliki oleh berbagai organisme yang berperan dalam proses fotosintesis
Rhizoid	Struktur yang setara dengan akar
Spora	Sel reproduksi pada tumbuhan
Sporangium	Kotak spora yang menghasilkan spora
Strobilus	Alat kelamin pada tumbuhan
Taksonomi	Ilmu pengelompokan suatu hal berdasarkan hal tertentu
Thallophyta	Kelompok tumbuhan yang tidak dapat dibedakan antara akar, batang, dan daun

## DAFTAR PUSTAKA

### DAFTAR PUSTAKA

- Ad, M. (2022). Klasifikasi, ciri-ciri kingdom protista dan cara perkembangbiakannya. <https://www.faunadanflora.com/klasifikasi-ciri-ciri-kingdom-protista-dan-cara-perkembangbiakannya/>
- Effendi, Y., & Rumah, P. P. (2020). Buku Ajar Genetika Dasar. Penerbit Pustaka Rumah C1nta.
- Eugene Natalia Pabeno, P., Mongan, R., & Yunus, R. (2019). Identifikasi jamur patogen pada roti kadaluarsa yang dijual di wilayah anduonohu kota kendari (Doctoral dissertation, Analisis Kesehatan).
- Fa'izah, D,A. (2020). 7 Macam Tumbuhan Paku Beserta Ciri-cirinya, Perlu Diketahui. <https://www.merdeka.com/trending/7-macam-tumbuhan-paku-beserta-ciri-cirinya-perlu-diketahui.html>
- Firyal, C. F., Kamal, S., & Mulyadi, M. (2022). Spesies jamur ascomycota di objek wisata pucok krueng raba aceh besar. In Prosiding Seminar Nasional Biotik (Vol. 9, No. 2, pp. 252-259).
- Guiry. (2014). The Seaweed Site: information on marine algae. [https://www.seaweed.ie/descriptions/Fucus\\_vesiculosus.php](https://www.seaweed.ie/descriptions/Fucus_vesiculosus.php)
- GoBotany. (2023). *Lycopodium clavatum* — common clubmoss, running clubmoss. <https://gobotany.nativeplanttrust.org/species/lycopodium/clavatum/>
- Hafida, N. 2019. Lumut-Lumut Membandel dengan 9 Cara ini. <https://www.hipwee.com/tips/cara-membasmi-lumut/>
- Wardani, I. Z. (2022). Modul praktikum biosistemika tumbuhan. <http://digilib.uinkhas.ac.id/10941/1/Modul%20Praktikum%20disahkan.pdf>
- Jasmine, R. (2020). Domain eukarya: kingdom plantae (phylum anthocrophyta atau lumut tanduk). <https://bioearthworm.wordpress.com/2020/03/11/domain-eukarya-kingdom-plantae-phylum-anthocrophyta-atau-lumut-tanduk/>
- Kameswari, D. (2022). Pengetahuan mahasiswa biologi terhadap penggunaan terminologi bahasa latin. *Research and Development Journal of Education*, 8(1), 256-262.
- Kurniawan, D., Aristoteles, A., & Amirudin, A. (2016). Pengembangan Aplikasi Sistem Pembelajaran Klasifikasi (Taksonomi) dan Tata Nama Ilmiah (Binomial Nomenklatur) pada Kingdom Plantae (Tumbuhan) Berbasis Android. *Jurnal Komputasi*, 3(2).

Leksono, A. S., & Hakim, L. (2021). *Sistematika Hewan Vertebrata*. Universitas Brawijaya Press.

Lili, Y. (2023). Contoh-contoh Jamur Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota, Deuteromycota dan pengertiannya. <https://mamikos.com/info/contoh-contoh-jamur-zygomycota-pljr/>

Lukitasari, M. (2019). *Mengenal Tumbuhan Lumut (Bryophyta): Deskripsi, Klasifikasi, Potensi Dan Cara Mempelajarinya*. CV. AE MEDIA GRAFIKA.

Luyunah, L., & Ami, M. S. (2021). Modul pembelajaran biologi berbasis reading questioning & answer (RQA): materi jamur (kingdom fungi) untuk peserta didik sma/ma/ sederajat kelas X. LPPM Universitas KH. A. Wahab Hasbullah.

Lukmana, D. (2021). Tips & Tricks 5 Ciri Makanan Kadaluarsa, Bahaya Kalau Dimakan. <https://www.nibble.id/ciri-makanan-kadaluarsa/>

Muqarrobin, T. F. (2017). Ringkasan Materi Keanekaragaman Hayati di Indonesia. <https://www.wawasanedukasi.web.id/2017/10/keanekaragaman-hayati-di-indonesia.html>

Muscaria, A. 2020. Basidiomycota collage. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Basidiomycota\\_collage.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Basidiomycota_collage.jpg)

Nasution, C. E., Nasution, N. F., & Siregar, N. H. (2021). Upaya peningkatan hasil belajar pada materi klasifikasi makhluk hidup dengan penggunaan pendekatan saintifik di mts ar-raudlatul hasanah 2 lumut. *JURNAL EDUGENESIS*, 4(2), 55-61.

Nasution, J., & Susilo, F. (2022). *Buku Ajar Pengantar Taksonomi Tumbuhan Rendah*. Penerbit NEM.

Ngakan, P. O., Nasri, N., Hamzah, A. S., Karim, H. A., & Maulany, R. I. (2022). *Dendrologi: Dasar-Dasar Mengenal Pohon*. Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.

Pinaria, A. G., & Assa, B. H. (2022). *Jamur patogen tanaman terbawa tanah*. Media Nusa Creative (MNC Publishing).

Puloh, A. (2019). Pengaruh media diorama terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada sub konsep klasifikasi makhluk hidup (Studi Eksperimen Kelas VII SMP Negeri 2 Gununganjung Tahun Ajaran 2017/2018) (Doctoral dissertation, Universitas Siliwangi).

Purba, P. (2022). Identifikasi jenis tumbuhan obat di desa rimokayu sebagai bahan pembuatan modul pembelajaran biologi (Doctoral dissertation, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Islam Sumatera Utara).

Pur, M. (2021). Protista Mirip Hewan (Protozoa). <https://www.freedomsiana.id/protista-mirip-hewan/>

- Pratiwi. (2022). 10 Ciri-ciri Tumbuhan lumut (Bryophyta) secara umum. <https://artikel.hisham.id/tumbuhan-lumut/index.html>
- Rofifah, A. (2022). Spesies Fauna Di Rahmat Zoo And Park Serdang Bedagai Sumatera Utara Sebagai Referensi Tambahan Pada Materi Keanekaragaman Hayati (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry Fakultas Tarbiyah dan Keguruan).
- Shutterstock. (2021). Spesies Paku Purba, Sudah Ada Sejak Jutaan Tahun Silam. <https://www.greeners.co/flora-fauna/spesies-paku-purba-sudah-ada-sejak-jutaan-tahun-silam/>
- Septianingsih, S. (2021). Identifikasi tumbuhan lumut (bryophyta) di kawasan hutan lindung gunung rajabasa kabupaten lampung selatan (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Sulastry, N, S. (2023). Mengenal 3 Kelas pada Lumut serta Penjelasannya. <https://sel.co.id/mengenal-3-kelas-pada-lumut/>
- Ulfa, S. W. (2021). Penuntun Praktikum Botani Phanerogamae (Revisi 1). <http://repository.uinsu.ac.id/10920/1/PENUNTUN%20PRAKTIKUM%20BOTANI%20CRYPTOGAMAE%20REVISI%20%202019%20ok-dikonversi.pdf>
- Widiyadi, E. (2009). Penerapan Tree dalam Klasifikasi dan Determinasi Makhluk Hidup.
- Yuniar. (2019). Bentuk daun mangga. <https://idoltokyo.com/bentuk-daun-mangga/>
- Zapino, T., & Fitri, C. (2022). Kamus Nomenklatur Flora & Fauna. Bumi Aksara.
- Alamsyah, *et al.* (2020). Studi Anthophyta di Kota Magelang sebagai sumber pembelajaran saintifik pada perkuliahan Biosistemika Tumbuhan. *Bioedusia*: Vol 5, No 2
- Djuita, *et al.* (2020). Praktikum Taksonomi Tumbuhan Tinggi. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka
- Evelina *et al.* (2018). Fungi DB: An Integrated bioinformatic resource for fungi and oomycetes. Department of Biology, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA 19104, USA. 4(1), 39;
- Favor, Leslie, and Margaux Baum. (2016). Bacteria. The Rosen Publishing Group, Inc.
- Kurniawan, D, Aristoteles, dan Ahmad, A. (2016). "Pengembangan splikasi sistem pembelajaran klasifikasi (taksonomi) dan tata nama ilmiah (binomial nomenklatur) pada kingdom plantae (tumbuhan) berbasis android." *Jurnal Komputasi* 3.2

Rosario, N and Antonio, F. (2015). Plant bioactive metabolites and drugs produced by endophytic fungi of spermatophyta. Department of Agriculture, University Federico II of Naples. 5(4), 918-970; <https://doi.org/10.3390/agriculture5040918>

Saputra, Riki Agus. (2019). Rancang bangun aplikasi kamus bahasa ilmiah (binomial nomenklatur) berbasis android menggunakan teknologi optical character recognition (ocr). Diss. Perpustakaan Universitas Teknokrat Indonesia.

Trail, N.F.L. (2007). *Equisetum arvense* (Field Horsetails). <http://www.swcoloradowildflowers.com/Fern%20Enlarged%20Photo%20Pages/equisetum%20arvense.htm>

Tsalatsatunnisa, *et al.* (2020). "Pengetahuan mahasiswa biologi mengenai binomial nomenclature makhluk hidup di universitas tidar." Nectar: Jurnal Pendidikan Biologi 1.1: 13-17.

William F Grand .(2013). Plants Biosystematic. Academi press canada

Zulianti *et al.* (2021). Inventarisasi bryophyta, pteridophyta, gymnospermae di kabupaten lamongan. Vol. 4, No. 01 DOI: <https://doi.org/10.30743/best.v4i1.3596>

## TENTANG PENULIS



**Ariana Saputri M.Pd.** Lahir di Kota Sragen provinsi Jawa Tengah pada tanggal 07 Juli 1998. Putri kedua dari Bapak Kemin dan Alm. Ibu Nurkhayati. Riwayat studi Strata-1 Tadris Biologi IAIN Palangkaraya yang sekarang telah menjadi UIN Palangkaraya dengan tahun masuk 2016 dan menyelesaikannya pada Tahun 2020. Selama penyelesaian Strata-1, penulis aktif dalam beberapa organisasi diantaranya HMJ Pendidikan MIPA, HMPS Pendidikan MIPA serta menjadi anggota inti dari kelompok belajar Hidroponik.

Penulis saat ini sedang menyelesaikan pendidikan Strata-2 Pendidikan Biologi di Program Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat.



**Prof. Dr. Ir. H. M. Arief Soendjoto, M.Sc.** Lahir di Madiun, 23 Juni 1960. Penulis adalah Dosen Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat (UNLAM) sejak tahun 1988 serta Dosen Program Studi Ilmu Kehutanan dan Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana UNLAM, sejak tahun 1999. Pendidikan S-1 ditempuhnya di Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor dan selesai pada tahun 1984, S-2 di Department of Natural Resource Sciences, McGill University, Canada dan selesai tahun 1996, serta S-3 di Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor dan selesai tahun 2005.



**Prof. Dr. H. Aminuddin Prahatama Putra, M.Pd.** Lahir di Hulu Sungai Selatan tanggal 17 November 1965. Pekerjaan sebagai dosen Prodi S1 Pendidikan Biologi FKIP dan S2 Pendidikan Biologi Pascasarjana ULM. Riwayat studi S1 Pendidikan Biologi FKIP ULM tahun 1988, S2 Pendidikan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang tahun 2001, dan S3 Pendidikan Sains Unesa tahun 2016 dan saat ini menjabat sebagai Wakil Rektor 1 ULM.

## SINOPSIS BUKU

Buku ajar Biosistematika Tumbuhan memuat penjelasan mengenai definisi Biosistematika Tumbuhan yang telah disesuaikan pemilihan susunan kata dan bahasa agar mudah dipahami mahasiswa, kemudian dilengkapi dengan materi perbab yang lengkap dan diakhir bab dilengkapi dengan soal-soal berpikir kritis serta lembar penuntun praktikum sehingga dapat membantu mahasiswa untuk mencoba melalui berlatih keterampilan berpikir kritis.

Buku ajar Biosistematika Tumbuhan ini disusun dengan tujuan untuk membantu mahasiswa maupun dosen pada mata kuliah etnobotani, agar proses pembelajaran bisa berjalan lebih efektif dan efisien. Dengan mempelajari buku ajar ini pada **BAB 1**, maka anda akan memahami makna dari Biosistematika Tumbuhan beserta komponennya., **BAB 2**, anda akan memahami kunci determinasi beserta cara kerja dan contohnya., **BAB 3**, anda akan memahami nomenclatur (tatanama) suatu spesies., **BAB 4**, anda akan memahami klasifikasi dari kingdom monera, **BAB 5**, anda akan memahami klasifikasi dari kingdom protista., **BAB 6**, anda akan memahami klasifikasi dari kingdom Fungi., **BAB 7**, anda akan memahami klasifikasi dari kingdom plantae khususnya filum Briophyta., **BAB 8**, anda akan memahami klasifikasi dari kingdom plantae khususnya filum Pteridophyta., **BAB 9**, anda akan memahami klasifikasi dari kingdom plantae khususnya filum spermatophyta., **BAB 10**, anda akan memahami komponen filogeni