BOTANI TUMBUHAN RENDAH



Disusun Oleh:
Dr.Yusuf Ibrahim, M.Pd., M.P
Gurnita, S.Si., M.P.

BOTANI TUMBUHAN RENDAH

Dr.Yusuf Ibrahim, M.Pd., M.P
Gurnita, S.Si., M.P.

Penerbit :
CV KIMFA MANDIRI

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
Dilarang keras memperbanyak, memfotokopi sebagian atau seluruh isi buku ini, serta
Memperjualbelikannya tanpa mendapat izin tertulis dari Penerbit.
@2025, Penerbit CV. Kimfa Mandiri, Bandung
(60 halaman) 18,2 x 21 cm

BOTANI TUMBUHAN RENDAH

Penulis:
Dr.Yusuf Ibrahim, M.Pd., M.P
Gurnita, S.Si., M.P

Editor :
Prof. Dr. Mulyaningsih, M.Si

Desain Sampul dan Tata Letak :
Tim Penyusun

Penerbit:
CV. Kimfa Mandiri
JL. Raya Ciapus Rt 01 Rw 06 Desa. Ciapus Kec. Banjaran
Kab Bandung 40377
Telp: 022-85945637 - 085314983618 – 081220816826
Website: kimfamandiri.or.id
E-mail: kimfamandiriks@gmail.com

Oktober, 2025
ISBN: 978-634-7487-09-4

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, taufiq dan hidayah yang diberikan kepada kami sehingga bisa menyelasaikan buku ajar untuk materi Botani Tumbuhan Rendah. Tujuan penulisan bukuk ini adalah untuk membantu mahasiswa, dosen dan praktisi kebidanan dalam memahami apa saja yang dipelajari pada mata kuliah.

Kami sadar bahwa penulilasan buku ini bukan merupakan buah hasil kerja keras kami sendiri. Ada banyak pihak yang sudah berjasa dalam membantu kami di dalam menyelsaikan buku ini. Maka dari itu kami ucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu memeberikan wawasan dan bimbingan kepada kami sebelum maupun ketika menulis buku ajar ini.

Kami juga sadar bahwa buku yang kami buat ini masih belum dikatakan sempurna. Maka dari itu, kami mengharapkan dukungan dan masukan dari

para pembaca, agar kedepannya kami bisa lebih baik lagi di dalam menullis sebuah buku.

Bandung, Oktober 2025

Penyusun,

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR……..i
DAFTAR ISI……3

BAB I. DEFINISI BOTANI TUMBUHAN RENDAH…….1
A. Struktur Tubuh Sederhana (Talus)……..1
B. Belum Berpembuluh……..…3
C. Contoh Organisme……..…5
D. Tumbuhan Peralihan……..7

BAB II. STRUKTUR TUBUH: BOTANI TUMBUHAN RENDAH…….9
A. Talus (Thallophyta)…….9
B. Akar semu (Rizoid)……..…….13
C. Batang dan Daun Semu……..……15
D. Jaringan pengangkut……...……17
E. Sporofit dan gametofit……..18

BAB III. KELOMPOK UTAMA MENCAKUP ALGAE (GANGGANG)……21
A. Algae (Ganggang)……...21
B. Fungi (Jamur)……...23
C. Bryophyta (Lumut)……...25
D. Pteridophyta (Paku-pakuan)……..…28

BAB IV. REPRODUKSI SPORA DAN METAGENESIS……..31
A. Definisi Cryptogamae……..31

B. Reproduksi Umum: Spora……..33
C. Perkembangbiakan Generatif (Seksual)……..37

BAB V. PRODUSEN PRIMER DAN INDIKATOR LINGKUNGAN, PANGAN, MAUPUN OBAT-OBATAN……..….43
A. Produsen Primer Ekosistem (Dasar Rantai Makanan)……..43
B. Indikator Lingkungan (Bioindikator)……..47
C. Sumber Pangan (Pangan/Nutrisi)…….51
D. Bahan Obat-obatan (Farmasi) dan Industri….55

DAFTAR PUSTAKA……59

BAB I
DEFINISI BOTANI TUMBUHAN RENDAH

A. Struktur Tubuh Sederhana (Talus)

Berdasarkan hasil pencarian, istilah "Talus" merujuk pada dua hal yang berbeda: satu dalam konteks anatomi manusia (tulang) dan satu dalam konteks biologi/botani (struktur tumbuhan). Berikut adalah penjelasannya:

1. Talus (Struktur Tubuh Tumbuhan/Thallophyta)

Dalam botani, talus atau thallus adalah struktur tubuh sederhana yang ditemukan pada tumbuhan tingkat rendah seperti alga, lumut, jamur, dan liken (lumut kerak).

a. Karakteristik Utama: Belum memiliki akar, batang, dan daun sejati (non-vaskular).
b. Bentuk: Berbentuk lembaran, filamen (benang), atau kumpulan sel yang belum berdiferensiasi menjadi jaringan khusus.
c. Fungsi: Seluruh bagian talus berfungsi untuk fotosintesis dan penyerapan nutrisi.

2. Talus (Tulang Pergelangan Kaki Manusia)

Dalam anatomi, tulang talus (disebut juga ankle bone) adalah tulang terbesar kedua di bagian belakang kaki yang menghubungkan tungkai bawah dengan kaki.

a. Lokasi: Terletak di atas tulang tumit (kalkaneus) dan di bawah tulang tibia dan fibula.
b. Struktur: Terdiri dari tiga bagian utama: kepala (head), leher (neck), dan tubuh (body).
c. Fungsi: Bertanggung jawab untuk mentransmisikan berat badan dari tungkai ke kaki dan memfasilitasi gerakan pergelangan kaki (menekuk ke atas/bawah).
d. Karakteristik Khusus: Sebagian besar permukaannya ditutupi oleh tulang rawan sendi, namun tidak memiliki tempat melekatnya otot atau tendon.

Kesimpulan:

Jika yang dimaksud adalah tumbuhan, talus adalah tubuh sederhana tanpa akar/batang/daun. Jika yang dimaksud adalah manusia, talus adalah tulang pergelangan kaki yang penting untuk pergerakan.

B. **Belum Berpembuluh**.

Sebagian besar anggota kelompok ini tidak memiliki jaringan pengangkut (xilem dan floem) yang khas.

Kelompok tumbuhan yang belum memiliki jaringan pengangkut (xilem dan floem) yang khas dikenal sebagai tumbuhan tak berpembuluh atau Atracheophyta/Bryophyta.

1. Ciri-Ciri Utama
    a. Tidak Memiliki Xilem dan Floem: Mereka tidak memiliki jaringan pengangkut sejati yang berfungsi mengalirkan air dan nutrisi ke seluruh bagian tumbuhan.
    b. Tidak Berakar/Berbatang/Berdaun Sejati: Tumbuhan ini umumnya berupa talus (struktur tubuh yang belum terdiferensiasi dengan jelas). Mereka menggunakan rizoid sebagai pengganti akar untuk menempel pada substrat.
    c. Hidup di Tempat Lembap: Karena tidak memiliki sistem pengangkut, mereka

membutuhkan lingkungan yang basah atau lembap untuk fotosintesis dan reproduksi.

d. Ukuran Kecil: Tumbuhan ini umumnya tumbuh merayap atau rendah di permukaan tanah karena transportasi air terbatas secara difusi.

2. Contoh Tumbuhan Tak Berpembuluh

Kelompok utama dari tumbuhan tak berpembuluh adalah Bryophyta (Lumut), yang terbagi menjadi tiga jenis utama:

a. Lumut daun (Bryopsida): kelompok lumut yang paling umum ditemukan.
b. Lumut Hati (Hepaticopsida): Tumbuhan kecil yang hidup di tempat lembap sering kali terlihat pipih.
c. Lumut tanduk (Anthocerotopsida): Kelompok lumut yang memiliki sporofit berbentuk seperti tanduk.

Meskipun tidak memiliki xilem dan floem, lumut memiliki sel khusus bernama hidroid dan leptoid untuk membantu pengangkutan zat, meskipun fungsinya tidak seefisien pembuluh angkut sejati.

C. **Contoh Organisme**

Termasuk dalam kelompok ini adalah alga (ganggang), jamur (fungi), dan lumut kerak (lichenes).

1. Alga (Ganggang)
    a. Alga adalah organisme akuatik mirip tumbuhan yang berfotosintesis dan tidak memiliki akar, batang, atau daun sejati.
    b. Alga Hijau (Chlorophyta): Spirogyra (umum di air tawar), Ulva (selada laut), Chlorella (uniseluler).
    c. Alga Cokelat (Phaeophyceae): Sargassum, Fucus, rumput laut raksasa (Kelp).
    d. Alga Merah (Rhodophyta): Eucheuma spinosum (bahan agar-agar), Gelidium.
    e. Alga Hijau-Biru (Cyanobacteria): Anabaena, Nostoc.
    f. Diatom (Bacillariophyta): Alga uniseluler mikroskopis.
2. Jamur (Fungi)

Jamur adalah organisme eukariotik yang hidup heterotrof (tidak berfotosintesis) dan dinding selnya mengandung kitin.

a. Zygomycota: Rhizopus stolonifer (jamur roti hitam), Rhizopus oryzae (jamur tempe).
b. Ascomycota: Saccharomyces cerevisiae (ragi tapai/roti), Aspergillus niger.
c. Basidiomycota: Volvariella volvacea (jamur merang), Auricularia polytricha (jamur kuping), Amanita muscaria.
d. Deuteromycota: Jamur yang reproduksinya seksual tidak diketahui (sering disebut jamur tidak sempurna).

3. Lumut Kerak (Lichenes)

Lumut kerak adalah bentuk simbiosis mutualisme antara jamur (mikobiont) dan alga/sianobakteri (fotobiont).

- Crustose (berbentuk kerak): Graphis sp., Lepraria sp., Arthonia atra.
- Foliose (berbentuk seperti daun): Parmelia sp., Dirinaria picta, Flavoparmelia caperata.

- Fruticose (berbentuk seperti semak): Usnea dasypoga (lumut janggut), Usnea barbata.
- Catatan: Meskipun namanya "lumut kerak", kelompok ini berbeda dengan tumbuhan lumut (Bryophyta).

D. **Tumbuhan Peralihan**

Lumut (Bryophyta) disebut tumbuhan peralihan karena memiliki struktur antara Thallophyta (bertalus) dan Cormophyta (berkormus). Mereka sudah memiliki batang dan daun sederhana (kormus), namun belum memiliki akar sejati (masih rhizoid/akar semu) dan tidak memiliki jaringan pengangkut (xilem-floem).

Berikut adalah rincian karakteristik yang menjadikan lumut sebagai tumbuhan peralihan:

a. Peralihan dari bertalus (Thallophyta): Lumut memiliki bentuk tubuh yang masih sederhana, seperti lembaran (contoh: lumut hati/Hepaticopsida), mirip dengan ciri tumbuhan bertalus.

b. Peralihan ke berkormus (Cormophyta): Lumut mulai menunjukkan struktur tubuh yang menyerupai akar, batang, dan daun (kormus), khususnya pada lumut daun (Bryopsida), namun belum memiliki berkas pembuluh (xilem dan floem) yang merupakan ciri utama tumbuhan berkormus sejati.
c. Rizoid (Akar semu): Lumut belum memiliki akar sejati, melainkan struktur akar semu yang disebut rhizoid untuk menempel pada substrat.
d. Metagenesis: Lumut mengalami pergiliran keturunan (metagenesis), di mana fase gametofit lebih dominan dan hidup lebih lama dibandingkan fase sporofit.

Oleh karena itu, lumut berada di antara kelompok talofita (belum punya akar/batang/daun sejati) dan kormofita (sudah punya akar/batang/daun sejati).

BAB II.
STRUKTUR TUBUH: BOTANI TUMBUHAN RENDAH

A. Talus (Thallophyta)

Tubuh berbentuk talus (contoh: Algae, Fungi) tidak bisa dibedakan antara akar, batang, dan daun.

Thallophyta (tumbuhan talus) adalah kelompok tumbuhan tingkat rendah yang struktur tubuhnya sangat sederhana, berbentuk talus, dan belum memiliki akar, batang, serta daun sejati. Tubuhnya belum terdiferensiasi (belum terbagi menjadi organ fungsional) dan umumnya tumbuh di tempat lembap atau perairan. Contoh utama adalah alga dan fungi.

Ciri-Ciri Utama Talus (Thallophyta):

- Tubuh Talus: Struktur tubuh tidak dapat dibedakan antara akar, batang, dan daun. Tubuh talus adalah struktur tubuh organisme, khususnya tumbuhan tingkat rendah, yang belum mengalami diferensiasi menjadi akar, batang, dan daun sejati. Seluruh tubuhnya berbentuk lembaran, filamen, atau bulat yang

sederhana, serta tidak memiliki sistem pembuluh angkut. Contohnya meliputi ganggang, jamur, dan lumut.

- Akar semu: Beberapa memiliki rizoid (akar semu) yang berfungsi menyerap nutrisi, bukan akar sejati. Rizoid, atau akar semu, adalah struktur filamen sederhana menyerupai rambut yang ditemukan pada tumbuhan tingkat rendah seperti lumut (Bryophyta), jamur, dan beberapa jenis tanaman lain.

  Berikut adalah poin-poin kunci mengenai rizoid:

  - Bukan Akar Sejati: Disebut "semu" karena rizoid tidak memiliki struktur kompleks seperti akar sejati, terutama tidak adanya jaringan pengangkut (xilem dan floem).
  - Fungsi Utama: Rizoid berfungsi untuk melekatkan tubuh tumbuhan ke substrat (tanah, bebatuan, atau kulit pohon) serta menyerap air dan nutrisi dari lingkungan sekitar.
  - Karakteristik: Umumnya berbentuk benang-benang halus, tipis, dan sering kali uniseluler

(bersel tunggal) atau multiseluler sederhana, tergantung pada jenis tumbuhan.

- Penyerap Nutrisi: Meskipun sederhana, rizoid efektif menyerap air dan nutrisi melalui proses aksi kapiler.
- Ketergantungan pada Lingkungan: Karena tidak memiliki sistem vaskular internal yang kompleks, tumbuhan dengan rizoid sering kali bergantung pada lingkungan yang lembap untuk menunjang kehidupan dan penyerapan nutrisinya.
- Rizoid adalah adaptasi penting yang memungkinkan tumbuhan non-vaskuler bertahan hidup tanpa memiliki akar sejati.

- Kelompok utama terdiri dari alga (ganggang), fungi (jamur), dan lichenes (lumut kerak). Alga (ganggang), fungi (jamur), dan lichenes (lumut kerak) merupakan kelompok utama dalam kajian Thallophyta, yaitu kelompok tumbuhan yang memiliki tubuh sederhana berupa talus (tidak memiliki akar, batang, dan daun yang sejati).

Berikut adalah karakteristik utama masing-masing kelompok:

- Alga (Ganggang): Organisme eukariotik berfotosintesis yang hidup di air atau tempat lembap. Alga menghasilkan makanan sendiri (autotrof) dan sering kali menjadi produsen primer dalam ekosistem perairan.
- Fungi (Jamur): Organisme heterotrof (tidak dapat membuat makanan sendiri) yang hidup dengan menyerap nutrisi dari bahan organik. Fungi berperan penting sebagai pengurai (dekomposer).
- Lichenes (Lumut Kerak): Organisme simbiosis mutualisme yang terdiri dari komponen fungi (mycobiont) dan komponen fotosintetik berupa alga atau sianobakteri (photobiont). Fungi memberikan perlindungan dan air, sementara alga menyediakan makanan melalui fotosintesis.

Karakteristik Umum & Peran:

- Simbiosis: Lichenes terbentuk dari jalinan hifa jamur dan sel-sel alga.

- Tumbuhan Perintis: Lichenes sering disebut sebagai organisme pionir yang mampu tumbuh di bebatuan, tanah, atau kulit pohon, serta membantu pembentukan tanah.
- Bioindikator: Lichenes digunakan sebagai bioindikator kualitas udara (biomonitoring) karena sensitivitasnya terhadap pencemaran.
- Reproduksi: Lichenes berkembang biak secara aseksual (vegetatif) melalui perantara angin, air, atau serangga
- Autotrof/Heterotrof: Algae umumnya autotrof (fotosintesis), sedangkan Fungi heterotrof (saprofit/parasit).

Tumbuhan talus merupakan produsen penting dalam ekosistem perairan dan memiliki manfaat dalam farmasi (seperti pembuatan bahan salep atau makanan).

B. **Akar semu (Rizoid)**

Struktur mirip akar yang berfungsi untuk menempel dan menyerap air/nutrisi, bukan akar sejati.

Rizoid (akar semu) adalah struktur berbentuk benang atau rambut yang menonjol dari sel epidermis bagian bawah pada tumbuhan tidak berpembuluh, seperti lumut (Bryophyta) dan alga. Rizoid berfungsi untuk menempelkan tubuh tumbuhan pada substrat (tanah, batu, atau pohon) dan membantu menyerap air serta nutrisi, namun berbeda dari akar sejati.

Berikut adalah poin-poin kunci mengenai rizoid:

1. Bukan Akar Sejati: Rizoid tidak memiliki jaringan vaskular (xilem dan floem) yang kompleks seperti akar sejati pada tumbuhan berpembuluh (Tracheophyta).
2. Fungsi utama: Menambatkan (jangkar) gametofit tumbuhan ke substrat agar tidak mudah terlepas.
3. Fungsi Tambahan: Membantu penyerapan air dan nutrisi dari lingkungan melalui proses osmosis, serta berperan dalam konduksi air melalui aksi kapiler.

4. Struktur: Dapat berupa uniseluler (satu sel, sering pada lumut hati) atau multiseluler (banyak sel, sering pada lumut daun).

Contoh: Ditemukan pada tumbuhan lumut hati (Marchantia), lumut daun, lumut tanduk, serta pada beberapa jenis jamur dan paku-pakuan (fase gametofit).

Rizoid berperan penting dalam ekosistem karena memungkinkan lumut tumbuh di permukaan yang keras seperti batu.

C. **Batang dan Daun Semu.**

Pada lumut, struktur menyerupai batang dan daun disebut cauloid dan phylloid.

Benar, tumbuhan lumut (Bryophyta) merupakan tumbuhan tidak berpembuluh yang memiliki struktur tubuh sederhana, di mana bagian tubuhnya yang menyerupai batang dan daun disebut sebagai cauloid dan phylloid.

Berikut adalah penjelasan mengenai struktur tersebut:

1. Cauloid (Batang Semu): Bagian yang menyerupai batang berfungsi sebagai sumbu utama tempat melekatnya phylloid. Struktur ini berbeda dengan batang sejati karena tidak memiliki jaringan pembuluh (xilem dan floem) untuk mengangkut air atau nutrisi.
2. Phylloid (Daun Semu): Bagian yang menyerupai daun biasanya tersusun secara spiral di sekitar cauloid. Umumnya, phylloid hanya terdiri dari satu lapisan sel dan tidak memiliki jaringan pengangkut yang kompleks seperti tumbuhan berpembuluh (Tracheophyta).

Alasan Disebut Struktur Semu

Lumut disebut tumbuhan bertalus karena tubuhnya belum memiliki akar, batang, dan daun sejati. Cauloid dan phylloid dikategorikan sebagai "semu" karena tidak memiliki jaringan vaskular (pembuluh) yang berfungsi sebagai sistem transportasi internal, melainkan menyerap air dan nutrisi langsung dari lingkungan sekitar melalui permukaan tubuhnya.

Selain cauloid dan phylloid, lumut juga melekat pada substrat menggunakan struktur seperti akar yang disebut rizoid.

D. **Jaringan pengangkut.**

Umumnya tidak memiliki jaringan pembuluh sejati (xilem/floem), sehingga distribusi zat dilakukan secara difusi.

Pernyataan tersebut merujuk pada karakteristik tumbuhan tidak berpembuluh (non-vaskular), yang paling utama adalah kelompok Lumut (Bryophyta).
Berikut adalah penjabaran mengenai ciri-ciri tumbuhan tersebut:

- Tidak Memiliki Xilem/Floem Sejati: Tumbuhan lumut tidak memiliki jaringan pengangkut air (xilem) dan nutrisi (floem) yang terdiferensiasi sempurna seperti pada tumbuhan tingkat tinggi.
- Difusi Zat: Pengangkutan air, mineral, dan hasil fotosintesis di dalam tubuh lumut berlangsung dari sel ke sel secara difusi dan dibantu oleh aliran sitoplasma.

- Struktur Sederhana: Akibat ketiadaan jaringan pengangkut, air diserap langsung melalui seluruh permukaan tubuh (terutama rizoid) dan didistribusikan secara lambat, yang membatasi ukuran tubuhnya (umumnya pendek/kecil).
- Habitat: Karena mengandalkan difusi, lumut umumnya hidup di tempat yang lembap atau rawa-rawa untuk mempermudah perolehan air.

Sebaliknya, tumbuhan paku (Pteridophyta) dan tumbuhan berbiji (Gymnospermae & Angiospermae) sudah diklasifikasikan sebagai tumbuhan berpembuluh karena memiliki xilem dan floem sejati.

E. **Sporofit dan gametofit**

Pada lumut, generasi gametofit lebih dominan, sedangkan pada paku, sporofit lebih dominan.

Pergiliran keturunan (metagenesis) pada lumut dan paku menunjukkan perbedaan dominansi fase hidup. Lumut didominasi fase gametofit (tumbuhan lumut itu sendiri) yang haploid, sementara sporofitnya kecil dan menumpang. Sebaliknya, paku didominasi fase sporofit (tumbuhan paku dewasa)

yang diploid, memiliki akar, batang, dan daun sejati, sedangkan gametofitnya berupa protalium.

Perbedaan Utama Pergiliran Keturunan Lumut vs. Paku:

1. Tumbuhan Lumut (Bryophyta):
    - Generasi Dominan: Gametofit (tumbuhan lumut hijau yang umum terlihat).
    - Fase Sporofit: Sporogonium kecil, menumpang pada gametofit, dan bergantung nutrisi padanya.
    - Siklus:Spora>Protonema>Gametofit(Lumut) >Anteridium/Arkegonium>Zigot>Sporofit>S pora.
2. Tumbuhan Paku (Pteridophyta):
    - Generasi Dominan: Sporofit (tumbuhan paku dewasa).
    - Fase Gametofit: Protalium (kecil, berbentuk hati, hidup bebas tapi singkat).
    - Siklus:Spora>Protalium(Gametofit)>Anteridi um/Arkegonium>Zigot>Tumbuhan Paku (Sporofit)>Spora.

Ringkasnya, pada lumut, gametofit adalah fase utama, sedangkan pada paku, sporofit adalah fase utamanya. Keduanya merupakan tumbuhan kormofita (paku) dan talofita (lumut) yang memiliki pergiliran keturunan fase diploid dan haploid.

BAB III.
KELOMPOK UTAMA MENCAKUP ALGAE (GANGGANG)

A. Algae (Ganggang)

Organisme sederhana yang sebagian besar hidup di air, fotoautotrof (membuat makanan sendiri dengan klorofil), dan bertalus (belum memiliki akar, batang, daun sejati).

Alga atau ganggang adalah kelompok organisme eukariotik yang sangat beragam, umumnya bersifat fotoautotrof, bertalus (tidak memiliki akar, batang, atau daun sejati), dan hidup di lingkungan perairan (air tawar atau air laut) atau tempat lembap.

Berikut adalah karakteristik utama alga berdasarkan deskripsi tersebut:

- Organisme Sederhana & Bertalus: Tubuh alga tidak terdiferensiasi menjadi akar, batang, atau daun sejati. Struktur tubuhnya disebut talus, yang bisa berupa uniseluler (bersel

satu/fitoplankton) atau multiseluler (bersel banyak/makroalga).

- Fotoautotrof (Berfotosintesis): Alga memiliki kloroplas yang mengandung klorofil (terutama klorofil a) dan pigmen fotosintetik lainnya. Mereka membuat makanan sendiri melalui fotosintesis, yang juga berperan penting dalam menghasilkan oksigen.
- Habitat: Mayoritas hidup di habitat perairan, baik air tawar, air laut, maupun air payau. Beberapa jenis menempel pada substrat (bentos), sementara yang lain melayang (fitoplankton).
- Reproduksi: Alga berkembang biak secara aseksual (pembelahan biner, fragmentasi, zoospora) dan seksual (isogami, anisogami, oogami).
- Klasifikasi (Berdasarkan Pigmen): Alga dikelompokkan menjadi beberapa kelompok, antara lain alga hijau (Chlorophyta), alga coklat (Phaeophyta), alga merah (Rhodophyta), alga keemasan (Chrysophyta), serta diatom (Bacillariophyta).

Alga sering dianggap sebagai protista mirip tumbuhan karena kemampuan fotosintesisnya dan ketiadaan jaringan pembuluh sejati

B. Fungi (Jamur)

Organisme heterotrof (tidak fotosintesis) yang dinding selnya tersusun atas kitin. Dalam klasifikasi modern, fungi kini dipisahkan dari Kingdom Plantae dan ditempatkan dalam Kingdom Fungi sendiri karena perbedaan fundamental dalam cara makan dan struktur sel.

Benar, Fungi (Jamur) adalah kelompok organisme eukariotik heterotrof yang berbeda secara fundamental dari Plantae (tumbuhan), sehingga diklasifikasikan ke dalam Kingdom Fungi tersendiri dalam sistem klasifikasi modern.

Berikut adalah rincian karakteristik utama dan alasan pemisahan Fungi dari Kingdom Plantae:

1. Karakteristik Utama Fungi (Jamur)
    - Heterotrof (Absorptif): Jamur tidak fotosintesis (tidak memiliki klorofil). Mereka memperoleh nutrisi dengan menyerap zat organik dari

lingkungan, biasanya dengan mengeluarkan enzim pencernaan ke luar tubuh (ekstraseluler).

- Dinding Sel Kitin: Berbeda dengan tumbuhan yang dinding selnya tersusun dari selulosa, dinding sel jamur tersusun atas kitin, yaitu polimer kuat yang juga ditemukan pada eksoskeleton serangga.
- Struktur Tubuh: Umumnya jamur multiseluler memiliki tubuh berupa benang-benang halus yang disebut hifa. Kumpulan hifa membentuk jaringan yang disebut miselium.
- Reproduksi: Jamur berkembang biak secara seksual maupun aseksual, seringkali dengan menghasilkan spora.

2. Mengapa Fungi Dipisahkan dari Plantae?

   Dalam klasifikasi modern (sistem 5 Kingdom atau lebih), Fungi dipisahkan dari Plantae karena alasan fundamental berikut:

   - Perbedaan Cara Makan (Nutrisi): Plantae adalah produsen (autotrof/fotosintesis),

sedangkan Fungi adalah konsumen/pengurai (heterotrof).

- Perbedaan Dinding Sel: Dinding sel jamur tersusun dari kitin, sedangkan dinding sel tumbuhan tersusun dari selulosa.
- Struktur Hifa vs Akar/Daun: Jamur tidak memiliki jaringan sejati seperti akar, batang, atau daun layaknya tumbuhan.
- Fasilitas Tumbuhan: Jamur tidak memiliki kloroplas dan tidak bisa berfotosintesis.

Oleh karena itu, meskipun jamur tidak dapat bergerak bebas (tidak berpindah tempat) layaknya tumbuhan, perbedaan struktural dan metabolik yang besar mengharuskan jamur ditempatkan dalam Kingdom Fungi.

C. Bryophyta (Lumut)

Tumbuhan darat tidak berpembuluh (tidak memiliki xilem dan floem), yang hidup di tempat lembap. Lumut merupakan peralihan dari talus ke kormus.

Bryophyta (lumut) adalah tumbuhan darat tidak berpembuluh (non-vaskuler) yang tidak memiliki xilem dan floem, hidup di tempat lembap, dan menjadi peralihan antara talus (belum berakar/berbatang sejati) dan kormus (berakar/berbatang sejati). Lumut memiliki rizoid (akar semu) dan mengalami pergiliran keturunan (metagenesis).

Berikut adalah poin-poin penting mengenai Bryophyta:

1. Karakteristik Utama:
    - Tidak Berpembuluh: Tidak memiliki xilem dan floem untuk mengangkut air dan nutrisi, sehingga ukuran lumut umumnya kecil.
    - Peralihan Talus-Kormus: Disebut peralihan karena sebagian lumut berbentuk lembaran (talus/lumut hati) dan sebagian lainnya sudah memiliki struktur mirip akar, batang, dan daun (kormus/lumut daun).
    - Habitat: Hidup di tempat lembap, teduh, serta pada substrat seperti batu, tanah, dan kayu lapuk.

- Rizoid: Memiliki rizoid (akar semu) yang berfungsi untuk melekat pada substrat, bukan untuk menyerap air seperti akar sejati.
- Metagenesis: Mengalami pergiliran keturunan antara generasi gametofit (dominan, menghasilkan gamet) dan sporofit (menghasilkan spora).
- Vegetasi Perintis: Lumut adalah pelopor yang tumbuh di area gundul sebelum tumbuhan lain dapat tumbuh.

2. Klasifikasi (Tiga Kelompok Utama):
    - Bryophyta (Lumut Daun/Musci): Jenis yang paling umum, berbentuk seperti tanaman kecil.
    - Marchantiophyta (Lumut Hati/Hepaticae): Berbentuk lembaran pipih (talus).
    - Anthocerotophyta (Lumut Tanduk): Memiliki sporofit berbentuk seperti tanduk.
3. Reproduksi:
    - Vegetatif: Melalui fragmentasi atau gemma cup (kuncup eram).

- Generatif: Melalui pertemuan anteridium (alat kelamin jantan) dan arkegonium (alat kelamin betina) yang menghasilkan spora.

D. Pteridophyta (Paku-pakuan)

Tumbuhan berpembuluh (Tracheophyta) yang tidak berbunga, tetapi menghasilkan spora. Paku-pakuan sudah memiliki akar, batang, dan daun sejati.

Pteridophyta (paku-pakuan) adalah tumbuhan berpembuluh (Tracheophyta) dengan akar, batang, dan daun sejati, namun bereproduksi menggunakan spora, bukan biji atau bunga. Paku-pakuan memiliki daun muda yang menggulung, tumbuh di tempat lembab/air/epifit, dan mengalami metagenesis dengan fase sporofit lebih dominan, menjadikannya kormofita berspora.

Ciri-Ciri Utama Pteridophyta:

- Struktur Tubuh: Memiliki jaringan pengangkut xilem dan floem (kormofita).
- Reproduksi: Menghasilkan spora di dalam kotak spora (sporangium) yang biasanya tersusun dalam sorus di bawah daun.

- Daun Muda: Ciri khasnya adalah daun muda yang melingkar atau menggulung (circinate).
- Generasi: Fase sporofit (tumbuhan yang kita lihat) adalah dominan, sedangkan fase gametofit (protalium) berukuran kecil.
- Habitat: Umumnya di tempat lembab (higrofit), air (hidrofit), atau menempel (epifit).

Struktur Tubuh:

- Akar: Serabut, ujungnya dilindungi kaliptra.
- Batang: Sebagian di dalam tanah (rizom), atau tegak di atas tanah (pada paku tiang).
- Daun: Dibedakan menjadi daun kecil (mikrofil) dan daun besar (makrofil). Ada juga pembagian berdasarkan fungsi: daun untuk fotosintesis (tropofil) dan daun penghasil spora (sporofil).

Klasifikasi Tumbuhan Paku:

- Psilophytinae (Paku Purba): Contoh Psilotum nudum.
- Lycopodinae (Paku Kawat): Contoh Lycopodium clavatum.

- Equisetinae (Paku Ekor Kuda): Contoh Equisetum debile.
- Filicinae (Paku Sejati): Kelompok terbesar, contoh Adiantum cuneatum (suplir) dan Asplenium nidus (paku sarang burung).

Manfaat Pteridophyta:

- Tanaman Hias: Suplir (Adiantum), paku tanduk rusa (Platycerium).
- Bahan Sayuran: Semanggi (Marsilea crenata).
- Bahan Obat: Equisetum (diuretik), Selaginella (obat luka).
- Pupuk Hijau: Azolla pinnata (bersimbiosis dengan Anabaena azollae untuk mengikat nitrogen).

BAB IV.
REPRODUKSI SPORA DAN METAGENESIS.

A. Definisi Cryptogamae.

Arti: Berasal dari bahasa Yunani kruptós (tersembunyi) dan gaméō (menikah), yang berarti "reproduksi tersembunyi".

Ya, definisi tersebut tepat. Istilah Cryptogamae (Kriptogamae) berasal dari bahasa Yunani Kuno:

Kruptós: Tersembunyi, tersembunyi

Gaméō / Gamos: Menikah/Perkawinan

Secara harfiah, ini berarti "perkawinan tersembunyi" atau "reproduksi tersembunyi".

Mengapa disebut demikian?

1. Tanpa Bunga/Biji: Kelompok tumbuhan ini (seperti lumut, paku-pakuan, alga, dan jamur) tidak menghasilkan bunga atau biji untuk berkembang biak, melainkan menggunakan spora.
2. Organ Reproduksi Tidak Terlihat: Alat reproduksi seksualnya tidak terlihat jelas seperti pada

tumbuhan berbunga (Phanerogamae), sehingga proses perkawinannya dianggap "tersembunyi".

Ciri Utama: Tumbuhan tingkat rendah yang tidak menghasilkan bunga, buah, atau biji.

Tumbuhan tingkat rendah adalah kelompok tumbuhan sederhana yang tidak menghasilkan bunga, buah, atau biji. Ciri utamanya meliputi reproduksi menggunakan spora, struktur tubuh berupa thallus (belum memiliki akar, batang, daun sejati) atau kormofita sederhana, serta umumnya tidak memiliki jaringan pembuluh.

Ciri Utama Tumbuhan Tingkat Rendah:

- Organa Reproduktiva Sederhana: Tidak menghasilkan bunga, buah, atau biji; berkembang biak utamanya dengan spora.
- Struktur Tubuh Thallus (Thallophyta): Tubuh belum memiliki diferensiasi yang jelas antara akar, batang, dan daun sejati.
- Akar Semu (Rhizoid): Menempel menggunakan rizoid, bukan akar sejati (khusus pada lumut).

- Tidak Memiliki Jaringan Pembuluh: Umumnya tidak memiliki xilem dan floem (non-vaskular), penyaluran nutrisi dilakukan secara difusi.
- Kelompok Tumbuhan: Meliputi Algae (ganggang), Fungi (jamur), dan Bryophyta (lumut).
- Habitat: Umumnya menyukai tempat yang lembab atau perairan.

Contoh Tumbuhan Tingkat Rendah:

Lumut hati (Hepaticophyta), lumut tanduk (Anthocerotophyta), dan lumut sejati (Bryophyta).

B. Reproduksi Umum: Spora

- Cryptogamae bereproduksi secara aseksual menggunakan spora.

  Ya, pernyataan tersebut tepat. Cryptogamae (tumbuhan kriptogam) adalah kelompok tumbuhan tingkat rendah yang bereproduksi secara aseksual menggunakan spora, serta tidak menghasilkan bunga maupun biji.

  Berikut adalah poin-poin penting mengenai reproduksi Cryptogamae:

Reproduksi Aseksual (Vegetatif): Kriptogam bereproduksi melalui pembentukan spora, pembelahan sel, atau fragmentasi.

Contoh Kelompok: Kelompok ini mencakup Thallophyta (ganggang/jamur), Bryophyta (lumut), dan Pteridophyta (tumbuhan paku).

Alat Reproduksi Tersembunyi: Nama Cryptogamae berasal dari bahasa Yunani, yaitu Cryptos (tersembunyi) dan gamein (kawin), yang berarti tumbuhan dengan perkawinan atau reproduksi yang tersembunyi.

Spora Haploid: Spora yang dihasilkan biasanya spora haploid (n) yang berasal dari kotak spora (sporangium).

Selain aseksual, beberapa anggota Cryptogamae seperti lumut (Bryophyta) juga dapat bereproduksi secara seksual.

- Spora dihasilkan dalam sporangium (kotak spora) dan disebarkan untuk membentuk individu baru.

  Pernyataan tersebut benar. Spora adalah alat perkembangbiakan aseksual yang dihasilkan di

dalam struktur khusus bernama sporangium (kotak spora).

Berikut adalah poin-poin penting terkait proses tersebut:

Tempat Produksi (Sporangium): Sporangium merupakan wadah tempat spora diproduksi dan disimpan hingga matang. Pada tumbuhan paku, sporangium sering berkumpul dalam struktur yang disebut sorus (jamak: sori), yang biasanya terletak di bagian bawah daun.

Penyebaran Spora: Setelah matang, sporangium akan pecah dan melepaskan spora ke lingkungan. Spora yang sangat ringan dan kecil ini disebarkan oleh angin, air, atau hewan.

Pembentukan Individu Baru: Jika spora jatuh di tempat yang lembap dan sesuai, spora akan berkecambah (germinasi) dan tumbuh menjadi individu baru (gametofit).

Organisme yang Menggunakannya: Metode ini umum ditemukan pada tumbuhan tingkat rendah seperti jamur, lumut, dan tumbuhan paku (pteridophyta).

Proses ini memungkinkan tumbuhan atau jamur untuk bereproduksi secara aseksual tanpa memerlukan pertemuan sel kelamin jantan dan betina.

- Contoh: Tumbuhan paku, lumut, supir, jamur, dan alga.

  Contoh yang disebutkan, yaitu tumbuhan paku, lumut, jamur, dan alga, merupakan kelompok organisme yang sering dikelompokkan sebagai tumbuhan tingkat rendah atau organisme fotoautotrof (penghasil makanan sendiri) dan berkembang biak dengan spora.

  Berikut adalah deskripsi singkat masing-masing: Tumbuhan Paku (Pteridophyta): Tumbuhan berklorofil yang memiliki akar, batang, dan daun sejati, serta berkembang biak dengan spora. Mereka tumbuh di daerah lembap.

  Lumut (Bryophyta): Tumbuhan tingkat rendah yang belum memiliki akar, batang, dan daun sejati. Lumut menempel pada substrat seperti tanah, kayu mati, atau bebatuan.

Jamur (Fungi): Organisme eukariotik yang tidak berfotosintesis (heterotrof) dan berkembang biak dengan spora. Jamur memiliki dinding sel dari kitin.

Alga (Ganggang): Organisme protista mirip tumbuhan yang umumnya hidup di air dan mampu berfotosintesis, merupakan produsen penting di ekosistem perairan.

Catatan: "Supir" dalam contoh teks Anda kemungkinan besar adalah kesalahan ketik (typo) dan tidak termasuk dalam kategori tumbuhan atau organisme ini.

C. Perkembangbiakan Generatif (Seksual)

Meskipun spora adalah cara aseksual, Cryptogamae juga memiliki tahap generatif yang melibatkan pertemuan sel gamet jantan dan betina.

1. Metagenesis (Pergiliran Keturunan):
    - Terjadi pergiliran antara generasi gametofit (haploid/n, menghasilkan gamet) dan generasi sporofit (diploid/2n, menghasilkan spora).

Metagenesis adalah pergiliran keturunan antara generasi gametofit (haploid/n) yang menghasilkan gamet dan sporofit (diploid/2n) yang menghasilkan spora. Fase ini dominan pada tumbuhan lumut (gametofit dominan) dan tumbuhan paku (sporofit dominan), melibatkan pergantian reproduksi seksual dan aseksual.

Berikut adalah poin-poin penting mengenai pergiliran keturunan (metagenesis):

a. Generasi Gametofit (n): Merupakan fase haploid yang menghasilkan sel kelamin (gamet) jantan dan betina melalui mitosis. Pada lumut, ini adalah bentuk "tumbuhan lumut" itu sendiri.
b. Generasi Sporofit (2n): Merupakan fase diploid yang dihasilkan dari pembuahan (zigot) dan menghasilkan spora haploid (n) melalui meiosis. Pada lumut, ini berupa sporogonium.
c. Urutan Siklus: Spora (n)
   Protonema/Protalium (n)

Gametofit (n)

Gamet

Zigot (2n)

Sporofit (2n)

Spora (n).

d. Perbedaan Utama: Pada lumut, gametofit lebih dominan dan hidup lama, sedangkan pada paku, sporofit lebih dominan dan hidup lebih lama.

Metagenesis penting untuk kelangsungan hidup spesies, memungkinkan variasi genetik melalui reproduksi seksual dan penyebaran cepat melalui spora.

2. Paku: Sporofit (tumbuhan paku) lebih dominan dibandingkan gametofit (protalium).

Benar, pada tumbuhan paku (Pteridophyta), fase sporofit (tumbuhan paku itu sendiri) adalah generasi yang dominan, berumur lebih lama, dan memiliki struktur tubuh kompleks (akar, batang, daun sejati). Sebaliknya, fase gametofit (protalium) berbentuk kecil, sederhana (seperti

hati), dan hidupnya singkat. Ciri-ciri Fase Dominan (Sporofit):

a. Struktur: Memiliki kormus sejati (akar, batang, dan daun).
b. Fungsi: Menghasilkan spora melalui sporangium yang biasanya terkumpul dalam sorus.
c. Kromosom: Bersifat diploid (2n).
d. Metagenesis: Sporofit berkembang dari zigot hasil pembuahan pada protalium.

Perbandingan dengan Gametofit (Protalium):

a. Protalium berukuran kecil, tipis, dan menempel pada substrat dengan rizoid.
b. Berfungsi menghasilkan alat kelamin (anteridium/jantan dan arkegonium/betina).
c. Bersifat haploid (n).

3. Lumut: Gametofit (tumbuhan lumut) lebih dominan dibandingkan sporofit.

   Lumut (Bryophyta) memiliki siklus hidup di mana fase gametofit (tumbuhan lumut hijau) lebih dominan, hidup bebas, dan berumur panjang dibandingkan fase sporofit. Gametofit bertugas

menghasilkan sel gamet (haploid), sementara sporofit yang menempel padanya menghasilkan spora dan bergantung hidup pada gametofit.

Berikut adalah poin-poin penting terkait dominasi gametofit pada lumut:

a. Bentuk yang Terlihat: Tumbuhan lumut yang biasa kita lihat dan temukan di lingkungan lembap adalah fase gametofit.
b. Fungsi Gametofit: Memproduksi gamet jantan (anteridium) dan gamet betina (arkegonium) untuk reproduksi seksual.
c. Karakteristik Sporofit: Sporofit (sporogonium) tumbuh menumpang pada gametofit untuk mendapatkan nutrisi.
d. Perbedaan dengan Paku: Pada lumut gametofit dominan, sedangkan pada paku sporofit lebih dominan.

4. Konjugasi: Jenis reproduksi seksual isogami (peleburan dua gamet yang mirip/sama) yang ditemukan pada tingkat rendah, misalnya alga hijau (Spirogyra).

Kesimpulan

Kelompok Cryptogamae mengandalkan spora untuk penyebaran cepat (aseksual) dan metagenesis/konjugasi untuk reproduksi seksual guna menghasilkan variasi genetik, tanpa pernah membentuk biji.

BAB V.
PRODUSEN PRIMER DAN INDIKATOR LINGKUNGAN, PANGAN, MAUPUN OBAT-OBATAN

A. Produsen Primer Ekosistem (Dasar Rantai Makanan):

Alga, khususnya fitoplankton di laut dan perairan tawar, adalah produsen primer utama yang menghasilkan bahan organik dari karbon dioksida dan sinar matahari melalui fotosintesis.

Fitoplankton adalah mikroalga yang bertindak sebagai produsen primer utama di ekosistem perairan, mengubah karbon dioksida dan sinar matahari menjadi energi (bahan organik) melalui fotosintesis. Mereka membentuk dasar jaring makanan, menghasilkan >50% oksigen dunia, dan menjadi kunci siklus karbon global.

Peran Utama Fitoplankton dalam Ekosistem:

1. Produsen Primer & Fondasi Rantai Makanan: Melalui fotosintesis (menggunakan klorofil), fitoplankton menghasilkan energi yang menjadi

makanan bagi zooplankton, ikan kecil, hingga predator tingkat tinggi.

2. Produksi Oksigen: Fitoplankton laut dan tawar menghasilkan lebih dari setengah oksigen di atmosfer bumi.
3. Siklus Karbon & Iklim: Fitoplankton menyerap sejumlah besar karbon dioksida (CO_2) dari atmosfer, berperan penting dalam mengurangi perubahan iklim dan mengendalikan suhu global.
4. Indikator Kualitas Air: Komposisi dan kepadatan fitoplankton digunakan untuk menilai kesehatan ekosistem perairan.

Fitoplankton meliputi berbagai jenis alga yang hidup mengapung di zona eufotik (lapisan permukaan yang mendapat cahaya) laut maupun air tawar. Pertumbuhan yang seimbang mendukung kelimpahan perikanan, namun blooming (ledakan populasi) dapat berdampak negatif.

Mereka berada di dasar rantai makanan, menyediakan energi bagi berbagai organisme

akuatik, mulai dari zooplankton hingga ikan dan mamalia laut.

Deskripsi tersebut merujuk pada Fitoplankton (phytoplankton). Berikut adalah poin-poin penting mengenai peran fitoplankton dalam ekosistem akuatik berdasarkan hasil pencarian:

- Produsen Primer: Fitoplankton adalah mikroorganisme mirip tumbuhan yang fotosintetik, berada di dasar rantai makanan (produsen primer).
- Penyedia Energi: Mereka mengubah energi matahari menjadi energi kimia (makanan) yang kemudian dikonsumsi oleh zooplankton, ikan kecil, dan larva.
- Dasar Ekosistem: Keberadaan fitoplankton sangat krusial karena mereka menopang hampir seluruh jaring makanan laut.
- Organisme Mikroskopis: Meskipun sangat kecil, jumlah mereka miliaran dan hidup di permukaan laut yang terkena sinar matahari.

Fitoplankton sering kali bermitra dengan zooplankton, yang bertindak sebagai konsumen

primer (pemakan fitoplankton) yang menghubungkan energi dari produsen ke tingkat trofik yang lebih tinggi seperti ikan dan mamalia laut.

Diperkirakan alga menghasilkan sekitar 50% dari total oksigen yang diproduksi di bumi, sangat penting bagi pernapasan organisme lain.

Pernyataan tersebut benar. Alga, khususnya fitoplankton laut, diperkirakan memproduksi sekitar 50% hingga 80% oksigen di atmosfer bumi melalui proses fotosintesis.

Berikut adalah poin-poin penting mengenai peran alga sebagai produsen oksigen:

- Fitoplankton adalah Kunci: Sebagian besar produksi oksigen berasal dari fitoplankton (mikroalga) yang terapung di permukaan lautan.
- Lebih Besar dari Hutan: Kontribusi alga dalam menghasilkan oksigen melampaui jumlah oksigen yang dihasilkan oleh seluruh hutan dan tanaman darat jika digabungkan.
- Prochlorococcus: Salah satu jenis alga mikroskopis, Prochlorococcus, adalah organisme fotosintetik terkecil namun

menghasilkan oksigen terbanyak di lautan, bahkan mencapai 20% dari total oksigen di biosfer.

- Siklus Hidup: Seperti tumbuhan darat, alga menyerap karbon dioksida (CO_2) dan melepaskan oksigen (O_2) sebagai produk sampingan fotosintesis di siang hari.

Alga, bersama dengan sianobakteri purba, telah memegang peranan krusial dalam menciptakan dan mempertahankan tingkat oksigen yang memungkinkan kehidupan kompleks ada di bumi saat ini.

B. Indikator Lingkungan (Bioindikator)

Alga sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan, sehingga digunakan sebagai indikator kualitas air (bioindikator) untuk mendeteksi polusi.

Alga, khususnya fitoplankton dan diatom, sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan, sehingga efektif digunakan sebagai bioindikator untuk memantau kualitas air, deteksi polusi, dan status trofik ekosistem perairan. Respons cepat alga

terhadap perubahan nutrisi, pH, suhu, dan polutan menjadikan mereka alat pemantauan biologis yang andal. Keberadaan atau kelimpahan spesies tertentu (seperti diatom) dapat menentukan tingkat degradasi, misalnya melalui indeks pencemaran PubMed Central (PMC) (.gov).

Alasan Alga Digunakan Sebagai Bioindikator:

- Sensitif dan Responsif: Pertumbuhan cepat dan siklus hidup pendek membuat alga merespons perubahan kualitas air (pencemaran) secara instan.
- Indikator Spesies Tertentu: Jenis alga tertentu menunjukkan kondisi air, seperti PubMed Central (PMC) (.gov) menyebutkan adanya spesies tertentu yang menandai perairan tercemar atau bersih.
- Analisis Saprobik: Kelimpahan alga dianalisis menggunakan metode seperti Indeks Saprobik (SI) untuk menentukan tingkat pencemaran, UIN Sunan Gunung Djati Bandung.

- Biosensor: Alga digunakan dalam bioassay laboratorium untuk menilai tingkat toksisitas polutan dalam air, MDPI.

Contoh Penggunaan:

- Diatom: Digunakan untuk memantau kualitas air, di mana diatom yang menempel pada substrat (slide kaca) dapat menunjukkan tingkat kontaminasi, PubMed Central (PMC) (.gov).
- Analisis Nutrisi: Alga sangat peka terhadap peningkatan nutrisi (eutrofikasi) yang disebabkan oleh limbah, National Institute of Environmental Health Sciences (.gov).

Komunitas alga sering dipantau untuk menilai status trofik (eutrofikasi) dan tingkat nutrisi berlebih di ekosistem sungai dan danau.

Pemantauan komunitas alga merupakan metode yang sangat efektif untuk menilai status trofik dan tingkat nutrisi berlebih (eutrofikasi) di ekosistem sungai dan danau karena alga bertindak sebagai bioindikator yang sensitif terhadap perubahan kualitas air. Kelebihan nutrisi, khususnya nitrogen dan fosfor, memicu pertumbuhan alga yang cepat

(ledakan alga/blooming), sehingga komposisi dan kelimpahannya mencerminkan tingkat polusi organik.

Berikut adalah poin-poin penting mengapa komunitas alga digunakan dalam pemantauan tersebut:

1. Respons Cepat terhadap Nutrisi: Alga adalah produsen primer yang merespons perubahan lingkungan secara langsung, terutama peningkatan nutrisi (fosfor dan nitrogen) dari limpasan pertanian, limbah domestik, atau deterjen.
2. Indikator Eutrofikasi: Pertumbuhan alga yang berlebihan (blooming) menandakan kondisi perairan yang eutrofik (subur/tercemar), yang sering kali berbau tidak sedap dan mengurangi kadar oksigen terlarut.
3. Komposisi Spesies Spesifik: Jenis alga tertentu, seperti sianobakteri (ganggang biru-hijau), sering mendominasi di perairan yang mengalami eutrofikasi tinggi, menghasilkan racun, dan menurunkan kualitas air.

4. Bioindikator Sungai dan Danau: Di sungai, komunitas alga bentik (perifiton) sering dipantau, sementara di danau, fitoplankton (alga melayang) dipantau untuk menilai status ekologi.
5. Efisiensi dan Kecepatan: Pemantauan alga secara langsung (misalnya, mengukur konsentrasi klorofil-a) memberikan data yang cepat mengenai risiko eutrofikasi dibandingkan metode fisikokimia konvensional.

Pemantauan ini krusial untuk mencegah penurunan kualitas air lebih lanjut dan untuk mengelola kesehatan ekosistem perairan dari dampak negatif eutrofikasi, seperti kematian ikan dan hilangnya keanekaragaman hayati.

C. Sumber Pangan (Pangan/Nutrisi):

Alga adalah sumber nutrisi yang bernilai tinggi, kaya akan protein, lipid, vitamin, mineral, dan asam lemak esensial. Alga, baik mikroalga (seperti Spirulina, Chlorella) maupun makroalga (rumput laut), adalah superfood berkelanjutan yang kaya akan nutrisi esensial. Mengandung protein tinggi (40-

60% berat kering), asam lemak omega-3 (EPA/DHA), vitamin (A, B, C, D), mineral, dan serat, alga adalah sumber pangan fungsional yang luar biasa bagi kesehatan manusia.

Berikut adalah poin-poin penting mengenai nutrisi dan manfaat alga:

1. Profil Nutrisi:
    - Protein Tinggi: Mengandung protein fungsional dengan asam amino esensial yang seimbang, sebanding dengan sumber protein darat.
    - Asam Lemak & Lipid: Sumber asam lemak omega-3 yang sangat baik, terutama EPA (eicosapentaenoic acid) dan DHA (docosahexaenoic acid).
    - Vitamin & Mineral: Kaya akan yodium, zat besi, zinc, kalium, serta vitamin yang larut dalam lemak.
    - Komponen Aktif: Mengandung antioksidan tinggi, termasuk karotenoid, klorofil, dan serat makanan.
2. Manfaat Kesehatan:

- Kesehatan Jantung & Metabolisme: Konsumsi mikroalga dapat membantu meningkatkan profil lipid dan menurunkan tekanan darah.
- Antioksidan: Karotenoid dalam alga membantu menangkap spesies oksigen reaktif (ROS), mengurangi risiko penyakit degeneratif.

3. Penerapan dalam Pangan:
    - Alga digunakan sebagai bahan makanan fungsional, suplemen makanan, hingga bahan pakan.
    - Contoh produk yang umum: Nori, agar-agar, dan suplemen Spirulina.

Sebagai sumber pangan masa depan, alga menawarkan alternatif protein yang berkelanjutan dan sehat, meskipun penelitian lebih lanjut mengenai dosis optimal dan efektivitas klinis jangka panjang masih terus dilakukan.

Contohnya, rumput laut dibudidayakan secara komersial untuk konsumsi makanan (seperti nori, salad rumput laut) dan bahan tambahan makanan.

Budidaya rumput laut secara komersial memainkan peran penting dalam menyediakan bahan baku untuk industri makanan langsung maupun bahan tambahan makanan.

Berikut adalah contoh-contoh spesifik dari budidaya komersial tersebut:

- Nori (Rumput Laut Panggang/Kering): Umumnya terbuat dari alga merah genus Pyropia (termasuk P. yezoensis dan P. tenera), nori dibudidayakan secara komersial di perairan Jepang, Korea, dan negara lainnya untuk dibungkus sushi, onigiri, atau camilan.
- Salad Rumput Laut (Wakame): Menggunakan rumput laut jenis Wakame yang dibudidayakan, sering disajikan di restoran Jepang/Korea dengan wijen dan saus khas.
- Agar-agar dan Karaginan: Rumput laut jenis Gracilaria sp. dan Eucheuma Cottonii dibudidayakan secara luas di Indonesia dan diekspor untuk bahan baku pembuatan agar-agar, jeli, dan bahan pengental pada produk makanan seperti coklat dan minuman jeli.

- Olahan Pangan Lainnya: Produk hasil budidaya ini juga diolah menjadi keripik rumput laut, sup, bahkan jus dan dodol rumput laut.

Di Indonesia, budidaya komersial menggunakan metode seperti long line (tali panjang) dan lepas dasar, khususnya untuk jenis Eucheuma cottonii yang memiliki nilai ekspor tinggi sebagai bahan baku karagenan.

D. Bahan Obat-obatan (Farmasi) dan Industri:

Alga menghasilkan senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai antibakteri, antioksidan, antiviral, dan antitumor. Benar, alga (baik mikroalga maupun makroalga/rumput laut) adalah produsen senyawa bioaktif yang kaya dan berpotensi tinggi dalam bidang farmasi serta kesehatan. Senyawa-senyawa ini diproduksi sebagai mekanisme pertahanan diri terhadap stres lingkungan, seperti radiasi UV, tekanan osmotik, dan herbivora.

Berikut adalah penjabaran potensi bioaktif alga:

- Antibakteri (Antimikroba): Senyawa dari alga merah, cokelat, dan hijau menunjukkan aktivitas

penghambatan terhadap berbagai bakteri patogen (seperti Staphylococcus aureus, E. coli, dan Pseudomonas aeruginosa). Contoh senyawa aktifnya meliputi florotanin, bromofenol, terpenoid, dan senyawa terhalogenasi.

- Antioksidan: Alga kaya akan senyawa fenolik, flavonoid, pigmen (fukoxantin, klorofil), dan polisakarida (seperti ulvan) yang mampu menangkal radikal bebas dan mengurangi stres oksidatif. Florotanin dalam alga cokelat, khususnya, dikenal memiliki aktivitas antioksidan yang kuat.
- Antiviral: Metabolit alga, terutama sulfated polysaccharides (polisakarida tersulfasi), telah menunjukkan potensi dalam menghambat replikasi virus.
- Antitumor/Antikanker: Senyawa seperti fucoidan (dari alga cokelat) dan polifenol menunjukkan kemampuan untuk menghambat pertumbuhan sel kanker (seperti kanker payudara dan kanker kolon) melalui mekanisme apoptosis (kematian sel terprogram).

Ekstrak alga seperti karagenan, agar-agar, dan alginat digunakan luas dalam industri pangan dan bahan kosmetik. Ekstrak alga seperti karagenan, agar-agar, dan alginat merupakan hidrokoloid alami yang sangat penting dan digunakan secara luas dalam industri pangan serta kosmetik karena kemampuan fungsionalnya sebagai pengental, penstabil, dan pembentuk gel.

Berikut adalah rincian penggunaan masing-masing ekstrak:

1. Karagenan (Dari Alga Merah)
    - Industri Pangan: Digunakan sebagai penstabil, pengental, dan pembentuk gel dalam produk susu (es krim, yogurt, keju), jeli, saus salad, dan sebagai pengganti lemak dalam daging olahan.
    - Industri Kosmetik: Berfungsi sebagai bahan pengemulsi dan pengikat air yang baik dalam formula perawatan kulit seperti losion dan pasta gigi.
2. Agar-agar (Dari Alga Merah/Rhodophyceae)

- Industri Pangan: Umumnya digunakan sebagai agen pembentuk gel yang kuat pada makanan penutup, jeli, puding, dan minuman.
- Industri Kosmetik: Sering digunakan sebagai penstabil

3. Alginat (Dari Alga Cokelat/Phaeophyceae)
    1. Industri Pangan: Digunakan sebagai bahan pengental dan penstabil dalam es krim, produk susu, saus, dan permen kenyal.
    2. Industri Kosmetik: Berfungsi sebagai bahan pengental dan penstabil emulsi, serta memberikan efek melembapkan dan menenangkan (umum pada masker wajah).
    3. Keunggulan Utama:
    4. Ketiga bahan ini dipilih karena bersifat alami, biokompatibel, dan mampu meningkatkan viskositas serta tekstur produk baik pangan maupun kosmetik.

DAFTAR PUSTAKA

Hasnunidah, Neni, and Wisnu Juli Wiono. "Botani Tumbuhan Tinggi." (2019).

Hidayat, M., Muhamad Suhardi Miskadi, and Randi Pratama Murtikusuma, eds. Implementasi Model Pembelajaran Picture and Picture pada Pembelajaran Klasifikasi Makhluk Hidup. Penerbit P4I, 2022.

Maniam, M. B. S., and S. Ami. Get Success UN+ SPMB Biologi. PT Grafindo Media Pratama.

Mulyawati, Nina Yuliana, Yusman Masi, and Muhammad Rijal. "Pengembangan Buku Ajar Botani Tumbuhan Rendah Bermodel 4D (Define, Design, Defelop, Disseminate) dan Pengaruhnya terhadap Kemampuan Berfikir Kritis, Kesadaran Metakognitif dan Hasil Belajar Mahasiswa IAIN Ambon." Biosel Biology Science and Education 13.1 (2024): 88-103.

Mulyawati, Nina Yuliana, Yusman Masi, and Muhammad Rijal. "Pengembangan Buku Ajar Botani Tumbuhan Rendah Bermodel 4D (Define, Design, Defelop, Disseminate) dan Pengaruhnya terhadap Kemampuan Berfikir Kritis, Kesadaran Metakognitif dan Hasil Belajar Mahasiswa IAIN Ambon." Biosel Biology Science and Education 13.1 (2024): 88-103.

Musriadi, Musriadi, Jailani Jailani, and Armi Armi. "Identifikasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) sebagai Bahan Ajar Botani Tumbuhan Rendah di Kawasan Tahura Pocut Meurah Intan Kabupaten Aceh Besar." Jurnal Pendidikan Sains Universitas Muhammadiyah Semarang 5.1 (2017): 22-31.

Nasution, Jamilah, and Ferdinand Susilo. Buku Ajar Pengantar Taksonomi Tumbuhan Rendah. Penerbit NEM, 2022.

Nasution, Jamilah, and Ferdinand Susilo. Buku Ajar Pengantar Taksonomi Tumbuhan Rendah. Penerbit NEM, 2022.

Ramadhani, Khairunisa, and Rachmawati Widyaningrum. Dasar-dasar Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia Bagi Mahasiswa Gizi dan Kesehatan. Uad Press, 2022.

Shofi, M. Nurun, and Tri Astuti. SKS Pendalaman Materi IPA Sains Terpadu SMP Kelas 7, 8, 9: Buku Pendalaman Materi. Lembar Langit Indonesia, 2015.

Sutrisna, Nana, and Dwitri Pilendia. Buku Ajar Biologi Umum Terintegrasi Literasi Sains dan PjBL. PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2025.

Widowati, Hesty, and Evi Rinata. "Buku ajar anatomi." Umsida Press (2020): 1-230.

BOTANI TUMBUHAN RENDAH

Penerbit:
CV. Kimfa Mandiri
JL. Raya Ciapus Rt 01 Rw 06 Desa. Ciapus Kec. Banjaran Kab. Bandung 40377
Telp: 022-85945637 - 085314983618 – 081220816826
Website: kimfamandiri.or.id
E-mail: kimfamandiriks@gmail.com

ISBN 978-634-7487-09-4