

1567/HD/94

K2 14-00-94

PENGANTAR BOTANI ALGAE



Disusun oleh:

Drs. Zulkahar Adenan

JURUSAN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN PADANG

1994

MILIK UPT PERPUSTAKAAN
IKIP PADANG

KATA PENGANTAR

Pengantar Botani Algae ini diterbitkan dalam rangka memberikan pengetahuan dasar tentang Algae kepada mahasiswa yang akan mengikuti perkuliahan Botani Tumbuhan **Tingkat Rendah atau Cryptogamae** khusus mengenai Algae.

Sistematika isi buku ini adalah : (1) pendahuluan yang meliputi : (a) definisi Algae, (b) historis Phycology dan (c) klasifikasi Algae , (2) sifat umum divisio dalam Algae, (3) zonasi dan habitat Algae , (4) tipe struktur atau organisasi , (5) organisasi sel, (6) reproduksi dan pergiliran turunan pada Algae , (7) karakteristik lingkungan Algae dan faktor pembatas , (8) evolusi Algae dan (9) arti keberadaan Algae dalam kehidupan manusia.

Diharapkan dengan sistematika isi seperti tersebut di atas dapat mengantarkan mahasiswa memiliki pengetahuan dasar yang memudahkan untuk mempelajari Botani Algae secara lebih mendalam lagi.

Disadari terdapat kekurangan dalam buku ini, karena itu diharapkan pembaca berkenan memberikan usul, koreksi dan kritik membangun demi kesempurnaannya.

MILIK PERPUSTAKAAN IKIP PADANG	
DITERMATAI	E-12-94
SUMBER/HARGA	td
KOLEKSI	KIRI
NO. INVENTARIS	1657/td/94. p2(v)
KLASIFIKASI	589.3 adl f2

Penyusun,
Zulkahar Adenan

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	i
BAB I. PENDAHULUAN	1
1. Definisi	2
2. Historis Phycology	4
3. Klasifikasi	6
BAB II. SIFAT UMUM DIVISIO DALAM ALGAE	13
BAB III. ZONASI DAN HABITAT ALGAE	20
BAB IV. TIPE STRUKTUR ATAU ORGANISASI	25
BAB V. ORGANISASI SEL	34
BAB VI. REPRODUKSI DAN PERGILIRAN TURUNAN PADA ALGAE	47
BAB VII. KARAKTERISTIK LINGKUNGAN ALGAE DAN FAKTOR PEMBA TAS	69
BAB VIII. EVOLUSI ALGAE	72
BAB IX. ARTI KEBERADAAN ALGAE DALAM KEHIDUPAN MANUSIA....	75
DAFTAR PUSTAKA	78

BAB I

PENDAHULUAN

Secara klasik makhluk hidup dibagi menjadi dua kelompok besar. Kelompok pertama dinamakan tumbuhan yang berada dalam Regnum Plantarum meliputi organisme yang pada hakekatnya bersifat autotrof. Organisma yang autotrof ini mampu mensintesis bahan organiknya sendiri dari bahan-bahan anorganik yang diperoleh dari lingkungannya melalui proses fotosintesis dan kemosintesis. Kelompok kedua disebut hewan berada dalam Regnum Animalia mencakupi organisme heterotrof.

Sistem penggolongan yang baru membagi makhluk hidup tadi menjadi empat regnum, yaitu : (1) Regnum Monera, (2) Regnum Protista, (3) Regnum Metaphyta dan (4) Regnum Metazoa.

Regnum Monera terdiri atas makhluk hidup berupa organisme bersel satu atau koloni, inti tidak mempunyai dinding (prokariot) atau DNA tersebar dalam sitoplasma. Termasuk ke dalamnya jenis-jenis bakteri (Bacteria) dan ganggang hijau-biru (Cyanophyta).

Regnum Protista meliputi organisme bersel satu atau koloni atau jaringan sederhana (thallus), mempunyai inti yang berdinding (eukariot). Termasuk ke dalamnya bermacam-macam ganggang (Algae) dan cendawan (Fungi).

Regnum Metaphyta mencakup tumbuhan bersel banyak, berklorofil, mempunyai jaringan penguat yang disesuaikan untuk kehidupan di darat, memiliki akar sejati dan habitatnya darat dan sering dapat beradaptasi ke perairan. Dibedakan dengan Protista karena adanya organ kelamin bersel banyak yang kompleks dan terjadi stadium embrio selama perkembangan dari telur hingga dewasa. Regnum ini dibagi menjadi dua divisio, yaitu (1) Divisio Bryophyta dan (2) Divisio Tracheophyta.

Divisio Bryophyta merupakan tumbuhan yang mempunyai jaringan pembuluh sederhana dan mengalami pergiliran turunan antara turunan gametofit dan sporofit. Turunan gametofit merupakan bentuk yang dominan jika dibandingkan dengan turunan sporofit. Gametofit berukuran lebih besar dari sporofit dan sporofit menumpang pada gametofit.

Divisio Tracheophyta memanggul beberapa ciri khas, yaitu :

(1) mempunyai jaringan vaskuler atau ikatan pembuluh yang meliputi (a) jaringan silem (xylem) dan floem (phloem) yang menyebabkan batangnya menjadi kuat, (2) mempunyai akar, batang dan daun. termasuk ke dalam divisio ini adalah tumbuhan paku (Pteridophyta) dan tumbuhan berbunga (Anthophyta atau Embryophyta Siphonogama atau Spermatophyta).

Pteridophyta terdiri atas sub divisio 1. Lycopsida , sub divisio 2. Sphenopsida dan sub divisio (3) Pteropsida. Pteridophyta juga mengalami pergiliran turunan. Turunan sporofit lebih dominan dari gametofit. Sporofit berukuran lebih besar dari gametofit dan pada mulanya sporofit ini menumpang pada gametofit , tetapi kemudian gametofit mati.

Spermatophyta mencakup sub divisio (1) Gymnospermae dan sub divisio (2) Angiospermae. Tidak berbeda dengan warga Tracheophyta juga mengalami pergantian turunan dalam siklus hidupnya. Sporofit lebih dominan dari gametofit dan berukuran lebih besar dari gametofit. Gametofit tumbuh dan berkembang pada sporofit.

1. Definisi

Pemakaian nama Algae untuk ganggang dianggap tidak tepat, kare

na nama tersebut diberikan kepada jenis-jenis rumput laut atau sejumlah tumbuhan yang ditanam di dalam akuarium (Hayden N. Pritchard, 1984). Sebetulnya yang termasuk ke dalam Algae itu jauh melebihi atau mencakup lebih banyak jenis lainnya. Menurut J.S. Gupta (1981) Algae itu meliputi organisme yang terbagi ke dalam 1800 genera dan 21.000 species.

Sesuai dengan penjelasan di atas penamaan Algae kepada jenis-jenis ganggang lebih bersifat nama yang terkesan terlalu umum, dengan makna tidak mengikuti kaidah tata nama tumbuhan menurut Kode Internasional Tata Nama Tumbuhan (The International Code of Botanical Nomenclature , Samuel B. Jones, Jr. , 1986).

Algae dikategorikan sebagai tumbuhan nonvaskuler atau tumbuhan yang tidak mempunyai ikatan pembuluh , baik silem maupun floem (Hayden N. Pritchard, 1984).

Dikaitkan dengan struktur sel , di atas dikatakan Algae di masukkan ke dalam tumbuhan Protista atau tumbuhan yang selnya bersifat eukarion (dinding inti dapat dilihat dengan jelas). Di samping itu Algae memanggul beberapa ciri , yakni :

- (1) bersel satu atau koloni atau merupakan jaringan sederhana (talus atau thallus) ; oleh sebab itu Enlicher (J.S.Gupta, 1981) dalam tahun 1836 mengelompokkannya ke dalam Diviso Thallophyta, termasuk ke dalamnya Fungi
- (2) mengandung klorofil a
- (3) struktur reproduktif relatif sederhana , karena tidak mempunyai selapis sel-sel vegetatif yang mengelilingi gametangia

(4) sebagian jenisnya belum mengalami pergiliran turunan dan jika terjadi pergiliran turunan terdapat berbagai kondisi yakni :

- (a) turunan gametofit dan sporofit berukuran sama , dan mempunyai peluang hidup yang sama dalam siklus hidupnya dan terpisah hidupnya
- (b) turunan gametofit berukuran lebih besar dan dominan daripada sporofit , gametofit menumpang pada sporofit
- (c) turunan gametofit berukuran lebih kecil daripada sporofit dan sporofit lebih dominan daripada gametofit dan sporofit menumpang pada gametofit

2. Historis Phycology (Ilmu tentang Algae)

Sejarah phycology atau fikologi setua tumbuhan lainnya. Referensi tentang Algae untuk pertama kalinya dalam literatur Cina ditulis oleh Tsao (J.S. Gupta, 1981). Di dalam literatur Greece dan Roman dunia Algae dikenal sebagai Phycas dan kemudian sebagai Fucus. Di Hawaii penduduknya menggunakannya sebagai bahan makanan disebut sebagai Limu.

Pada abad-abad sebelum ditemukannya mikroskop praktis pengetahuan yang bersifat saintifik tentang Algae belum diungkapkan.

Pada abad ke 20 Algae yang dikenal sebagai rumput laut di Perancis Utara digunakan sebagai pupuk, yang kemudian kegunaan praktis ini meluas sampai ke Inggris dan belahan dunia lainnya.

Penggunaan Algae sebagai pupuk ini oleh Cesalpino dalam tahun 1583 dikembangkan sebagai bahan untuk putrefaksi roti (J.S.Gupta, 1981).

Pada abad ke 18 semua Algae dikelompokkan ke dalam empat genera yang dianggap primadonanya, yaitu; (1) Fucus, (2) Ulva, (3) Conferva dan (4) Corallina. Sebelumnya Chara ditempatkan ke dalam kelompok Equisetum, tetapi kemudian dimasukkan ke dalam Algae, karena memiliki kesamaan bentuk dengan Algae.

Pada abad ke 19 banyak ahli Algae (Algologis) seperti Dilwyn Vaucher, Roth, Lamourroux, Bory, Greville, Agardh, Thuret dan Kutzing mempelajari lebih dalam tentang Algae terutama yang hidup di dalam laut. Beberapa diantara mereka mempelajari mengenai proses reproduksinya.

Dalam tahun 1836 Harvey memperkenalkan Chlorospermae (ganggang hijau), Melanospermae (ganggang coklat) dan Rhodospermae atau ganggang merah. Ganggang biru dimasukkan ke dalam Chlorophyceae tetapi segera setelah itu dipisahkan menjadi Myxophyceae atau Cyanophyceae.

Pada penghujung abad 19 sejarah hidup Cutleria dikenalkan oleh Williams dan Sauvageau. Borgesen mempublikasikan Facroes (ganggang laut) dan Berthold dalam 1882 menaruh interest pada fisiologi Algae dan mempelajari tentang fototrofisma pada Bryopsis, kemudian interest para pakar Algae beralih kepada penyusunan kembali taksonominya.

Borzi memikirkan dan menyarankan pemisahan ganggang kuning-hijau dari Chlorophyceae. Dalam tahun 1899 Luther mengemukakan Heterokontae atau Xanthophyceae yang terpisah dari Chlorophyceae. Dalam tahun yang sama Blackman dan Tansley menggunakan struktur silia sebagai dasar klasifikasi Algae. Dalam tahun 1900 Blackman memikirkan tentang asal usul Algae yang mempunyai flagella dan mengemuka-

kan tiga kecenderungan garis atau jalur evolusi ganggang, yakni (1) jalur Volvocine, (2) jalur Tetrasporine dan (3) jalur Chlorococcine dari Chlorophyceae.

Dalam tahun 1905 Oltmans mempublikasikan morfologi dan sejarah hidup Algae.

Pada permulaan abad 20 Pilsbry dan Walcott mempelajari fosil Algae yang ada di Eropa dan Amerika Serikat. Pascher memperkenalkan klasifikasi Protista dan Flagellata yang bersifat monumental karena merupakan landasan konsep moderen tentang klasifikasi Algae. Berbarengan dengan itu secara simultan Cotton, Fritsch, Salisbury, Brencley, Transeau, West dan Fritsch mempelajari secara rinci menyangkut ekologi Algae di perairan tawar, asin dan darat. Sedangkan Kylin, Kniep, Pantanelli dan Harder, Jonson, Borgesen, Collins dan membahas fisiologi dan biokimia Algae.

Tahun 1930 merupakan masa kulminasi pengetahuan menyangkut struktur sel meliputi dinding sel, pembelahan inti dan struktur flagella.

3. Klasifikasi

Awal abad 20 Algae diklasifikasikan ke dalam empat classis, yakni : (1) classis Chlorophyceae, (2) classis Phaeophyceae, (3) classis Rhodophyceae dan (4) classis Myxophyceae atau Cyanophyceae. Diatomeae dikategorikan sebagai warga Phaeophyceae atau ke dalam salah satu classis yang dianggap mempunyai persamaan yang lebih bandingan dengan classis tersebut. Pada waktu itu ahli botani jarang mempermasalahkan penempatan organisme satu sel yang bergerak dan organisme berbentuk koloni bergerak yang mempunyai klorofil ke dalam classis

Mastigophora dari phylum Protozoa, kecuali Volvox yang merupakan puncak kulminasi evolusi jalur Volvocine.

Dalam tahun-tahun diawal abad 20 perkembangan teknik-teknik moderen tentang fisiologi dan biokimia dan perbenihan Algae melahirkan konsep moderen tentang klasifikasi Algae yang didasarkan pada kriteria :

- (1) pigmen menyangkut jenis dan kandungan relatif
- (2) produk-produk cadangan makanan atau produk-produk asimilasi sebagai hasil fotosintesis
- (3) flagelasi meliputi tipe dan jumlah flagela, insersi dan morfologinya
- (4) dinding sel mencakup susunan kimiawi dan sifat fisiknya
- (5) struktur sel terkait dengan ada atau tidak adanya dinding inti sel.

Berbagai klasifikasi Algae yang dipublikasikan oleh banyak ahli , yang secara kronologis dikemukakan berikut ini :

I. Oitmanns (1922)

1. Chrysophyceae
2. Heterokontae
3. Chryptomonadales
4. Euglenaceae
5. Dinoflagellata
6. Conjugatae
7. Bacillariaceae
8. Chlorophyceae
9. Charales

10. Phaeophyceae

11. Bangiales

12. Rhodophyceae

II. Pascher (1931)

1. Chrysophyta

(a) Chrysophyceae

(b) Diatomeae

(c) Heterokontae

2. Phaeophyta

(a) Phaeophyceae

3. Pyrrophyta

(a) Cryptophyceae

(b) Desmokontae

(c) Dinophyceae

4. Euglenophyta

(a) Euglenineae

5. Chlorophyta

(a) Chlorophyceae

(b) Conjugatae

6. Charophyta

(a) Characeae

7. Rhodophyta

(a) Bangingeae

(b) Floridineae

8. Cyanophyta

(a) Myxophyceae

III. Tilden (1933)

1. Chlorophyceae

2. Myxophyceae

3. Rhodophyceae

4. Phaeophyceae

5. Chrysophyceae

IV. Fritsch (1935-1944)

- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1. Chlorophyceae | 6. Dinophyceae |
| 2. Xanthophyceae | 7. Chloromonadineae |
| 3. Bacillariophyceae | 8. Euglenineae |
| 4. Cryptophyceae | 9. Phaeophyceae |
| 5. Chrysophyceae | 10. Rhodophyceae |
| | 11. Myxophyceae |

V. Smith (1955)

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| 1. Chlorophyta | 5. Phaeophyta |
| (a) Chlorophyceae | (a) Isogenerateae |
| (b) Charophyceae | (b) Heterogenera- |
| 2. Euglenophyta | teae |
| (a) Euglenophyceae | (c) Cyclospora |
| 3. Pyrrophyta | 6. Cyanophyta |
| (a) Desmophyceae | (a) Myxophyceae |
| (b) Dinophyceae | 7. Rhodophyta |
| 4. Chrysophyta | (a) Rhodophyceae |
| (a) Chrysophyceae | Algae of uncertain |
| (b) Xanthophyceae | position. |
| (c) Bacillariophyceae | (a) Chloromonada- |
| | les |
| | (b) Cryptophyceae |

VI. Chapman (1962)

- | | |
|-------------------|------------------|
| 1. Euphycophyta | |
| (a) Charophyceae | (c) Phaeophyceae |
| (b) Chlorophyceae | (d) Rhodophyceae |

2. Myxophycophyceae
 - (a) Myxophyceae
3. Chrysophycophyta
 - (a) Chrysophyceae
 - (b) Xanthophyceae
 - (c) Bacillariophyceae
4. Pyrrophyta
 - (a) Cryptophyceae
 - (b) Dinophyceae

VII. Papenfuss (1964)

- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1. Chlorophycophyta | 5. Pyrrophyta |
| 2. Charophycophyta | 6. Phaeophycophyta |
| 3. Euglenophycophyta | 7. Schizophycophyta |
| 4. Chrysophycophyta | 8. Rhodophycophyta |

VIII. Round (1965)

Procaryota

Phylum Cyanophyta

Eucaryota

Phylum Euglenophyta

Phylum Chlorophyta

Phylum Chrysophyta

Phylum Pyrrophyta

Phylum Phaeophyta

Phylum Rhodophyta

Phylum Cryptophyta

IX. Alexopoulos dan Bold (1967)

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. Cyanophyta | 7. Bacillariophyta |
| 2. Chlorophycophyta | 8. Phaeophycophyta |
| 3. Charophycophyta | 9. Pyrrophyta |
| 4. Euglenophycophyta | 10. Cryptophycophyta |
| 5. Xanthophycophyta | 11. Rhodophycophyta |
| 6. Chrysophycophyta | |

X. Prescott (1969)

- | | |
|-----------------|----------------------|
| 1. Chlorophyta | 6. Rhodophyta |
| 2. Euglenophyta | 7. Cyanophyta |
| 3. Chrysophyta | 8. Cryptophyta |
| 4. Pyrrophyta | 9. Chloromonadophyta |
| 5. Phaeophyta | |

XI. Chapman dan Chapman (1973)

- | Divisio | Classis |
|----------------|-------------------|
| I. Procaryota | |
| 1. Cyanophyta | 1. Cyanophyceae |
| II. Eucaryota | |
| 1. Rhodophyta | 1. Rhodophyceae |
| 2. Chlorophyta | 1. Chlorophyceae |
| | 2. Prasinophyceae |
| | 3. Charophyceae |

Divisio	Classis
3. Euglenophyta	1. Euglenophyceae
4. Chloromonadophyta	1. Chloromonadophyceae
5. Xanthophyta	1. Xanthophyceae
6. Bacillariophyta	1. Bacillariophyceae
7. Chrysophyta	1. Chrysophyceae
	2. Haptophyceae
7. Phaeophyta	1. Phaeophyceae
8. Pyrrophyta	1. Dinophyceae
	2. Desmophyceae
8. Cryptophyta	1. Cryptophyceae

BAB II

SIFAT UMUM DIVISIO DALAM ALGAE

Sifat-sifat umum diviso-diviso dalam Algae dikemukakan dalam bentuk tabel yang menyangkut aspek pigmen, cadangan makanan flagelasi, struktur sel dan dinding sel.

Tabel 1. Pigmen yang ditemukan pada berbagai Divisio Algae (Menurut Strain, 1951)

Jenis pigmen Divisio Classis	Klorofil	Karotin	Santofil	Fiko- bilin
1. Cyanophyta * Myxophyceae	a	beta	Miksosan- tin dan Miksosanto- fil	fikosian- in, fi- koeri- trin
2. Rhodophyta * Rhodophyceae	a dan d	alfa dan beta	lutein	sda
3. Xanthophyta * Xanthophyceae	a dan e	beta	-	-
4. Chrysophyta * Chrysophyceae	a	beta	lutein, fukosantin	-
5. Bacillariophyta * Bacillariophyceae	a dan c	beta	fukosantin	-
6. Phaeophyta * Phaeophyceae	a dan c	beta	violasantin fukosantin	-

Jenis pigmen	Klorofil	Karotin	Santofil	Fiko- bilin
Divisio				
Classis				
7. Pyrrophyta				
* Dinophyceae	a dan c	beta	peridinin	-
8. Chlorophyta				
* Chlorophy	a dan b	alfa dan terutama beta	lutein	-
9. Euglenophyta				
* Euglenophy ceae	a dan b	beta	tak dike tahui ?	-

Pigmen klorofil berfungsi sebagai penyerap sinar matahari yang diperlukan dalam proses fotosintesis. Dalam tabel terlihat terdapat empat macam klorofil, yakni :

1. klorofil a, yaitu klorofil utama dalam penyerapan sinar matahari ; klorofil a berupa senyawa kimiawi yang disebut magnesium popyrin complex, yang menyerap sinar matahari dengan panjang gelombang antara 450 dan 600 nm
2. klorofil b, yaitu termasuk klorofil tambahan yang membantu klorofil a menyerap sinar matahari dengan panjang gelombang 480 - 650 nm ; dari segi senyawa kimiawinya berbeda dengan klorofil a
3. klorofil c, adalah klorofil tambahan yang juga berfung-

si sebagai pembantu klorofil a dalam menyerap sinar matahari dengan panjang gelombang 450 nm , susunan kimiawi penyusun klorofil c ini juga berbeda dengan klorofil a

4. klorofil d, pigmen fotosintetik yang ditemukan pada Rhodophyta dalam konsentrasi yang rendah , susunan kimiawi sama tetapi tidak identik dengan klorofil a.

Pigmen karotin , santofil dan fikobilin disebut sebagai fotoreseptor yang peka terhadap sinar matahari.

Karotin merupakan kelompok oxygen free hydrocarbon dengan satu struktur tetraterpenoid , dan berwarna kuning hingga oranye , biasa mampu menyerap sinar biru dan hijau dengan panjang gelombang 430 sampai 500 nm dan berfungsi dalam efisiensi fotosintesis melalui transfer sinar ke klorofil dan juga berperan sebagai layar proteksi sinar.

Santofil merupakan pigmen derivat dari karotin , berwarna oranye hingga merah dan mempunyai struktur tetraterpenoid dan merupakan satu jenis dari pigmen karotenoid., dan berfungsi seperti santofil di atas.

Fikobilin atau biloprotein merupakan pigmen fotosintetik tambahan yang larut di dalam air , dan mungkin berperan dalam mekanisme fotosistem II. Fikobilin yang terdapat pada beberapa Algae dan terutama pada Cyanophyta berwarna biru dan disebut fikobilin biru atau fikosinin , sedangkan yang terdapat pada beberapa Algae dan terutama pada Cyanophyta berwarna merah , karena itu disebut fikobilin merah atau fikoeiritrin.

Fikobilin memiliki kemampuan menyerap sinar dengan panjang gelombang

bang berbeda dengan kemampuan klorofil. Potensi yang dimiliki oleh fikobilin menjadikan Cyanophyta mampu hidup di lingkungan yang organisme fotosintetik lain tidak bisa hidup.

Tabel 2. Cadangan makanan yang ditemukan pada
Algae (Hayden N. Pritchard, 1984)

Divisio	Jenis Cadangan makanan
1. Cyanophyta	pati sianofisian atau miksofisian atau alfa 1-4 , 1-6 glucose polymers
2. Chlorophyta	pati (alfa 1-4, 1-6 glucose polymers)
3. Euglenophyta	paramilon (beta 1-3 glucose polymers)
4. Phaeophyta	laminarin (beta 1-3, 1-6 glucose polymers) dan mannitol (hexahydric alcohol)
5. Chrysophyta	krisolaminarin (beta 1-3 glucose polymers dengan dua rantai beta 1-6 glucose polymers)
6. Pyrrophyta	pati (alfa 1-4, 1-6 glucose polymers)
7. Xanthophyta	paramilon dan krisolaminarin
8. Rhodophyta	floridan (alfa 1-4, 1-6 glucose polymers sama dengan glikogen)

Tabel 3. Flagelasi pada Algae

Divisio	Jumlah Flagel	Tipe Flagel	Inersio Flagel
1. Chlorophyta	1, 2 atau 4 atau lebih	sama atau equal	anterior
2. Xanthophyta	2	berbeda atau unequal	anterior
3. Chrysophyta * Bacillario- phyceae	1	-	anterior
4. Phaeophyta	2	berbeda atau unequal	lateral
5. Rhodophyta	-	-	-
6. Cyanophyta	-	-	-
7. Euglenophyta	1-3	sama atau equal	anterior
8. Pyrrophyta	2	sama atau equal	lateral

Sumber tabel : 1. Text Book of Algae , J.S.Gupta , 1981

2. Materi Pokok Botani PGPA 3634/3 SKS ,
Modul 1-9, Drs. Agus Pudjoarinto, SU., 1993

Tabel 4. Dinding Sel pada Algae

Divisio	Komponen Kimiawi Dinding sel
1. Cyanophyta	Muramic acid , diaminopimelic acid
2. Chlorophyta	Cellulose, Sulfated polysaccharides $C_a CO_3$, $M_g CO_3$
3. Euglenophyta	Proteinaceous pellicle
4. Phaeophyta	Cellulose , alginic acid , sulfated mucopolysaccharides
5. Chrysophyta	Silicates, cellulose, beberapa telanjang
6. Pyrrophyta	Cellulose dan uronic acid
7. Xanthophyta	Cellulose , Uronic acid.
8. Rhodophyta	Cellulose, sulfated polysaccharides , (agar , carrageenan) , $C_a CO_3$ dan $M_g CO_3$

Sumber tabel 4 : Biology of Vascular Plants , Hayden N. Prichard, 1984, halaman 13

BAB III

ZONASI DAN HABITAT ALGAE

Beberapa jenis Algae memiliki toleransi yang terbatas atau sempit terhadap faktor-faktor lingkungan meliputi faktor fisis, kimia dan biologis seperti angin, gerakan arus, temperatur dan cahaya (fisis), dan kompetisi, parasitisme, dan predator (biologis) yang pada hakekatnya mengatur populasi dalam suatu kestabilan lingkungan tropis (Odum 1971). Toleransi yang sempit tersebut menempatkan Algae pada habitat tertentu. Di samping itu banyak pula species Algae yang mempunyai toleransi yang lebih luas terhadap faktor-faktor lingkungan tersebut, sehingga bisa menempati habitat yang berbeda-beda atau bervariasi.

Algae bisa hidup (1) melekat pada batuan karang, pasir atau lumpur, Algae semacam ini Algae bentik, (2) hidup pada permukaan Algae yang lebih besar atau tumbuhan bervaskular dan ganggang seperti ini dinamakan Algae epifitik, atau (3) mengapung atau melayang di permukaan perairan sebagai organisme bersel satu atau dalam bentuk koloni kecil dan Algae semacam ini disebut fitoplankton.

Algae bentik bisa hidup di dasar suatu perairan sejauh yang dapat dicapai cahaya, Algae epifitik bisa terdapat di mana saja terdapat hidup Algae berukuran yang lebih besar dan tumbuhan bervaskular, dan fitoplankton bisa dijumpai di semua perairan selama cahaya dapat berpenetrasi ke perairan tersebut.

Di perairan asin atau marin Algae bentik bisa hidup di

zona intertidal dan littoral dan sublittoral. Ketiga zona tersebut dinamakan juga zona fotik (the photic zone), dimana zona ini merupakan area yang cukup mendapat cahaya, sehingga Algae bisa memproduksi cukup energi melalui proses fotosintesis.

Dalam perairan tawar Algae hidup di zona littoral, profundal dan limnetic.

Berdasarkan pada habitatnya Algae dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok, yakni :

1. Hydrophyt

Algae dapat ditemukan baik melayang atau mengapung bebas pada permukaan perairan, di sini dapat lagi dikelompokkan menjadi :

- (1) Benthophyt , yakni Algae yang hidup pada lumpur atau di dasar suatu perairan, contohnya Chara , Nitella dan beberapa jenis ganggang coklat yang hidup melekat pada suatu substratum
- (2) Epactiphyt , yaitu Algae yang hidup di sepanjang pantai danau dan telaga, contohnya : Chaetophora, Oedogonium, Rivularia
- (3) Thermophyt ., yakni Algae yang hidup di daerah panas, di sini Algae dapat mentolerir temperatur sampai 70-80° C ; contohnya beberapa genera dan ratusan species dari Chroococcaceae dan beberapa Alga hijau biru atau Cyanophyta

- (4) Planktonphyt ., yakni Algae yang hidup mengapung pada permukaan perairan , yang dapat pula dibagi dua kelompok, yaitu :
- (a) Euplanktonphyt ., yakni Algae yang hidup mengapung di permukaan perairan yang terbuka contohnya : Diatomeae dan jenis-jenis dari Chlorococcales
 - (b) Tychoplanktonphyt ., Algae yang hidup tidak melekat pada sesuatu dan mengapung pada permukaan perairan dan terbawa angin dan hidup diantara macam-macam Algae lainnya di dekat pantai , contoh : Spirogyra, Zygnema , Nostoc dan lain-lainnya
- (5) Halophyt ., yakni Algae yang hidup dalam perairan berkadar garam tinggi, contoh : Dunaliella salina , Prasiola dan Enteromorpha
- (6) Epiphyt ., yakni Algae yang hidup pada permukaan tumbuhan lain dan Algae yang berukuran lebih besar diantaranya : Bulbochaete, Oedogonium, Rhizoclonium, Coleochaete
- (7) Epizoophyt ., Algae yang dijumpai hidup pada permukaan tubuh penyu, cangkang Mollusca dan ikan , diantaranya : Protoderma (pada punggung penyu) dan Characium (pada anggota depan dari Branchipus)

2. **Edaphophyt** , atau **Algae terrestrialik**; **Algae** ini dapat hidup pada permukaan atau di dalam tanah (**Algae subterranean**) , yang dapat dibagi dua kelompok :
- (1) **Saphophyt** , **Algae** yang hidup pada permukaan tanah, diantaranya : **Botrydium**, **Vaucheria**, **Protosiphon**
 - (2) **Cryptophyt** . , **Algae** yang hidup di dalam tanah hingga kedalaman lebih dari satu meter, diantaranya **Chlorella**
3. **Aerophyt** , **Algae** yang hidup pada permukaan **batuan**, dinding kulit **pohon** , **pagar kawat** , tiang telepon , hewan dan substrata aerial lainnya yang lembab, yang dapat dibagi lagi menjadi beberapa kelompok, yaitu:
- (1) **Epiphylllophyt**, yakni **Algae** yang hidup pada permukaan daun-daun tumbuhan, seperti : **Trentepohlia**, dan **Cephaleuros**
 - (2) **Epiphloephyt**, yakni **Algae** yang hidup pada permukaan kulit pohon bersama lumut daun dan lumut hati, contoh : **Scytonema**
 - (3) **Lithophyt** , yakni **Algae** yang hidup pada permukaan batuan dan dinding yang lembab, diantaranya : **Scytonema**, **Vaucheria**, **Stigonema**, **Colothrix** dan ganggang hijau biru (**Cyanophyta**)
4. **Cryophyt** , **Algae** yang hidup pada permukaan es dan salju , mereka memberikan warna merah, hijau dan kuning

pada salju, diantaranya Chlamydomonas , Ankistrodesmus dan Mesotacnium yang memberikan warna hijau pada salju (Eropa dan Arctic) dan Chlamydomonas , Scotiella dan Diatomeae yang memberikan warna merah pada salju

5. Endophyt , Algae yang hidup di dalam jaringan tumbuhan lainnya , seperti Anabaena azollae (hidup pada jaringan daun Azolla) dan Anabaena cycadeae (hidup dalam jaringan akar Cycas) dan Nostoc yang dijumpai hidup dalam jaringan tumbuhan Anthoceros, Sphagnum , Cycas dan beberapa jenis Angiospermae
6. Symbiotic, Algae yang hidup bersimbiosis dengan Fungi dan bentuk asosiasi ini disebut Lichenes ; Algae yang bersimbiosis tersebut adalah Microcystis, Gloeocapsa , Nostoc, Scytonema, Rivularia, Chlorella , Trebouxia dan lainnya
7. Endozoophyt , Algae yang hidup dalam tubuh hewan. diantaranya Zoochlorella yang dijumpai hidup dalam tubuh Hydra
8. Parasit , Algae yang hidup memparasiti tumbuhan lain seperti Cephaleuros yang menyebabkan penyakit karat merah pada tumbuhan teh, kopi dan mangga.

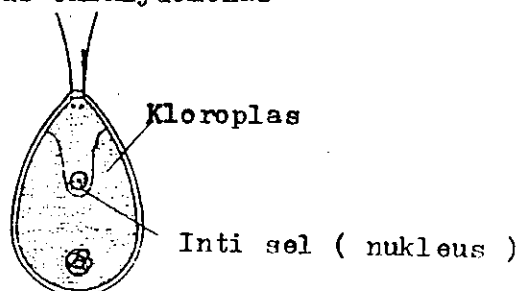
BAB IV

Tipe Struktur Atau Organisasi

Bentuk uniselular ditemukan pada semua Algae kecuali yang termasuk kedalam *Phaeophyta*. Bentuk vegetatif Algae sangat bervariasi dalam ukuran dan bentuk mulai dari satu sel sampai ke pada bentuk yang kompleks. Dari segi ukuran mulai dari berukuran 2 hingga 3 um diameternya, seperti pada *Cyanophyta* yang bersel satu hingga Algae bersel banyak yang panjangnya mencapai 70 meter dan beratnya 250 kg.

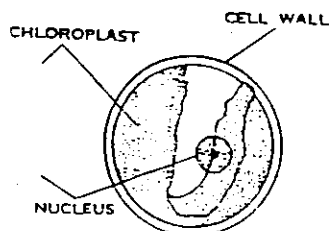
Struktur atau organisasi Algae dapat berupa :

1. uniselular yang dapat pula dibagi dua kelompok , yakni:
 - a. uniselular bergerak atau uniselular berflagela , contohnya pada genus *Chlamydomonas*



Gambar 1. Genus *Chlamydomonas*

- b. uniselular tidak bergerak atau berupa bentuk coccoid dan protococcoid, seperti pada genus *Chlorella*

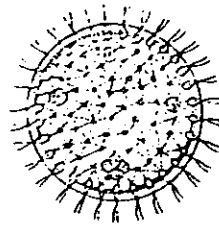


Gambar 2. Genus *Chlorella*

2. talus multiselular yang dapat dibagi ke dalam lima type, yakni :

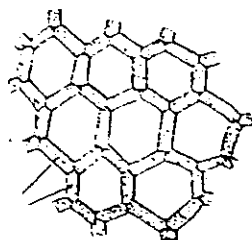
1) koloni , yang bisa dalam bentuk :

(1) koloni bergerak atau coenobia berflagela, yaitu koloni yang terdiri atas sel-sel yang tersusun sedemikian rupa menjadi suatu bentuk dan ukuran tertentu yang menetap sebagai pola struktur khas dari suatu species ; sel-sel tersebut tersusun di dalam suatu matriks yang terdiri dari senyawa musin atau disatukan oleh senyawa musin ; di sini tidak terjadi pembelahan sel-sel vegetatifnya, sehingga tidak terjadi perubahan bentuk dan pertambahan besar ukuran koloni, contohnya ditemukan pada genus Volvox, Pandorina dan Eudorina ;



Gambar 3. Genus Volvox

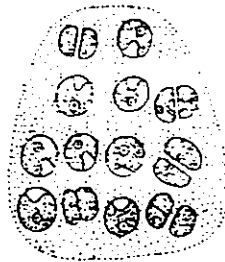
(2) koloni coccoid atau coenobia tidak berflagela atau koloni tidak bergerak , dalam hal ini sel-sel vegetatif disatukan menjadi suatu coenobia, seperti yang ditemukan pada genus Hydrodictyon dan Pediastrum ;



Gambar 4. Genus Hydrodictyon

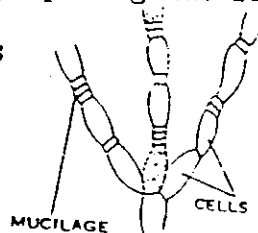
2) agregasi , dalam hal ini struktur Algae tidak seperti pada coenobia, sel-sel tersusun menjadi suatu bentuk talus multiselular yang tidak beraturan, baik dalam bentuk dan ukurannya ; pada agregasi terjadi pembelahan sel-sel vegetatif dimana sel-sel vegetatif induk biasanya membelah menjadi sel-sel anakan tanpa terbentuknya gelatin yang melapisi dinding selnya, karena itu terjadi penambahan jumlah sel dalam talus selama pertumbuhannya, sehingga talus menjadi lebih besar ukurannya ; agregasi dapat dibagi lagi menjadi tiga type talus, yakni :

(1) palmelloid , sel-sel tersusun dalam suatu massa musin seperti yang dilihat pada genus *Tetraspora* dan genus *Palmella* serta genus *Gloeocapsa* ;



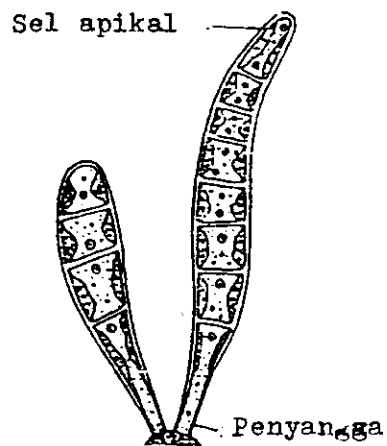
Gambar 5. Genus *Tetraspora*

(2) dendroid , talus bertipe ini , sel-selnya tersusun atau disatukan oleh musin menjadi bentuk talus seperti pohon, contohnya pada genus *Prasinocladus* dan genus *Chaemosiphon* ;



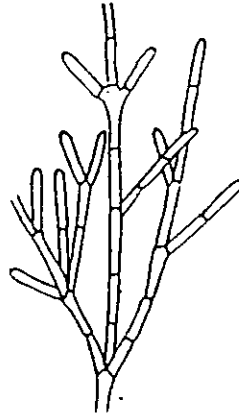
Gambar 6. Genus *Prasinocladus*

- (3) rhizopodial , talus terdiri dari sel-sel yang amoeboid atau tidak tertentu bentuknya yang tersusun menjadi satu melalui penyatuan tonjolan tonjolan sitoplasma, seperti yang ditemukan pada genus Rhizochrystis (salah satu genus dalam classis Chrysophyceae)
- 3) filamentosa , talus terdiri dari sel-sel yang mengalami pembelahan yang tanpa memisahkan diri dari sel induk dan terusun menjadi bentuk benang ; filamentosa ini dapat pula dibagi menjadi beberapa tipe struktur atau organisasi , yaitu :
- (1) filamen tidak bercabang , seperti yang ditemukan pada genus Ulothrix dan genus Spirogyra



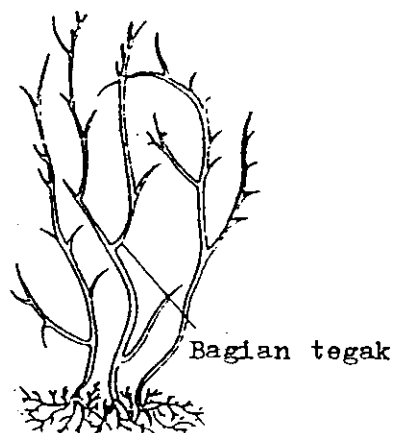
Gambar 7. Genus Ulothrix

- (2) filamen bercabang-cabang , contoh genus
Cladophora

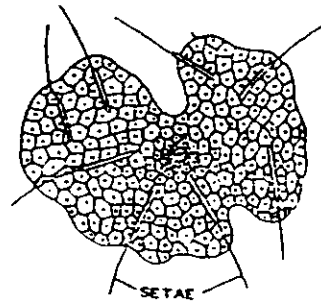


Gambar 8. Genus Cladophora

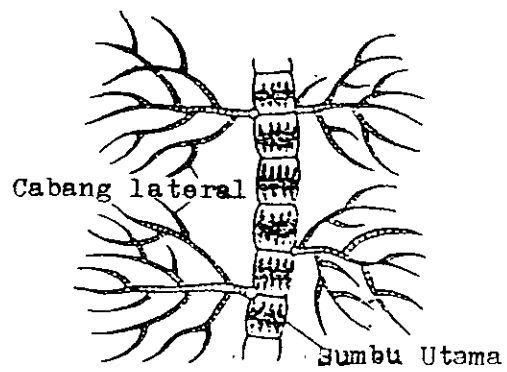
- (3) heterotrichoma, percabangan talus dapat terdiferensiasi menjadi bagian melintang dan bagian tegak, contoh pada genus Chaetophora, genus Ectocarpus, genus Stigoclonium genus Coleochaete dan genus Drapanaldia



Gambar 9. Genus Stigoclonium

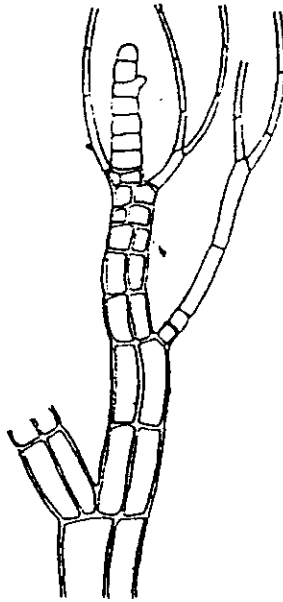


Gambar 10. Genus Coleochaete



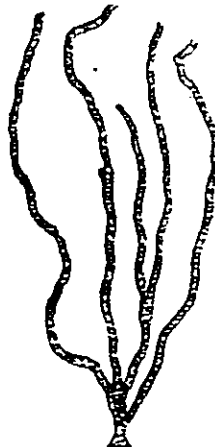
Gambar 11. Genus Drapanaldia

- (4) pseudoparenchymatosa , terdiri atas dua type
- a) uniaxial , struktur Algae yang terdiri dari bagian aksis utama dan bagian cabang yang menjulur dari bagian aksis utama , contohnya pada genus Polysiphonia



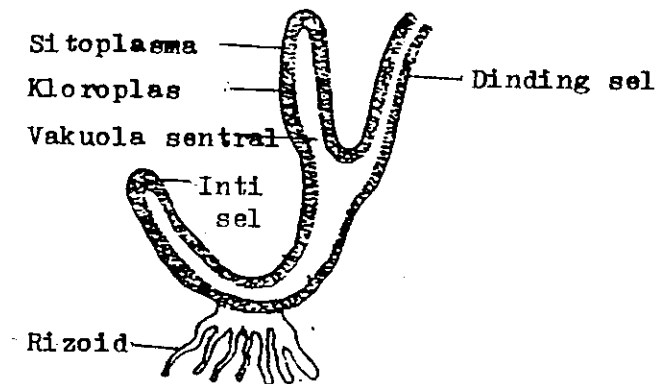
Gambar 12. Genus Polysiphonia

- b) multiaxial , talus yang pada pertemuan beberapa filamen dan cabang-cabangnya membentuk korteks yang kompak , contoh genus Nemalion



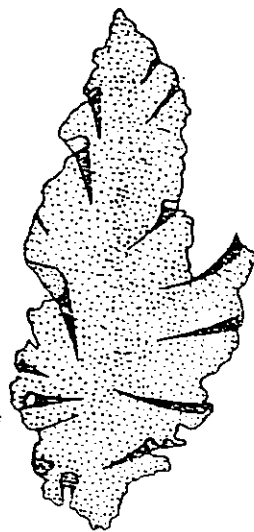
Gambar 13. Genus Nemalion

- 4) Siphonosa (sifonosa) , talus asellular multi-nuklet (berinti banyak) ; pada kebanyakan talus dapat berelaborasi dan menjadi lebih besar, misalnya bentuk talus genus *Vaucheria*



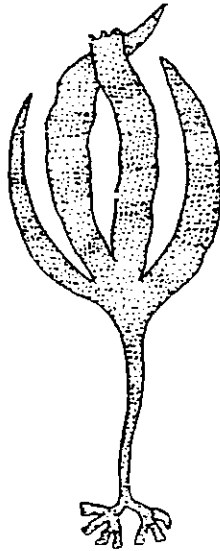
Gambar 14. Genus *Vaucheria*

- 5) Parenchymatosa (parenkimatosa) , talus yang terbentuk dari sel-sel vegetatif yang membelah ke berbagai arah (banyak bidang) , contohnya: pada genus *Ulva*, genus *Porphyra* dan genus *Punctaria*

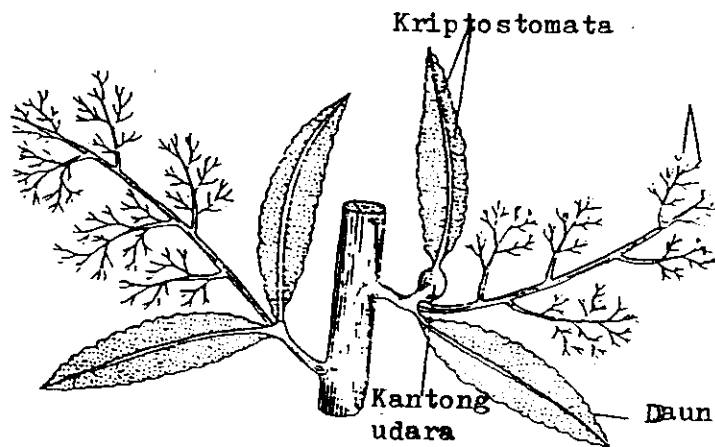


Gambar 15. Genus *Ulva*

Konstruksi parenkimatosa mencapai perkembangan maksimal pada ordo Laminariales , seperti pada genus Laminaria, dan ordo Fucales ,misalnya pada genus Sargassum.



Gambar 16. Genus Laminaria



Gambar 17. Genus Sargassum

BAB V

ORGANISASI SEL

Di dalam sel-sel Algae prokariotik dan fotosintetik , struktur genetik dan respiratori (pernafasan) tidak mempunyai membran yang memisahkannya dari sitoplasma. Berdasarkan hal yang demikian, sel-sel tersebut tanpa inti yang terorganisasi, begitu juga keadaannya dengan kromatofor dan mitokondrianya. Sebaliknya pada sel-sel Algae eukariotik dan fotosintetik, struktur genetik dan respiratorinya dilapisi oleh membran , sehingga organ sel yang satu dan yang lainnya terpisah. Sel-sel pada familia Dinophyceae (dalam Divisio Pyrrophyta) merupakan sel mesokariotik , yakni berada diantara prokariotik (tidak mempunyai protein dasar, kromosom dan sintesis DNA yang berkesinambungan) dan eukariotik (mempunyai banyak kromosom, membran inti dan pembelahan mitosis).

1. Dinding Sel

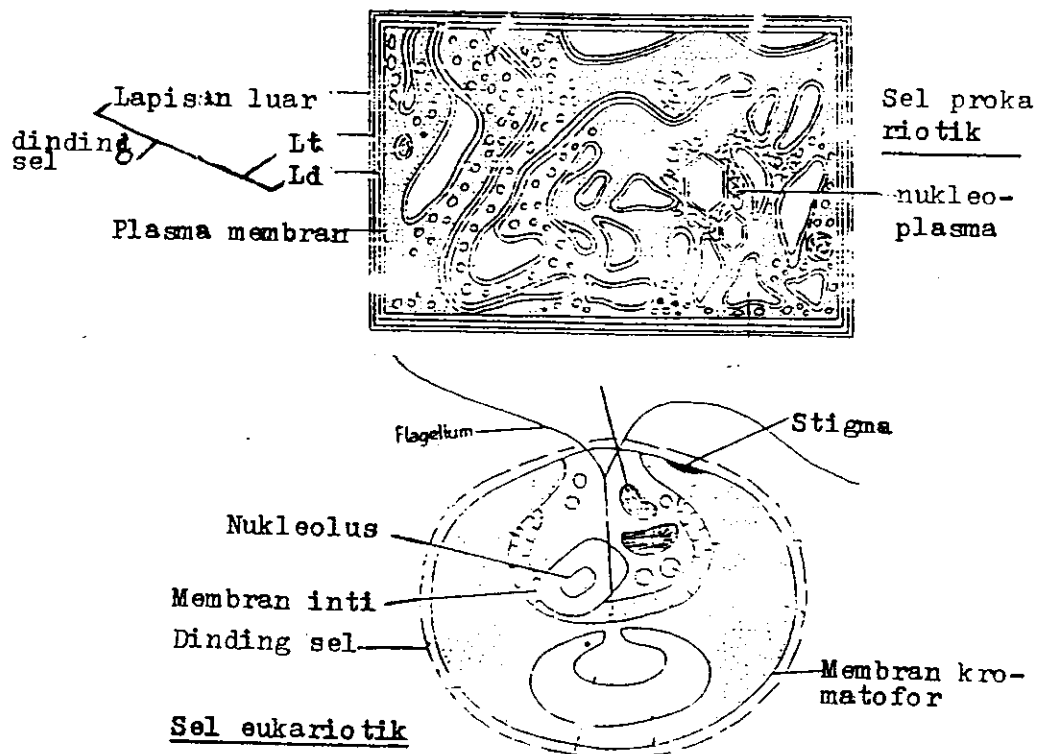
Pada sejumlah besar jenis Algae sel-selnya mempunyai dinding yang tersusun oleh materi tak hidup. Dinding sel tersebut berada di sebelah luar membran sitoplasmik. Berdasarkan pada komposisi kimiawi penyusun dinding sel itu dapat dikategorikan menjadi tiga macam, yaitu :

- 1) selulosik , jika mikrofibril-mikrofibril sebagai komponen penyusun dinding sel terdiri atas molekul-molekul glukosa dan sejenisnya.
- 2) silisifait, jika dinding sel tersusun dari senyawa silikat

- 3) mukopolimerik, jika dinding sel tersusun dari senyawa kimiawi yang disebut asam muramik dan asam diaminopimelik.

Zoospora, gamet dan sel yang dewasa pada kebanyakan jenis Algae tidak mempunyai dinding sel melainkan berupa membran sitoplasmik.

Pada beberapa jenis Algae, dindingnya berpori-pori yang berguna untuk pertukaran ion-ion tertentu (musin). Begitu pula pori khusus yang ditemukan pada beberapa Algae lainnya yang disebut plasmodesmata sebagai penghubung protoplasma intersel.



Gambar 18. Diagram Struktur Dinding Sel Pada Algae

Lt = lapisan tengah
Ld = lapisan dalam

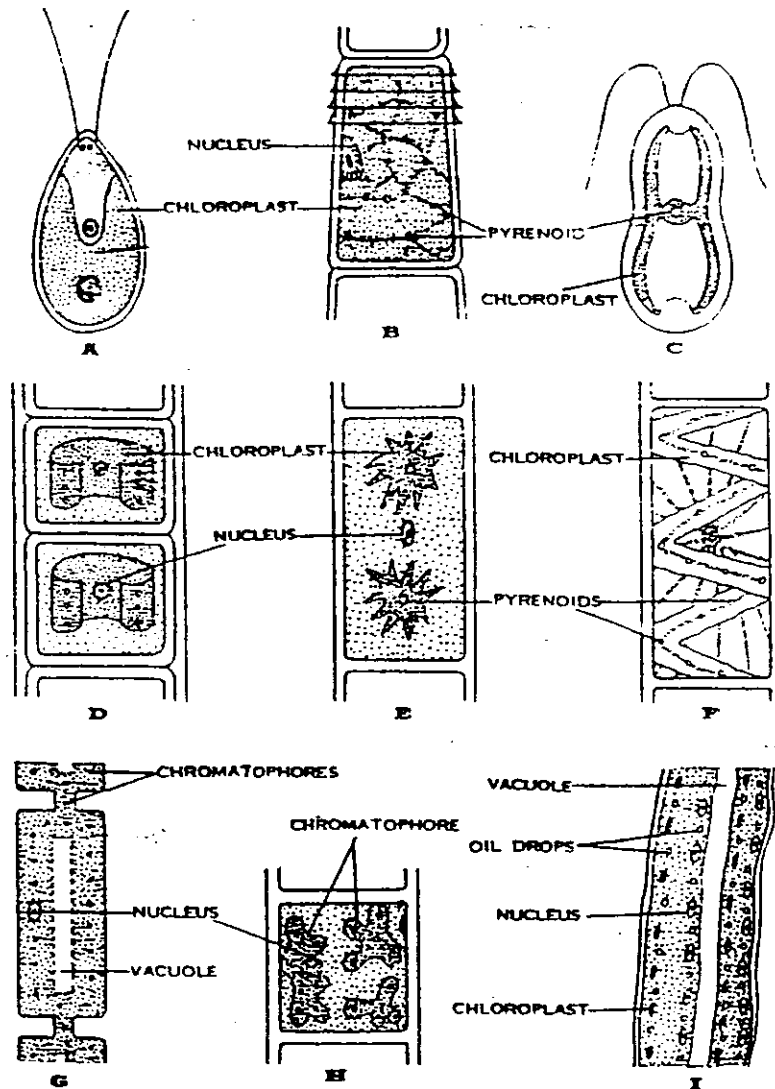
(Sumber : Textbook of Algae, J.S. Gupta, 1981, hal. 25)

2. Plastida dan Kromatofor

Plastida mempunyai dua lapis membran . Plastida sebagai organ sel (organel) dapat berupa leukoplas (tidak berwarna) dan kromatofor (berwarna). Plastida yang berisi klorofil a dan klorofil b disebut kloroplas , sedangkan yang tidak berisi klorofil b dinamakan kromatofor. Pada Algae bermacam tipe kloroplas dan kromatofor bisa ditemukan , kecuali pada Cyanophyta , pigmen klorofil berada pada bagian perifer

Tabel 5. Tipe Kloroplas pada Algae

Tipe	Contoh Spesies (Dalam Divisio)
1. Bentuk Cawan	<u>Chlamydomonas eugametos</u> (Chlorophyta)
2. Bentuk H	<u>Chlamydomonas alpina</u> (Chlorophyta)
3. Bentuk Jala	<u>Oedogonium sp.</u> (Chlorophyta)
4. Bentuk Sabuk	<u>Ulothrix sp.</u> (Chlorophyta)
5. Bentuk Bintang	<u>Zygnema sp.</u> (Chlorophyta)
6. Bentuk Pita	<u>Spirogyra sp.</u> (Chlorophyta)
7. Bentuk Cakram	<u>Polysiphonia sp.</u> (Rhodophyta) <u>Vaucheria sp.</u> (Chrysophyta)
8. Bentuk Tidak beraturan	<u>Ectocarpus sp.</u> (Phaeophyta)



Gambar 19 . Berbagai Tipe Kloroplas pada Algae
 (Sumber : Textbook of Algae, 1981 halaman 27)

Pengamatan terhadap kromatofor yang dilakukan dengan menggunakan mikroskop elektron menunjukkan bahwa kromatofor merupakan suatu struktur yang terdiri dari dua lapisan yang dinamakan sistem lamellar fotosintetik. Sistem lamellar fotosintetik itu disebut thylakoid (tilakoid). Lapisan sentralnya tersusun dari senyawa lipid (lemak) yang kedua sisi lapisan tersebut dilapisi pula oleh molekul-molekul protein. Dalam lapisan lipid tersebut ditemukan pigmen fotosintetik larut dalam lemak. Pigmen larut dalam air seperti fikocieritrin berada pada permukaan tilakoid.

3. Pyrenoid (Pirenoid)

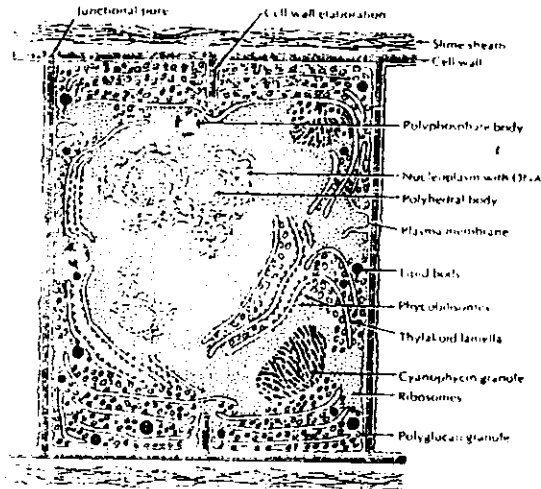
Organel ini tersusun oleh fibril-fibril yang terdiri dari senyawa protein dan berada di dalam atau pada permukaan kromatofor. Fungsinya untuk menumpulkan pati atau tepung terutama pada divisio Chlorophyta . Jumlah pirenoid bisa satu (pada Chlamydomonas) atau lebih seperti pada Oedogonium.

Pirenoid ditemukan pada semua Algae kecuali divisio Cyanophyta. Pada Chlorophyta letak pirenoid di dalam kloroplas , sedangkan pada Algae lainnya pirenoid tidak ada hubungannya dengan cadangan makanan.

4. Nucleus (nukleus atau inti sel)

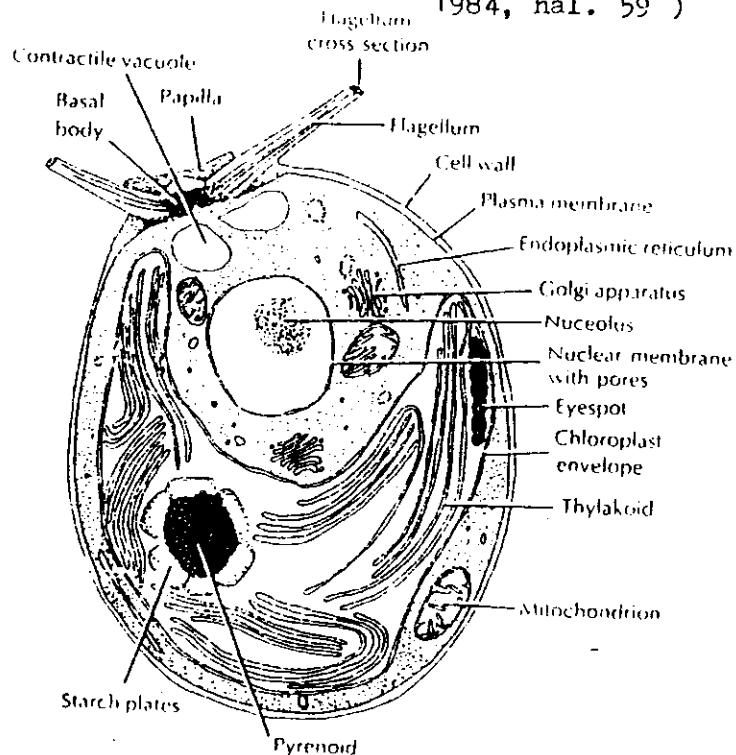
Semua Algae mempunyai inti sel , kecuali pada Cyanophyta dan Dinophyceae (dalam divisio Pyrrophyta). Pada Cyanophyta membran inti tidak ditemukan , begitu juga dengan nucleoli (nukleoli atau anak inti sel).

Sebelum pembahasan struktur sel pada Algae dilanjutkan , di bawah ini digambarkan sebuah sel prokariotik dan sebuah sel eukariotik secara diagramatis.



Gambar 20. Sebuah sel prokariotik

(Sumber : Biology of Nonvascular Plants, 1984, hal. 59)



Gambar 21. Sebuah sel eukariotik

(Sumber : Biology of Nonvascular Plants, Hayden N. Fritchard, 1984, halaman 79)

Inti sel dibungkus oleh dua lapis membran dan lapisan sebetulanya berkesinambungan dengan retikulum endoplasmik .

Sel-sel pada sebagian besar jenis dalam Algae mempunyai satu inti sel, kecuali pada Siphonales, Charales dan Heterosiphonales ditemukan banyak inti sel (multinukleik) atau disebut bersifat kunoitik (coenocytic).

Ukuran, bentuk dan letak inti sel pada jenis-jenis dalam Algae bervariasi .

Tabel 6. Jumlah dan Posisi Inti Sel Vegetatif pada Algae (dalam kondisi normal)

Divisio	Inti Sel		
	Jumlah	Bentuk	Posisi
1. Cyanophyta	- (prokariotik)	materi inti tidak beraturan	bagian sentral sel
2. Chlorophyta	1	bulat	bagian sitoplasma tak berwarna
3. Euglenophyta	1	bulat	sentral sel
4. Pyrrophyta	1	bulat	posterior dan sentral sel
5 Chrysophyta	1-banyak	bulat ukuran besar-kecil atau bikonvek (Diatomeae)	sentral sel
6. Phaeophyta	1	silendris , bikonvek	apeks sel
7. Rhodophyta	1	bulat kecil	sentral sel

Catatan : jumlah inti sel menunjukkan jumlah inti sel yang ditemukan pada sebagian besar jenis dalam divisio.

5. Golgi Apparatus (Aparatus Golgi)

Aparatus Golgi terletak dekat kromatofor, pangkal flagela atau inti sel. Fungsi yang pasti dari organ sel ini belum dapat diungkapkan. Pada Cyanophyta **tidak** ditemukan adanya aparatus Golgi ini.

6. Mitochondria (Mitokondria)

Mitokondria merupakan organel yang ditemukan di dalam sel Algae kecuali pada Cyanophyta. Mitokondria dibungkus oleh dua lapisan membran. Membran yang terdalam disebut cristae (krista) melipat hingga ke rongga atau kaviti (cavity). Jumlah dan ukurannya di dalam setiap sel bervariasi. Organel sitoplasmik ini ada kaitannya dengan metabolisme pernafasan. Organel ini memiliki kemampuan untuk menggandakan secara bebas DNA, RNA dan ribosom

7. Endoplasmic Reticulum (retikulum endoplasmik)

Retikulum endoplasmik merupakan organel yang meliputi sistem tubula dan vesikula yang memenuhi sitoplasma. Pada permukaannya melekat ribosom.

Pada semua jenis Algae dijumpai adanya retikulum endoplasmik ini, kecuali pada Cyanophyta.

8. Vacuole (vakuola)

Pada semua jenis Algae, kecuali pada Cyanophyta dijumpai satu atau lebih vakuola di dalam sel yang sudah dewasa. Vakuola dibungkus oleh membran. Vakuola ini berfungsi dalam peristiwa osmosis, atau penyerapan atau regulasi (pengaturan) larutan dan air.

Pada Algae yang dapat bergerak terdapat dua macam vakuola,

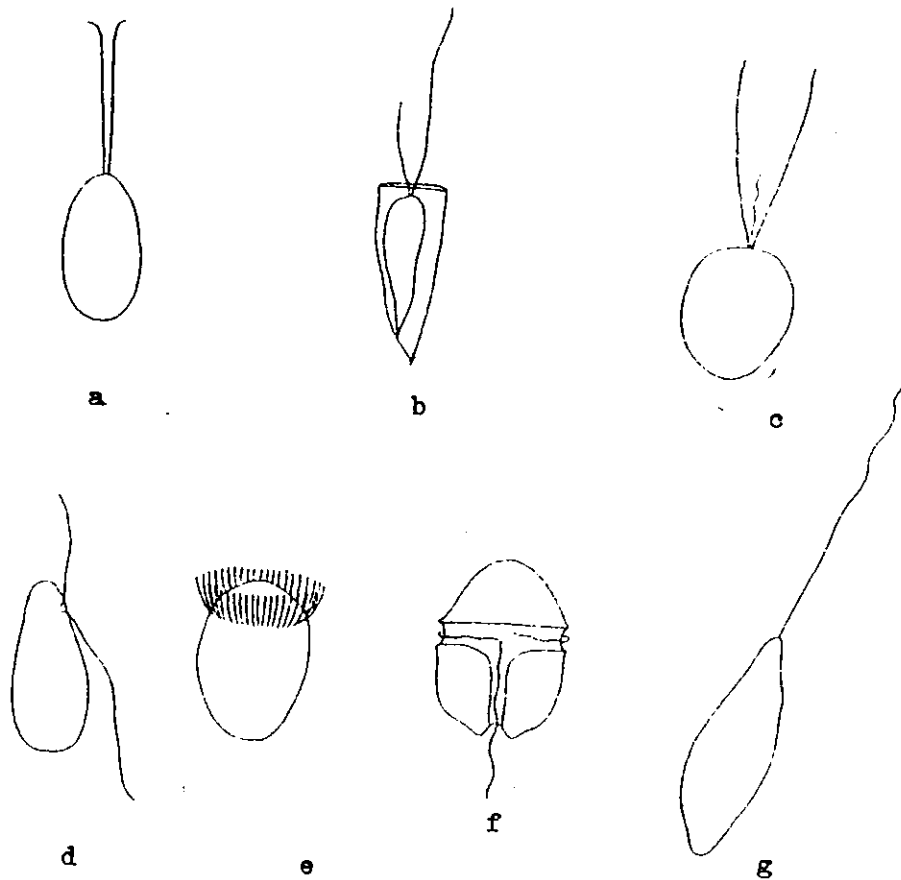
yakni (1) vakuola kontraktil atau berdenyut , yang dapat menyempit atau membesar untuk mengeluarkan sisa materi atau an pas ke luar sel, dan (2) aparatus vakuolar yang rumit seperti yang dijumpai pada Euglenophyta.

9. Flagella (flagela atau bulu getar)

Flagella sebagai organ untuk bergerak, berinsersio pada apikal, sub apikal, atau lateral sel. Flagella (tunggal flagelum) terdapat ~~bisa~~ pada sel vegetatif , spora atau gamet yang bergerak. Jumlahnya bisa satu, dua atau tiga atau lebih Panjangnyapun bervariasi , demikian pula posisinya atau insersinya pada sel.

Flagela sel eukariotik berbeda dengan yang terdapat pada sel prokariotik (Bacteria), karena mempunyai organisasi internal yang terdiri dari mikrotubula yang protenasius. Mikrotubula ini disebut sebagai aksonema (axoneme) , yang berada di dalam ~~suatu~~ sumbu merentang di sepanjang flagela dan sampai memasuki sitoplasma sel. Pangkal setiap flagelum membesar dan bagian itu dinamakan dasar bodi. Mikrotubula keluar dari dasar bodi dan terus memanjang memasuki sitoplasma, membentuk akar-akar mikrotubula dan struktur ini penting artinya dalam mencari hubungan filogenetis diantara jenis dalam Chlorophyta.

Struktur ultra lainnya yang mungkin ditemukan pada permukaan sumbu membran flagelum adalah mastigonema dan sisik-sisik. Mastigonema dan sisik-sisik itu menjadi suatu dasar tipe flagelum.



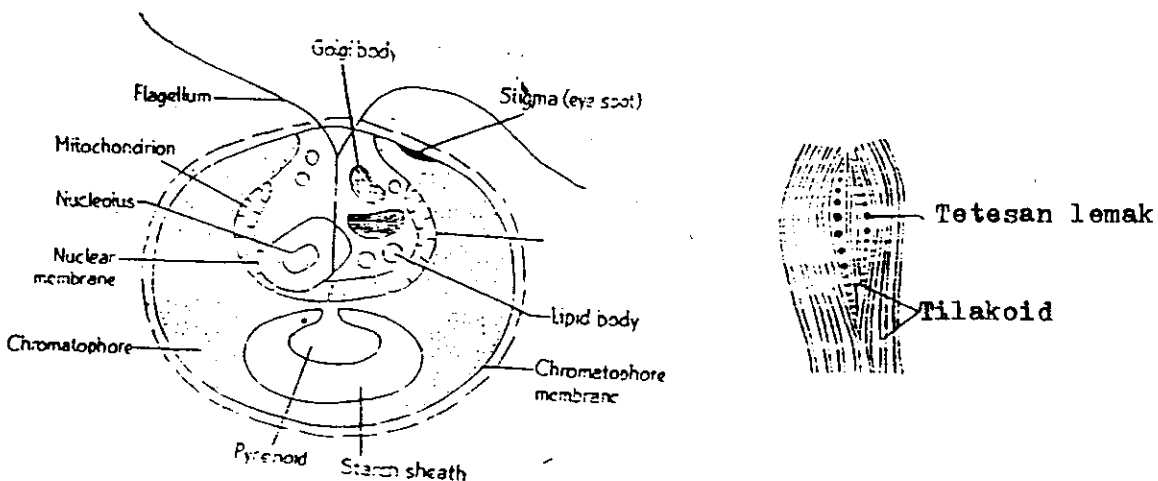
Gambar 23. Beberapa tipe. Flagela menurut jumlah dan posisinya.

- Keterangan: a. isokont (*Chlamydomonas*)
 b. heterokont (*Dinobryon*)
 c. isokont , dan diantaranya terdapat haptonema (*Prymnesium*)
 d. heterokont pada sel kelamin jantan pada *Fucus*
 e. stephanokont (sel kelamin jantan *Oedogonium*)
 f. heterokont, satu flagelum mengelilingi sel dan satu lagi merentang menjauhi sel (*Gonyaulax*)
 g. satu flagelum anterioris (*Euglena*)
- (Sumber: *Biology of Nonvascular Plants*, Hayden N. Prichard, 1984, hal.25)

10. Stigma atau Bintik mata

Pada Algae bersel satu yang bergerak dan Algae kuno sitik, terdapat satu organel yang berwarna yang dikenal sebagai stigma atau beintik mata. Stigma berwarna merah oranye dan biasanya berlokasi pada anterior dan kadang-kadang median atau posterior sel. Stigma terdiri atas sejumlah tetesan lipid atau lemak yang tersusun bisa *secara* tidak beraturan (*Euglena*) atau dalam dua baris seperti pada *Chlamydomonas*. Tetesan lemak itu berisi pigmen karetonoid. Sepasang tilakoid terdapat diantara tetesan-tetesan lemak itu dan sejumlah tilakoid lainnya berada di luarnya.

Stigma ini bersifat peka terhadap cahaya, karena itu disebut organel foto reseptor. Pada beberapa *Chlamydomonas* tidak ditemukan stigma yang peka kepada cahaya. Stigma merupakan organ tambahan yang berguna dalam memberi arah gerakan yang berpedoman kan pada cahaya.



Gambar 24. Stigma pada Euglena

(Sumber : Biology of Nonvascular Plants,
Hayden N. Pritchard, 1984, ha-
laman 119)

BAB VI
REPRODUKSI DAN PERGILIRAN TURUNAN
PADA ALGAE

A. Reproduksi Algae

Reproduksi berarti suatu replikasi atau formasi dari individu yang sama atau penambahan jumlah individu dalam populasi atau perkembangbiakan organisme.

Pada tumbuhan, terutama pada Algae ditemukan tiga model reproduksi, yaitu :

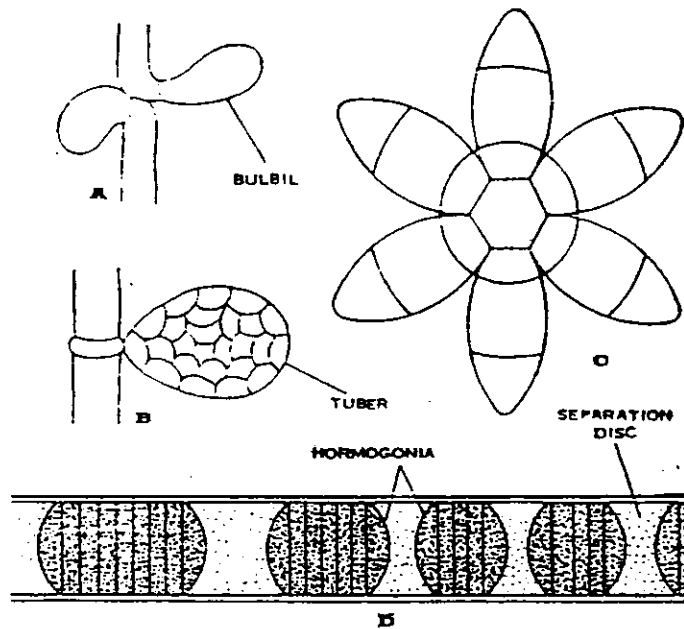
1. reproduksi vegetatif
2. reproduksi aseksual
3. reproduksi seksual

1. Reproduksi vegetatif

Pada Algae bersel satu, reproduksinya berlangsung secara pembelahan sel. Pada Algae yang berbentuk filamen, potongan-potongan yang terjadi secara pembelahan filamen dapat berkembang menjadi individu baru atau Algae filamentosa anakan. Reproduksi seperti ini disebut fragmentasi.

Pada Cyanophyta, jika trikomanya terlepas menjadi segmen-segmen yang bervariasi panjangnya dan dapat bergerak, berpotensi menjadi trikoma atau individu baru. Reproduksi semacam ini dinamakan hormogonia.

Reproduksi vegetatif lainnya adalah melalui perkembangan protenema primer atau sekunder, bintang amilum, tuber atau tonjolan dan bulbil atau semacam pentulan. Reproduksi seperti ini biasanya terjadi pada genus Chara.



Gambar 25. Alat Perkembangbiakan vegetatif
 a. Bulbil pada genus *Chara*
 b. Tuber pada genus *Chara*
 c. Bintang amilum pada genus *Chara*
 d. Hormogonia pada *Lyngbia* sp.

(Sumber : Texbook of Algae, J.S.Gupta, 1981, hal. 34)

2. Reproduksi Aseksual

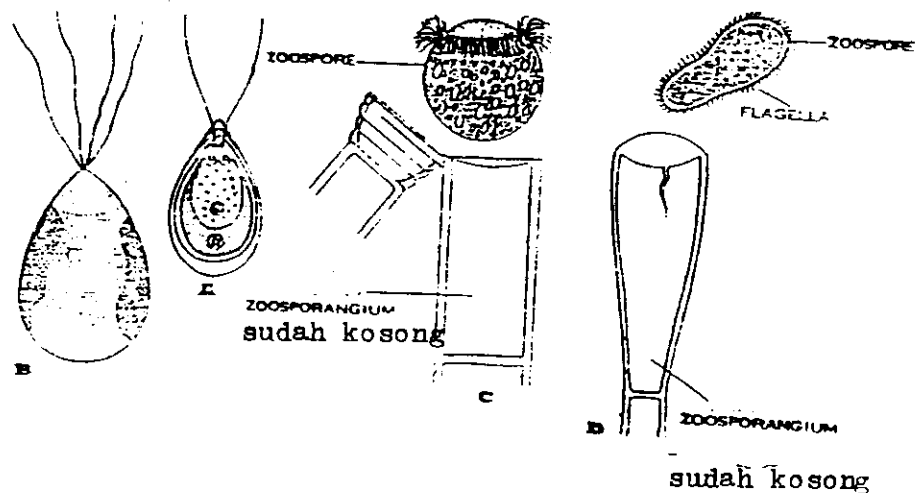
Reproduksi Algae juga dapat berlangsung melalui spora. Dikatakan spora ini sebagai agen yang bersifat reproduktif, yakni suatu struktur yang dapat tumbuh berkembang menjadi individu baru. Spora dihasilkan oleh Algae secara periodik.

Spora yang terbentuk itu dan berkemampuan untuk **tumbuh** berkembang menjadi individu baru tanpa bersatu dengan sel lainnya, dikatakan sebagai alat perkembang biakan, dan perkembang biakan semacam itu disebut reproduksi aseksual.

Algae memproduksi bermacam-macam tipe spora, diantaranya

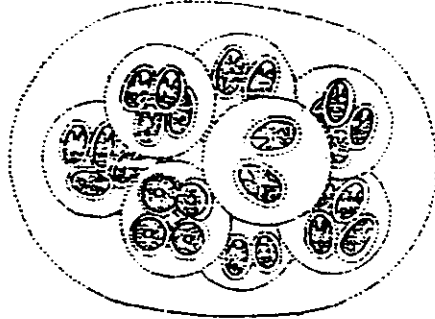
- a. zoospora, merupakan spora yang diproduksi oleh Algae bersel satu dan bersel banyak yang tidak bergerak ;

zoospora mempunyai flagela, karena itu dapat bergerak ; flagela yang terbentuk bervariasi jumlahnya , bisa dua, empat atau lebih banyak lagi , dan cara tertanamnya atau insersinya pada zoospora juga bervariasi ; zoospora terbentuk di dalam zoosporangium ; zoospora *Chlamydomonas* berflagela dua buah, pada *Ulothrix* empat buah, dan pada *Oedogonium* ditemukan flagela dalam jumlah yang banyak , seperti terlihat dalam gambar berikut.



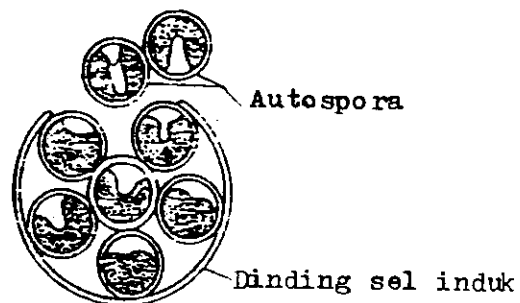
Gambar 28. Bentuk-bentuk Zoospora pada beberapa genera
 A. zoospora dari *Chlamydomonas*
 B. zoospora dari *Ulothrix*
 C. zoospora dari *Oedogonium*
 D. zoospora dari *Vaucheria*
 (sumber : Textbook of Algae, J.S.Gupta, 1981, halaman 33)

- b. aplanospora , merupakan spora yang tidak dapat bergerak , tetapi berpotensi untuk mampu bergerak bila ke fase bisa bergerak yang disebabkan oleh beberapa alasan ; aplanospora disebut juga sebagai spora diam karena sifat aslinya yang tidak dapat bergerak, ditemukan pada beberapa jenis dalam Ulotrichaceae
- c. hypospora, yakni aplanospora yang berdinding tebal dan dibentuk pada kondisi yang kurang menguntungkan hypospora ditemukan pada jenis-jenis dalam Pyrrophyta
- d. palmella, merupakan tahap bentuk koloni yang makroskopis yang terdiri dari beberapa ribu sel , yang berasal dari pembelahan protoplas suatu sel vegetatif pada kondisi lingkungan hidupnya yang kering ; protoplas anakan itu tetap berada di dalam sel induknya ; setiap protoplas itu dibungkus oleh dinding gelatin dan membelah sampai beberapa kali , sehingga terbentuk beberapa ribu sel yang membentuk satu koloni bila kondisi lingkungan hidupnya kembali berada pada kondisi yang optimum atau berair , maka isi koloni ke luar dalam bentuk zoospora dan aplanospora yang dapat tumbuh berkembang menjadi individu baru , misalnya bisa terjadi pada Chlamydomonas sp , seperti dapat dilihat dalam gambar 29



Gambar 29. Tahap Palmella pada Chlamydomonas sp
(Sumber : Textbook of Algae, J.S.Gupta, 1981, hal.33)

- e. autospora, merupakan aplanospora yang berbentuk menyerupai sel induknya, tetapi berukuran lebih kecil, biasanya terjadi pada Chlorella vulgaris dalam divisio Chlorophyta



Gambar 30. Autospora dari Chlorella vulgaris
(Sumber : Textbook of Algae, J.S. Gupta, 1981,hal.34)

f. akinet , merupakan sel vegetatif yang mengalami penebalan dinding sel dan didalamnya terdapat cadangan makanan ; dinding sel yang menebal itu berfusi dengan dinding sel vegetatif lainnya; akinet ini dapat bertahan hidup mengatasi periode yang kurang menguntungkan , dapat langsung tumbuh berkembang atau berkecambah menjadi tumbuhan baru, dan bisa pula menjadi individu baru setelah terlebih dahulu berubah menjadi zoospora



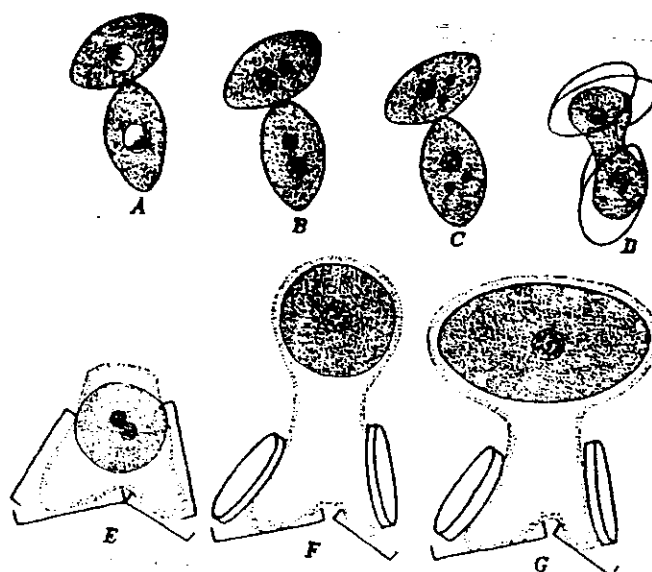
Gambar 31. Akinet dari Pithophora kewensis

(Sumber : Textbook of Algae ,
J.S.Gupta , 1981 ,
hal. 34)

g. auxospora, merupakan spora yang dihasilkan oleh *Baccillariophyceae* (dalam *Chrysophyta*) ; se - tiap auxospora dapat tumbuh berkembang menjadi individu baru; auxospora dibentuk oleh individu yang sudah tidak mungkin lagi membelah diri, ka - rena ukuran sel berada pada tingkat minimal, se - hingga perlu dibentuk auxospora supaya dapat kem - bali dicapai ukuran sel yang maksimal untuk kemu - dian bisa membelah diri lagi dalam rangka memper - banyak jumlah populasi ; auxospora dibentuk me - lalui lima cara , yakni :

- (1) dua buah sel berkonyugasi untuk menghasilkan satu auxospora
- (2) dua buah sel berkonyugasi untuk menghasilkan dua auxospora
- (3) dua sel menempatkan diri dalam satu kotak a - tau sampul , tanpa berkonyugasi masing-masing menghasilkan satu auxospora
- (4) satu sel menghasilkan satu auxospora
- (5) satu sel menghasilkan dua auxospora;

Baccillariophyceae meliputi semua ganggang kersik atau *Diatomeae* , berikut diperlihatkan cara dibe - tuknya satu auxospora pada species *Cocconeis pla - centula* (termasuk ke dalam ordo *Pennales* dari classis *Baccillariophyceae* dalam divisio *Chrysophy - ta*)



Gambar 32. Diagram yang memperlihatkan terbentuknya satu auxospora melalui konjugasi dua sel pada Cocconeis placentula.

A-C meiosis dan degenerasi , kecuali satu nukleus dari setiap sel

D penggabungan gamet

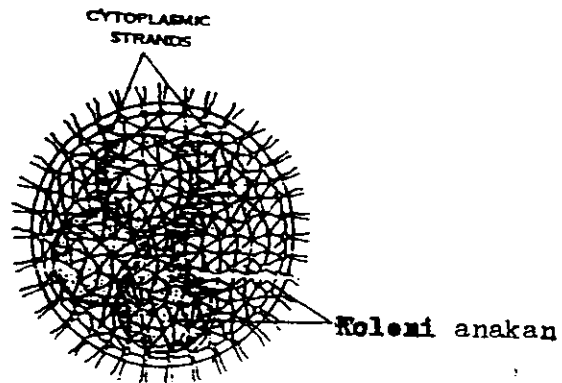
E zigot muda

F-G pembesaran zigot , sehingga terbentuk satu auxospora

(Sumber :Cryptogamic Botany, Second Edition, Gilbert M. Smith, 1978, halaman 206)

- h. endospora , spora yang terbentuk di dalam sel induk seperti yang ditemukan pada beberapa species dalam Cyanophyta , atau Cyanobacteria
- i. koloni anakan, pada ordo Volvocales dan Chlorococcales dalam divisio Chlorophyta membentuk koloni baru secara aseksual

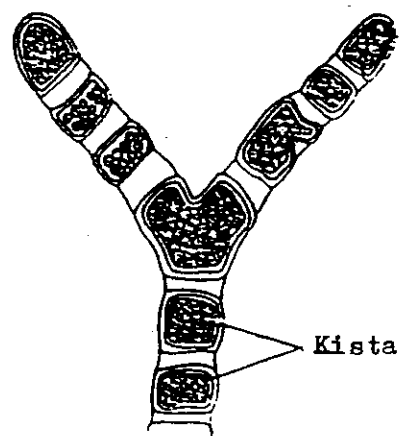
- k. *neutralspora* , merupakan spora yang dihasilkan tidak di dalam sporangia, melainkan dibentuk langsung oleh sel-sel vegetatif yang mengalami metamorfosis ; *neutralspora* ditemukan pada jenis-jenis Algae dalam classis *Bangioideae* (divisio *Rhodophyta*)
- l. *monospora* , merupakan spora tunggal yang dibentuk dalam monosporangium , ditemukan pada sub classis *Bangioideae* (divisio *Rhodophyta*)
- m. *carpospora* , merupakan spora haploid atau diploid yang dibentuk oleh turunan carposporofit dalam *Florideae* (divisio *Rhodophyta*); perkecambahan *carpospora* haploid selalu tumbuh berkembang menjadi turunan gametofit yang membentuk organ-organ seksual, sedangkan *carpospora* diploid berkecambah menjadi turunan tetrasporofit diploid
- n. *tetraspora* , merupakan spora yang dibentuk oleh turunan tetrasporofit sub-classis *Florideae*, setiap tetrasporangium menghasilkan empat buah *tetraspora*
- o. *paraspora*, merupakan spora yang dibentuk di dalam satu " tandan massa spora " dari turunan triploid species *Plumaria elegans* (dalam divisio *Rhodophyta*)



Gambar 33. Koloni anakan pada Volvox

(Sumber: Textbook of Algae, J.S.Gupta, 1981, halaman 34)

- j. cyst atau kista merupakan beberapa belahan proto - last dari talus yang kunositik (coenocytic) , di mana talus yang seperti itu memperlihatkan bentuk talus Algae yang baru. , diklasifikasikan sebagai genus Gongrosira; pembentukan kista ini biasanya dapat terjadi pada genus Vaucheria (dalam Chlorophyta) .



Gambar 34. Kista dalam Vaucheria sp.

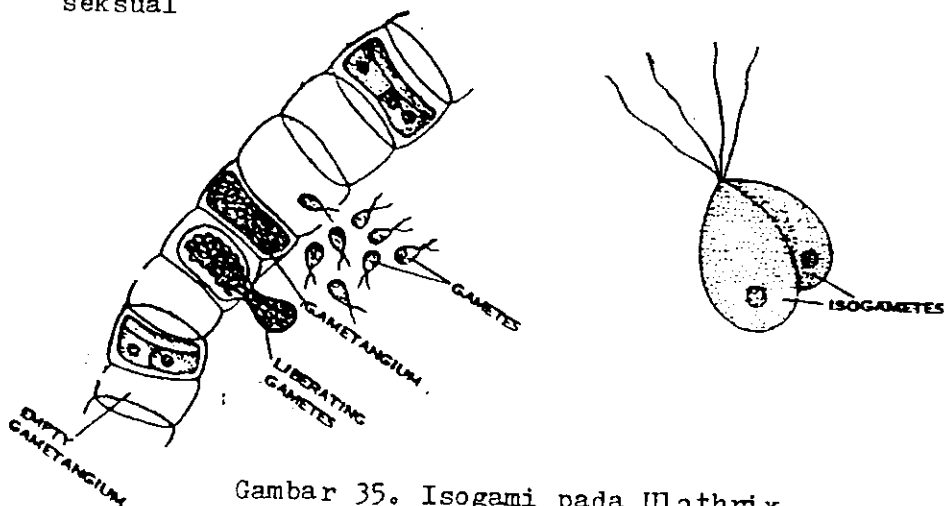
(Sumber : Textbook of Algae, J.S.Gupta, 1981, hal. 34)

3. Reproduksi Seksual

Dalam proses reproduksi seksual terjadi beberapa peristiwa yang meliputi : (1) penyatuan sel-sel atau plasmogami, (2) penggabungan atau penyatuan beberapa nuklei atau kariogami dan (3) percampuran kromosom-kromosom melalui kombinasi gen-gen atau genom.

Reproduksi seksual dibedakan menjadi dua tipe utama, yakni:

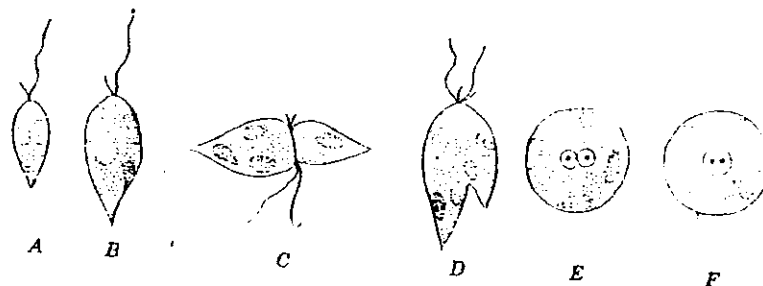
- (1) isogami , fusi dua gamet yang sama morfologi dan ukurannya serta sama-sama mempunyai flagela , karena itu dapat bergerak aktif ; gamet ini biasanya dihasilkan didalam dan oleh gametangium dari Algae bersel satu atau dalam bentuk koloni yang berupa benang-benang atau filamen ; gamet bisa berasal dari dua filamen induk yang berbeda atau dua sel yang berbeda , atau dari dua sel yang berbeda tetapi dari satu filamen induk yang sama ; tipe seksual isogami ini pada hakekatnya ditemukan pada Algae yang primitif , sedangkan pada Cyanophyta atau Cyanobacteria tidak dikenal adanya reproduksi seksual



Gambar 35. Isogami pada Ulothrix
(Sumber : Textbook of Algae, J.S. Gupta, 1981, hal. 35)

(2) heterogami , merupakan reproduksi seksual dengan cara fusi dua gamet yang tidak sama atau dimorfik , di kenal dua variasi tipe heterogami ini , yaitu :

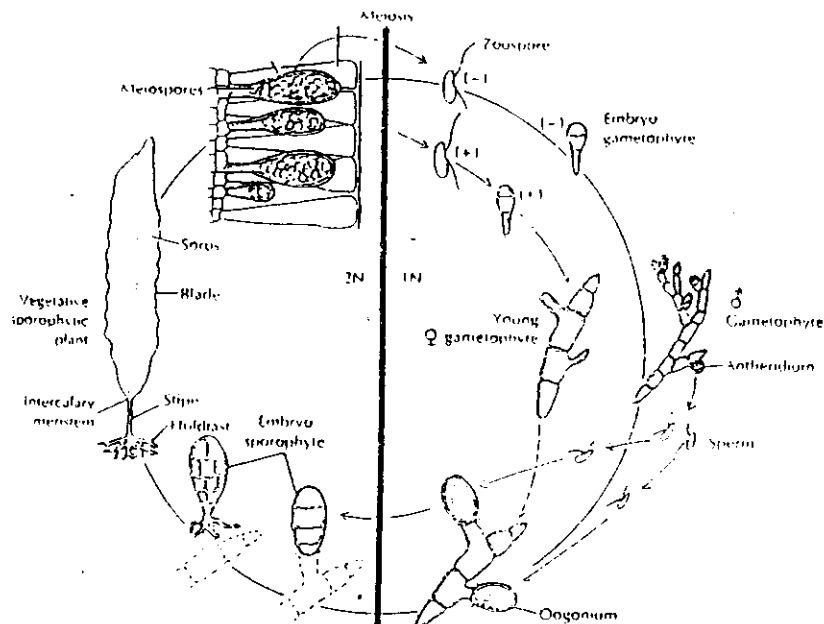
(a) anisogami, yakni reproduksi seksual dengan cara berfusinya dua gamet yang dapat bergerak , tetapi berbeda ukurannya atau berbeda perilaku fisiologisnya ; gamet yang ukurannya lebih kecil dan dihasilkan melalui pembelahan isi sel dikenal sebagai mikrogamet atau gamet jantan, sedangkan gamet yang berukuran lebih besar dari gamet jantan disebut makrogamet atau gamet betina atau megagamet ; gamet jantan lebih aktif bergerak, sedangkan gamet betina pergerakannya lebih lambat



A. Gamet jantan B. Gamet betina C-D. Fusi kedua gamet
E-F Zigot sebelum dan sesudah fusi nuklei

Gambar 36. Anisogami pada Botrydium granulatum
(Chrysophyta)
(Sumber : Cryptogamic Botany, Second Edition, Gilbert M. Smith, 1978, halaman 170)

(b) oogami , merupakan reproduksi seksual heterogami dengan cara fusi antara anterozoid (gamet jantan) yang mempunyai flagela dan sel telur (gamet betina) yang berukuran lebih besar dan tidak berflagela , karena itu tidak dapat bergerak ; anterozoid dibentuk di dalam anteridium atau spermatangium, dan sel telur dibentuk di dalam oogonium atau carpogonium ; gamet jantan Rhodophyceae tidak mempunyai flagela dan dinamakan spermatium

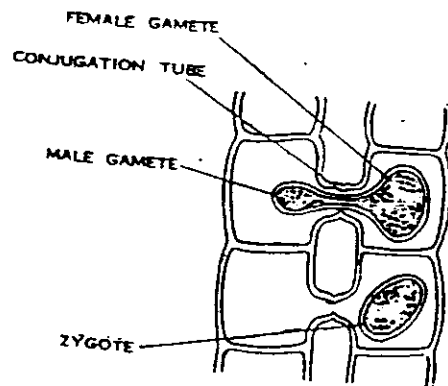


Gambar 37. Oogami pada Laminaria (Phaeophyta) yang diperlihatkan dalam siklus hidupnya.

(Sumber: Biology of Nonvascular Plant Hayden W.Pritchard, 1984, halaman 135)

Bentuk reproduksi seksual lainnya adalah :

- (a) aplanogami, merupakan reproduksi seksual dengan cara fusi dua gamet yang amoeboid dan tidak berflagela (aplanogamet) ; gamet-gamet ini secara morfologis tidak menunjukkan perbedaan yang jelas , tetapi berbeda dalam perilaku fisiologisnya , misalnya ditemukan pada genus *Spirogyra* dalam divisio Chlorophyta

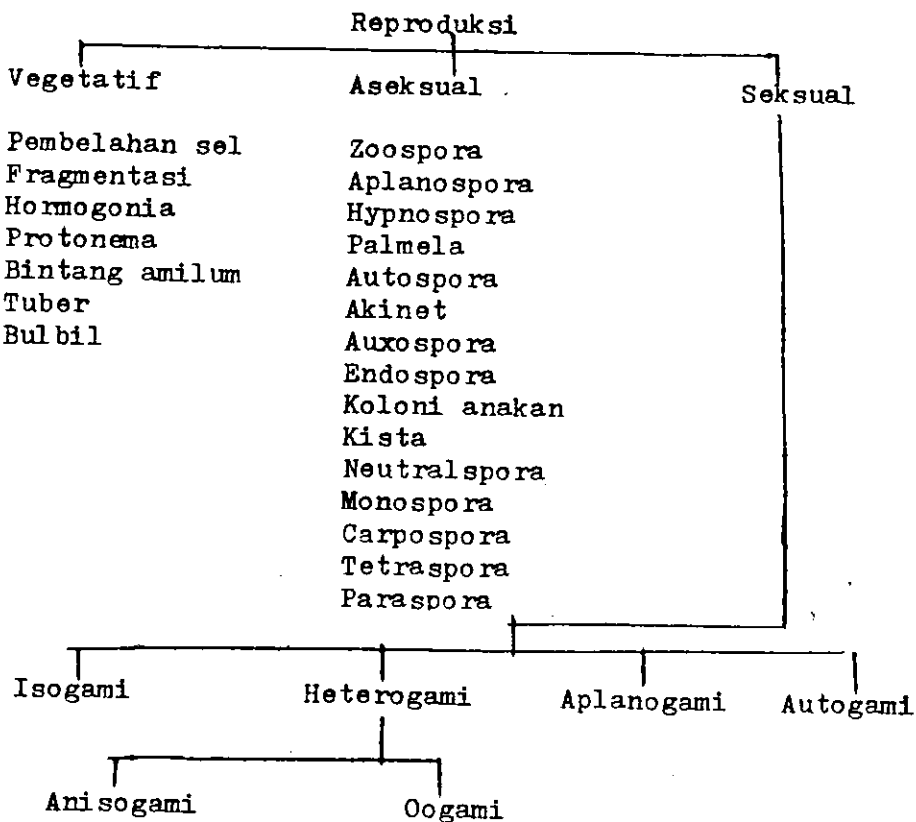


Gambar 38. Aplanogami pada *Spirogyra*
 (Sumber : Textbook of Algae, J.S. Gupta, 1981, hal. 36)

- (b) autogami, merupakan reproduksi seksual yang terjadi secara dengan sendirinya, dalam hal ini protoplas anakan atau belahan-belahan nukleus berkembang menjadi zigot tanpa adanya suatu fusi ; ini dapat ditemukan pada jenis-jenis dalam Diatomeae

(c) partenogenesis, reproduksi Algae yang terjadi melalui perkembangan gamet betina tanpa fusi atau pembuahan oleh gamet jantan, seperti dijumpai pada genus Oedogonium dan Spirogyra.

Secara skematis diinformasikan bentuk-bentuk reproduksi Algae sebagai suatu resume bentuk reproduksi.



Gambar 39. Skema Resume Bentuk Reproduksi pada Algae.

B. Siklus Hidup dan Pergiliran Turunan

Siklus hidup atau daur hidup merupakan suatu proses yang dimulai dari satu individu dan berkelanjutan sampai dihasilkan satu generasi baru dari individu-individu yang sama. Proses itu secara bertahap. Selama masa pertumbuhan satu individu Alga melewati sejumlah fase tertentu, sekuensi dari fase-fase tersebut dinamakan sejarah hidup.

Semua classis dalam Algae melakukan reproduksi seksual kecuali Cyanophyta (Kumar, 1962). Melalui reproduksi seksual dilalui dua tahapan proses, yaitu (1) penggandaan kromosom, dan (2) meiosis kromosom sehingga dihasilkan kromosom haploid.

Terjadinya fusi inti sel (kariogami) selama reproduksi berlangsung dan meiosis berbeda masanya di dalam siklus hidup untuk Algae yang berlainan.

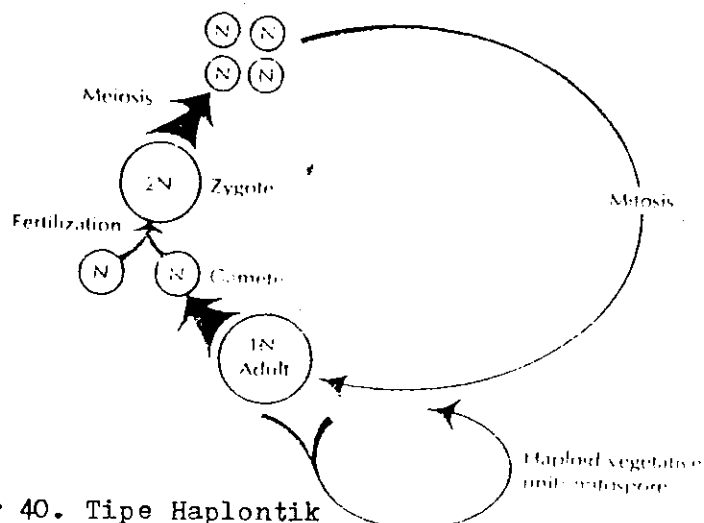
Generasi atau turunan yang inti selnya berisikan n -kromosom disebut turunan gametofit atau turunan haploid, sedangkan turunan yang inti selnya bermuatan $2n$ kromosom dinamakan turunan diploid atau turunan sporofit. Pergiliran antara turunan gametofit dan sporofit secara teratur di dalam satu siklus hidup disebut pergiliran turunan.

Bila bentuk dewasa turunan haploid (gametofit) dan turunan diploid (sporofit) sama, maka pergiliran turunan itu dinamakan isomorfik (ditemukan pada beberapa jenis dalam Phaeophyta), sedangkan bila secara morfologis kedua turunan itu berbeda, maka pergiliran turunan tersebut dinamakan heteromorfik (seperti yang ditemukan pada Sargassum dalam divisio Phaeophyta).

Berdasarkan pada jumlah kromosom yang terdapat dalam inti sel , dikenal beberapa tipe pergiliran turunan, yaitu :

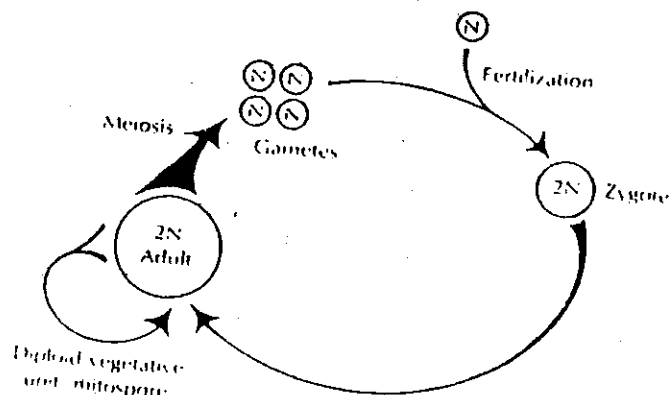
1. Haplobiontik, pada tipe ini ditemukan hanya ada satu macam individu yang terjadi dalam siklus hidupnya, karena itu kedua generasi tersebut tidak berbeda; haplobiontik dibedakan menjadi dua macam, yakni :

- (1) haplontik, merupakan tipe pergiliran turunan Alga haploid yang dalam siklus hidupnya hanya membentuk zigot yang diploid ; tipe ini ditemukan pada jenis-jenis dalam Chlorophyta (Volvocales Conyugales dan Charales) , jarang pada Phaeophyta dan Rhodophyta
- (2) diplontik , merupakan tipe pergiliran turunan dimana Alga diploid dalam reproduksi seksualnya menghasilkan gamet yang haploid , tidak pernah turunannya yang haploid ; tipe ini ditemukan pada Chlorophyta (Siphonales) dan Phaeophyta (Fucales)



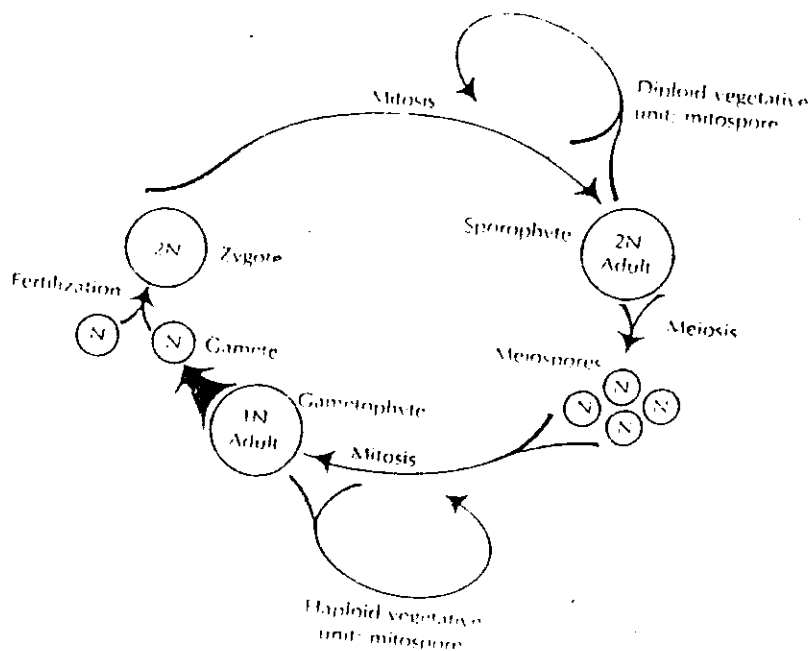
Gambar 40. Tipe Haplontik

(Sumber : Biology of Nonvascular Plants, Hayden N. Pritchard , 1984 , hal. 28)



Gambar 41. Tipe Diplontik
 (Sumber: *Biology of Nonvascular Plants*,
 Hayden N. Pritchard, 1984, ha
 laman 29)

2. Diplobiontik , dalam siklus hidup Alga tertentu ditemu-
 kan dua macam individu , yakni turunan haploid dan tu-
 runan diploid ; dalam tipe pergiliran turunan ini tam-
 pak dengan jelas batas tahapan antara turunan haploid
 dan turunan diploid ; tipe ini ditemukan pada genus Ul-
 va dan Enteromorpha (Chlorophyta) , dan **Botocarpus**
 (Phaeophyta) serta genus Polysiphonia (Rhodophyta).



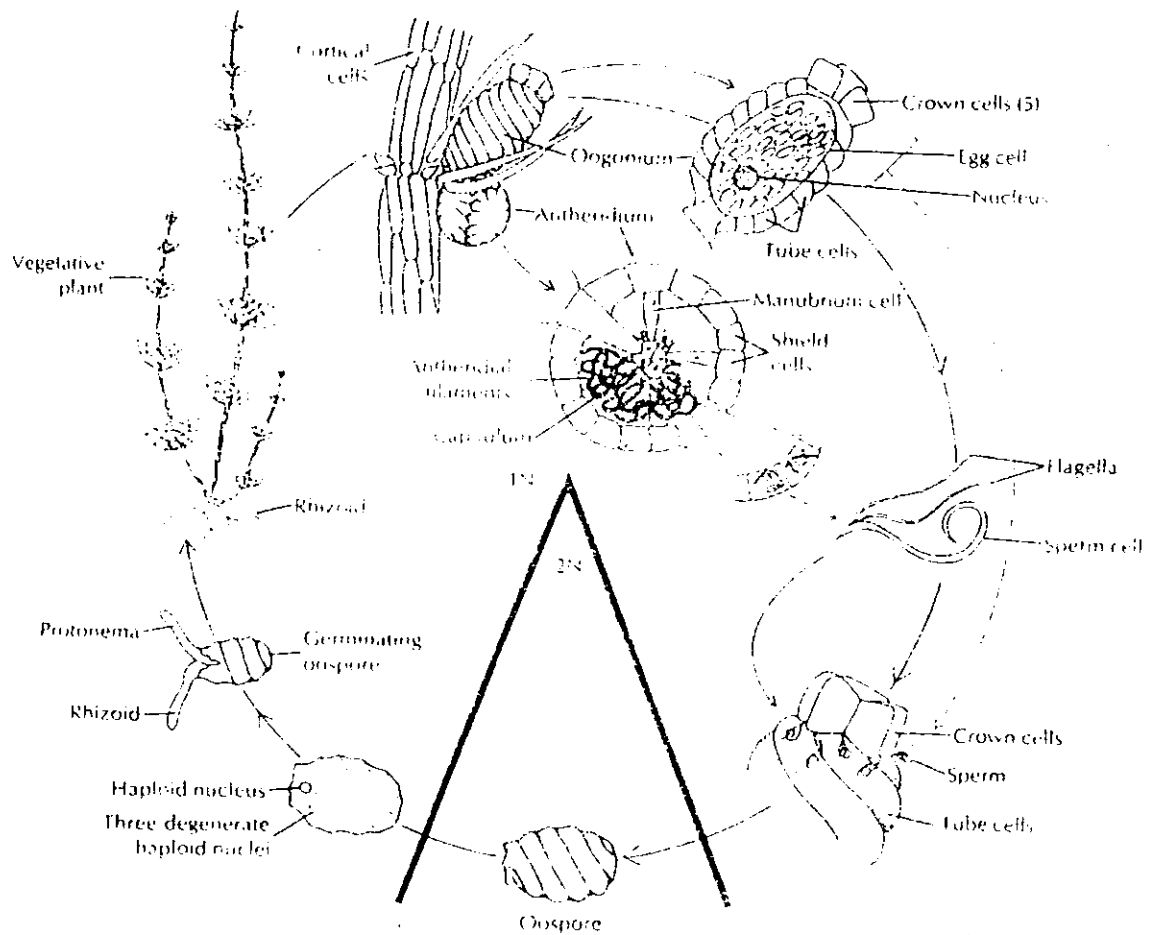
Gambar 42. Tipe Diplobiontik

(Sumber : Biology of Nonvascular Plants, Hayden H. Pritchard, 1984 , halaman 28)

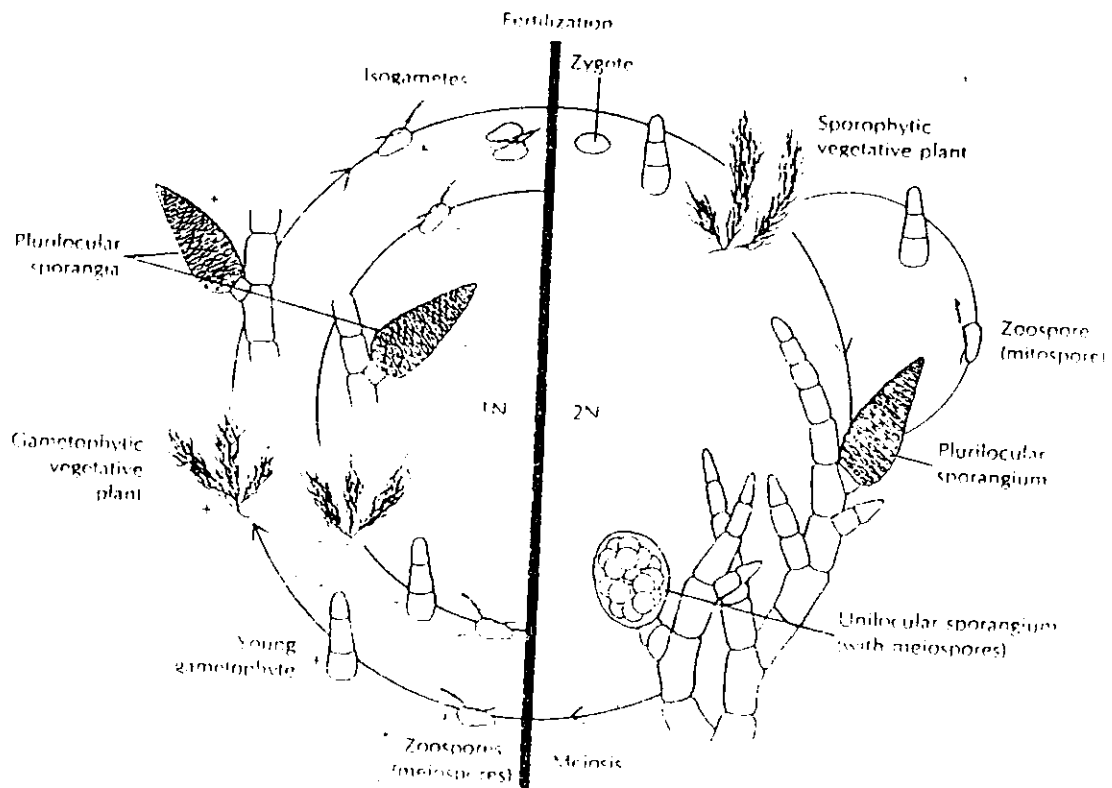
Berdasarkan pada jumlah tipe turunan yang terbentuk dalam siklus hidup , Algae dapat dikategorikan menjadi tiga kategori , yakni :

1. Monogenetik , monomorfik atau monofasik , bila hanya ada satu turunan yang dominan dan jelas keberadaannya, contoh: beberapa jenis dalam genus *Chlamydomonas* , genus *Volvox*, genus *Chara* (dalam divisio *Chlorophyta*), dan jenis-jenis dalam genus *Sargassum* (dalam divisio *Phaeophyta*), seperti gambar 43
2. Digenetik , dimorfik atau difasik , bila ada dua turunan yang secara morfologis berbeda dengan jelas dan keduanya dominan, misal: beberapa jenis dalam genus *Ulva*, genus *Enteromorpha* dan genus *Ectocarpus* , lihat gambar 44

3. Trigenik, trimorfik atau trifasik, jika ditemukan dalam siklus hidupnya tiga macam turunan, contoh : beberapa jenis dalam genus *Polysiphonia* (dalam divisio *Rhodophyta*).

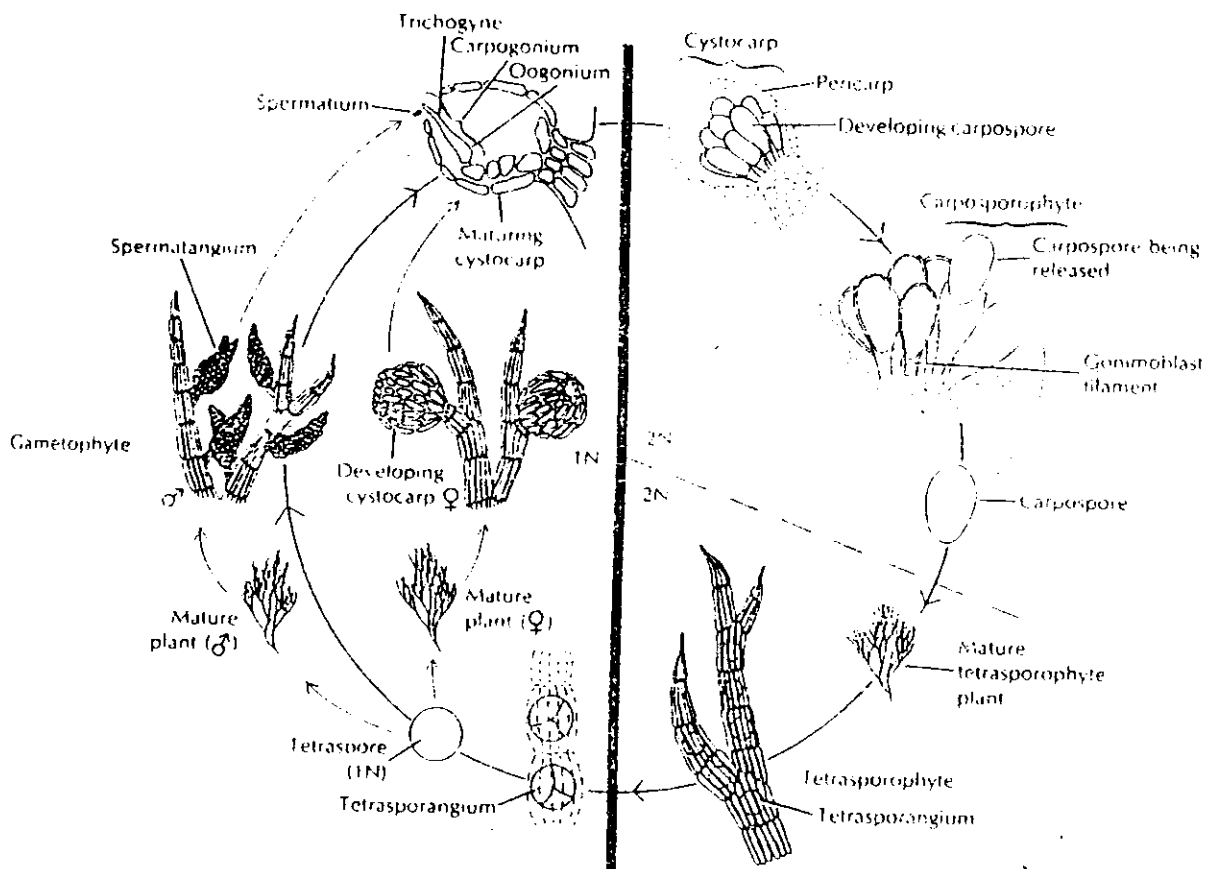


Gambar 43. Tipe Monogenetik, monomorfik atau monofasik dalam siklus hidup Chara
(Sumber : Biology of Nonvascular Plants, Hayden N. Pritchard, 1984, hal.111)



Gambar 44. Tipe Digenetik, dimorfik atau difasik dalam siklus hidup Ectocarpus (dalam divisio Phaeophyta)

(Sumber : Biology of Nonvascular Plants, Hayden W.Prichard, 1984 , halaman 134)



Gambar 45. Tipe Trigenik, trimorfik atau trifasik dalam siklus hidup Siphonia (dalam divisio Rhodophyta)

(Sumber : Biology of Nonvascular Plants, Hayden N. Pritchard, 1984, halaman 211)

BAB VII
KARAKTERISTIK LINGKUNGAN ALGAE
DAN
FAKTOR PEMBATAS

Algae mempunyai beberapa kecenderungan ekologis , yaitu :

1. sebagian besar jenis Algae hidup di lingkungan akuatik , yakni bisa hidup di perairan tawar dan atau perairan asin, disamping itu beberapa jenis Algae lainnya hidup di lingkungan teresterialistik , yaitu dapat hidup pada atau di dalam tanah, bebatuan karang atau pada permukaan batang pepohonan
2. Algae mempunyai toleransi yang cukup luas terhadap beberapa aspek lingkungan lain , sehingga dapat hidup pada banyak macam habitat ; diantara aspek tersebut :
 - (1) temperatur , Algae dapat hidup dengan baik pada temperatur mulai dari 0 sampai 90 derajat Celsius
 - (2) salinitas , Algae dapat hidup pada lingkungan yang berkadar garam diantara 0 sampai 0,06 %
 - (3) oksigen , Algae dapat hidup pada lingkungan yang konsentarsi oksigennya mulai dari tinggi sampai 0 dan bahkan ada yang bisa hidup di dalam lingkungan tanpa adanya oksigen (Algae anaerobik)
 - (4) kualitas perairan, Algae bisa hidup di dalam su

atau perairan yang mengalami polusi atau tercemar oleh beberapa substansi organik, dalam hal ini ada beberapa jenis Algae yang bercara hidup heterotrofik yang memiliki kemampuan memperoleh energi dari ikatan kimiawi molekul-molekul organik

3. Algae pada hakekatnya dikelompokkan ke dalam organisme autotrofik yang hanya memerlukan cahaya matahari dan substansi an organik seperti nitrogen, fosforus, kalium, karbondioksida, dan air untuk kebutuhan hidupnya, di samping itu terdapat pula beberapa jenis Algae yang bercara hidup heterotrofik yang membutuhkan sumber energi dari luar yang biasanya berupa molekul-molekul organik, dalam hal ini membutuhkan energi dari ikatan kimiawi molekul-molekul organik dan bukan energi dari matahari; di samping itu pula ada yang bercara hidup miksotrofik, yakni yang bercara hidup autotrofik murni dan heterotrofik begitu pula ada yang membutuhkan semacam molekul organik sebagai suatu ko-enzim untuk metabolismenya, dan Algae yang demikian disebut Algae bercara hidup auxotrofik; bentuk cara hidup yang lain dari Algae adalah saprofitik, yakni yang hidup dari energi bersumber dari materi organik mati; dikenal pula bentuk heterotrofik lainnya pada Algae, yaitu :

- (1) simbiosis parasitisme, dalam hal ini satu simbi-

on berperan selaku parasit yang mengambil energi dan bahan makanan dari simbion lainnya yang disebut inangnya

- (2) simbiosis mutualisma, kedua simbion memperoleh keuntungan dari asosiasi simbiosis mereka
- (3) simbiosis komensalisme, satu simbion memperoleh keuntungan dari simbion yang lainnya, sedangkan simbion yang lainnya itu secara fisik bersifat tidak membahayakan atau merugikan

Beberapa jenis Algae tertentu lainnya ada pula yang menggunakan tumbuhan dan Algae lainnya sebagai substratnya di mana tempat Algae tersebut hidup, Algae yang demikian dinamakan epifit dan jika hidup pada hewan disebut epizoik.

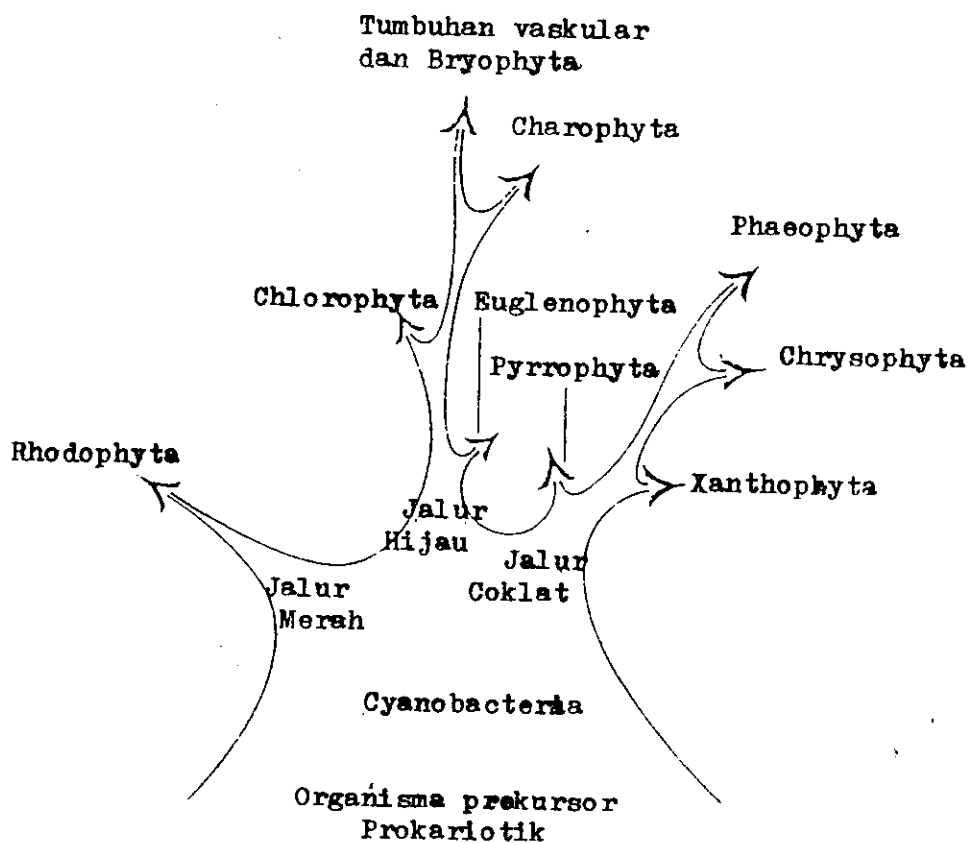
Beberapa faktor ekologis di atas yang meliputi faktor fisika, kimiawi, biologis merupakan faktor-faktor pembatas bagi Algae, jika berada pada kondisi atau konsentrasi minimal dan maksimal sesuai Hukum Minimum (Law of the Minimum) dari Liebig (1842) dan hukum Toleransi (Law of Tolerance) dari Shelford (1913).

BAB VIII

EVOLUSI ALGAE

Algae mengalami evolusi melalui tiga jalur evolusi yang didasarkan pada karakteristik biokimia dan ultrastrukturnya. Jalur yang dimaksud : (1) jalur evolusi hijau, merupakan jalur evolusi Algae yang sel-selnya berisi klorofil a dan b, (2) jalur evolusi coklat , yakni jalur evolusi bagi Algae yang sel-selnya berisi klorofil a dan c, dan (3) jalur evolusi merah merupakan jalur evolusi Algae yang sel-selnya berisi klorofil a dan d.

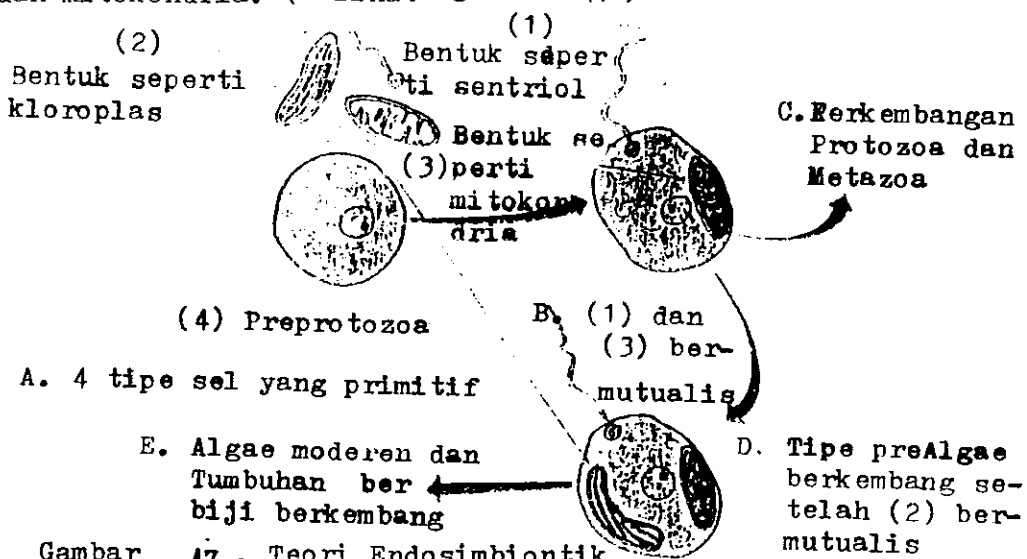
Evolusi Algae melalui tiga jalur tersebut digambarkan secara diagram di bawah.



Gambar 46. Evolusi Algae
(Sumber; Biology of Nonvascular Plants
Hayden N. Pritchard, 1984, hal.
21)

Evolusi Algae dimulai dari organisma prokariotik. Klein dalam tahun 1970 menyatakan bahwa proses evolusi dimulai dari melipatnya membran terluar ke dalam membentuk organel yang dibungkus oleh membran. (Hayden N. Prichard, 1984)

Ahli lainnya, yakni Margulis (1971, 1981), telah pula mengemukakan pendapatnya bahwa organisma eukariotik berevolusi dari organisma prokariotik dengan cara menyingesti organisma prokariotik lainnya yang berukuran lebih kecil (Hayden N. Prichard , 1984). Menurutnya, sebagai contoh dimisalkan sejenis bakterium heterotrofik yang berukuran besar menyingesti satu sel Alga hijau biru yang fotosintetik dan berukuran tubuh lebih kecil , dan terbentuklah suatu asosiasi simbiosis yang mutualistik. Dengan demikian dapat dikatakan, bahwa Alga hijau-biru tersebut hidup sebagai endosimbiontik di dalam sel bakterium. Konsep Margulis ini disebut sebagai teori endosimbiontik, yang semakin dikukuhkan dengan ditemukannya DNA di dalam organel seperti kloroplas dan mitokondria. (lihat gambar 47)



Gambar 47. Teori Endosimbiontik
 (Sumber: Biology of Nonvascular Plants, Hayden N. Prichard 1984, hal. 22)

Hayden L. Fritchard (1984) menyebutkan species Cyanidium caldarum , yang dalam bukunya Biology of Nonvascular Plants , 1984, halaman 22 dan 23 ditempatkan ke dalam divisi Cyanobacteria (Cyanophyta atau Algae hijau-biru) sebagai jenis intermediari antara Cyanobacteria, Rhodophyta dan Chlorophyta, karena memanggul karakter ketiga divisio Algae tersebut. Cyanidium diklasifikasikan ke dalam Cyanobacteria karena mempunyai pigmen fikosianin. Betapapun Cyanidium memiliki sebuah inti yang jelas diselaputi oleh membran. Dilandaskan pada kenyataan tersebut Cyanidium dapat dikatakan semacam organisme penghubung atau transisi antara Cyanobacteria yang prokariotik dan Algae yang lebih tinggi dan bersifat eukariotik seperti Rhodophyta (Frederick, 1980, Biology of Nonvascular Plants, 1984 , halaman 23).

Struktur , biokimia dan fisiologi Cyanidium memperlihatkan peluang evolusi biologis.

Setiap divisio Algae ditandai dengan kekhasan masing-masing , yakni yang terkait dengan biokimia, ultrastruktural kloroplas, pigmen, cadangan makanan , dinding sel, bintik - mata dan flagel.

BAB IX

ARTI KEBERADAAN ALGAE DALAM KEHIDUPAN MANUSIA

Algae mempunyai beberapa arti bagi kehidupan manusia, baik yang bersifat memberikan keuntungan maupun yang mendatangkan berbagai permasalahan lingkungan.

Berbagai macam karbohidrat yang terdapat di dalam sel-selnya seperti, algin (Phaeophyta), carrageenan dan agar (pada Rhodophyta) digunakan orang untuk keperluan komersial, yaitu untuk pembuatan cat (sebagai stabilisator supaya tidak terjadi pemisahan-pemisahan molekul-molekul cat), bahan kosmetika, media perbenihan bakteri dan keperluan makanan.

Algae juga digunakan di dalam bidang farmasi, diantaranya ekstrak Algae digunakan untuk pengobatan kanker lambung.

Makroalgae (Algae bersel banyak berhabitat perairan asin) telah digunakan sebagai bahan makanan secara luas di mancanegara oleh masyarakat di pantai Asia, Kepulauan Pasifik, Australia, New Zealand, Eropa Barat, Britania Raya dan pantai Utara dan Selatan Amerika. di Jepang tidak saja memanfaatkan faatkannya tetapi sekaligus membudidayakan. Di Polynesia dalam abad 19 memanfaatkan 75 species makroalgae sebagai bahan makanan, dan beberapa species dibudidayakan di dalam kolam di Hawaii. Sekarang negeri pantai Pasifik di Jepang, Cina, Hawaii, Filipina, Malaysia dan Indonesia memanfaatkan makroalgae dalam jumlah yang besar sebagai bahan makanan.

Makroalgae yang hidup di perairan asin atau laut dapat digunakan sebagai sayur yang bisa dimakan mentah atau dimasak. Di Jepang *Porphyra* (dalam divisio *Rhodophyta*) disebut " nori " ditanam di teluk yang terlindung dan digunakan sebagai makanan secara luas di dunia

Di Cina ditanam jenis dari genus *Laminaria* (dalam divisio *Phaeophyta*) untuk dimanfaatkan sebagai makanan dan produksi algin.

Nilai nutritif makroalgae cukup tinggi , karena tidak diperlukan enzim untuk mencernakannya. Makroalgae juga mengandung vitamin dan mineral dan beberapa algae berisi protein 12 % - 30 % (*Porphyra* , dan *Caulerpa* dan *Enteromorpha* dalam divisio *Chlorophyta*)

Chlorella dan *Senedesmus* (dalam divisio *Chlorophyta*) telah ditanam secara luas baik dengan menggunakan cahaya matahari, cahaya buatan, maupun tanpa cahaya dengan sumber makanannya berupa karbon organik. Algae ini telah lewat uji laboratoris , sehingga dapat dinyatakan sebagai makanan yang potensial untuk manusia di ruang angkasa, dan juga mempunyai kemampuan menguraikan CO_2 dari atmosfer. *Chlorella* dan *Senedesmus* (mikroalgae) ini mempunyai kandungan protein cukup tinggi yaitu 75 % , tetapi dinding selnya dapat menimbulkan iritasi pada traktus digestivus manusia.

Spirulina (dalam divisio Cyanophyta) sudah dibudidayakan di Afrika dan Meksiko dalam danau-danau asin, dan juga dimanfaatkan sebagai makanan sejak beberapa abad yang lalu.

Meskipun banyak jenis Algae yang dapat dimanfaatkan, Algaepun dapat menimbulkan beberapa masalah dalam perairan tawar dan asin. Danau-danau airtawar dan sungai dapat dipenuhi oleh populasi Algae yang akan menghambat larutnya oksigen atau mengosongkan oksigen yang terlarut. Jika Algae tertentu memenuhi perairan yang digunakan sebagai suatu reservoir, menyebabkan air tersebut tidak segar untuk diminum, karena dicemari oleh odor yang ditimbulkan Algae tersebut, dan odor atau rasa yang tidak enak itu sulit untuk dihilangkan. Di samping itu ada jenis Algae seperti species dalam divisio Cyanophyta mengeluarkan racun yang bisa menimbulkan kematian pada ikan dan hewan berdarah panas (vertebrata) termasuk manusia.

Jenis Algae planktonik dalam divisio Pyrrophyta juga dapat mengeluarkan racun yang menyebabkan sakit atau kematian pada ikan, burung laut, dan mammalia.

DAFTAR PUSTAKA

- Gupta, J.S.. 1981. Textbook of Algae. Dhawan Printing Works ,
26-A Mayapuri, New Delhi 110064.
- Pujoarinto, Agus. 1993. Materi Pokok Botani, Modul 1-9. De-
partemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal
Pendidikan Dasar dan Menengah, Bagian Proyek Guru SLTP
Setara D-III, Jakarta.
- Pritchard, Hayden N. 1984. Biology of Nonvascular Plants. Times
Mirror/Mosby, College Publishing, St. Louis, Toronto, San-
ta Clara.
- Sastrodiharjo, Soelaksono. 1990. Beberapa Isyu di dalam Menga --
jar Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan A --
lam, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Simpson, George Gaylord, and William S. Beck. 1965. Life (An In-
troduction to Biology). Second Edition. Harcourt Brace &
World Inc, New York, Chicago, Burlingame.
- Smith, Gilbert M. 1978. Cryptogamic Botany. Second Edition. Mc-
Graw Hill Publishing Company Ltd, New Delhi.
- Tjitrosoepomo, Gembong. 1980. Taksonomi Tumbuhan (Taksonomi Kha-
sus). PT. Bharata Karya Aksara, Jakarta