

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistematika *Chlorella* sp.

Menurut Bold dan Wynne (1985), sistematika *Chlorella* sp. adalah sebagai berikut :

- Divisi : Chlorophyta
- Kelas : Chlorophyceae
- Bangsa : Chlorococcales
- Famili : Chlorellaceae
- Marga : *Chlorella*
- Jenis : *Chlorella* sp.

B. Biologi *Chlorella*

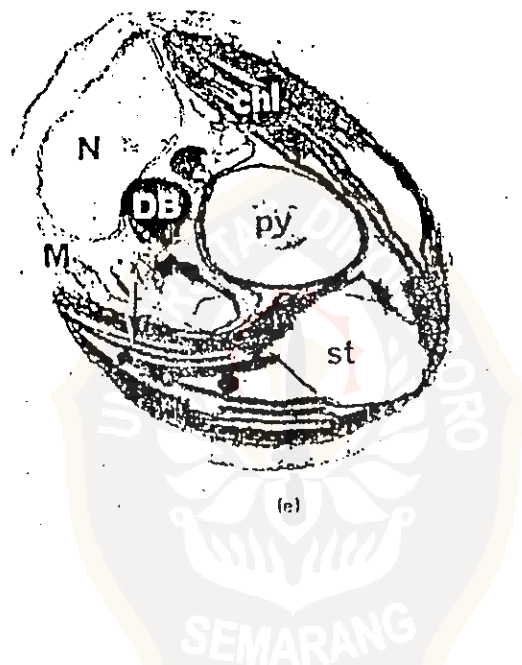
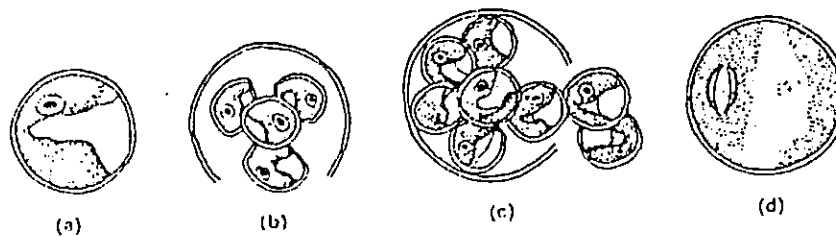
Kata *Chlorella* berasal dari bahasa latin , dengan asal kata Chloro yang berarti hijau dan ella yang berarti kecil (Suseno, 1976).

Chlorella adalah ganggang hijau yang berukuran mikroskopis, berbentuk bulat seperti bola atau bulat telur; diameter sel berukuran 4-9 mikrometer; tidak berbulu cambuk sehingga tidak dapat bergerak aktif, dinding sel terdiri dari sellulosa dan pektin; pada tiap-tiap selnya terdapat satu buah inti dan satu buah kloroplas yang berbentuk mangkuk; kadang dijumpai dalam bentuk koloni, tetapi sering kali menyebar soliter (Bold dan Wynne, 1985). Menurut Round (1973), *Chlorella* sp. dapat hidup di air tawar sampai ke air laut.

Penelitian tentang *Chlorella* sp. telah banyak dilakukan karena *Chlorella* sp. memiliki nilai ekonomis yang cukup penting, antara lain adalah sebagai sumber protein sel tunggal (Suseno, 1976). *Chlorella* sp. bermanfaat pula sebagai pakan alami untuk zooplankton, misalnya *Branchionus* sp. dan larva udang. Salah satu usaha untuk memperkecil angka kematian dan meningkatkan produksi dalam pembenihan udang adalah dengan cukup tersedianya pengadaan makanan alami berupa phytoplankton (Erlina dan Hastuti, 1986). *Chlorella* sp. juga bermanfaat di bidang kesehatan yaitu telah diketemukannya zat antibiotik Chlorellin, yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri (Pandey dan Trivedi, 1998).

Baru-baru ini *Chlorella* sp. dikembangkan oleh beberapa ahli untuk mengatasi air limbah industri. Menurut Whitton (1984), *Chlorella* sp. mampu menurunkan logam. Dalam kondisi laboratorium, *Chlorella* sp. mampu mengakumulasi logam lebih baik dibanding beberapa alga lain.

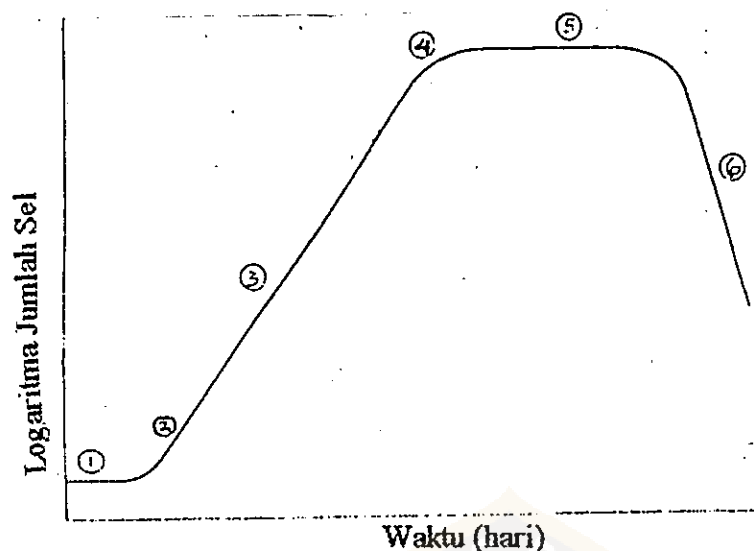
Perkembangbiakan *Chlorella* sp. dapat terjadi secara vegetatif (aseksual), yaitu dengan pembentukan autospora (Gambar 1b dan 1c). Sel *Chlorella* sp. membelah menjadi dua, empat, delapan, atau enambelas sel anakan yang disebut autospora. Setiap sel anakan akan membentuk suatu dinding sel. Bentuk autospora serupa dengan induknya, tetapi lebih kecil ukurannya. Setelah dinding induk sel pecah terjadi pelepasan autospora dari induknya dan kemudian autospora tumbuh menjadi individu baru (Pandey dan Trivedi, 1988).



Gambar 1. *Chlorella* dilihat dengan mikroskop elektron. (a) sel vegetatif, (b) dan (c) autosporigenesis, (d) *Chlorella vulgaris*, (e) *Chlorella minutissima*, db : badan golgi, chl : kloroplas, m : mitokondria, n : nukleus, py : pirenoid, st : amilum. Perbesaran (a)- (d) = 1000x (Bold dan Wynne, 1985).

Prasetyohadi (1997) menyebutkan bahwa pada kondisi laboratorium, puncak pertumbuhan populasi *Chlorella* sp. terjadi pada hari ketujuh.

Menurut Martosudarmo dan Wulani (1990), pertumbuhan populasi alga dapat ditunjukkan dengan kurva sebagai berikut :



Gambar 2. Kurva Pertumbuhan Populasi Alga.

Keterangan :

1. Fase induksi (lag phase)
2. Fase pertumbuhan dipercepat
3. Fase eksponensial (log phase)
4. Fase pertumbuhan diperlambat
5. Fase stationer
6. Fase kematian

a. Fase induksi (lag phase)

Fase ini disebut juga sebagai fase adaptasi (Fogg, 1975). Pada fase ini populasi *Chlorella* sp. belum berubah dan sel-sel *Chlorella* sp. mulai mempersiapkan diri untuk melakukan pembelahan.

b. Fase pertumbuhan dipercepat

Pada fase ini, sel telah mulai memperbanyak diri dengan cara melakukan pembelahan.

c. Fase eksponensial (log phase)

Pada fase ini, kecepatan pembelahan sel maksimal dan waktu generasi paling pendek, sehingga terjadi peningkatan jumlah sel. Metabolisme paling aktif terjadi pada fase ini.

d. Fase pertumbuhan diperlambat

Pada fase ini, kecepatan pembelahan sudah mulai menurun dan jumlah sel mendekati konstan.

e. Fase stationer

Pada fase ini, kecepatan pertumbuhan sudah menurun dan kemudian jumlah sel dalam populasi menjadi konstan (stationer) dalam waktu tertentu. Fogg (1975) menyebutkan bahwa hal tersebut terjadi karena zat makanan semakin berkurang dan terjadi penimbunan zat yang bersifat racun, sehingga dapat menghentikan pertumbuhan sel.

f. Fase kematian

Pada fase ini terjadi penurunan jumlah sel, karena faktor lingkungan sudah tidak mendukung pertumbuhan sel. Selama fase ini jumlah sel yang mati semakin meningkat.

C. Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan *Chlorella* sp. antara lain intensitas cahaya, suhu, salinitas, pH, CO₂ bebas, oksigen terlarut dan unsur hara (Sutamiharja, 1975).

C.1. Intensitas Cahaya

Chlorella sp. membutuhkan cahaya untuk proses fotosintesis, tetapi jika konsentrasi cahaya terlalu tinggi, maka akan menghambat aktivitas fotosintesis (Philipsze, 1986). Proses fotosintesis dari *Chlorella* sp. membutuhkan intensitas cahaya antara 3000-30,000 lux, tergantung jenisnya (Oh-Hama dan Miyachi, 1992).

C.2. Suhu

Philipsze (1986), menyebutkan bahwa peningkatan suhu akan mengakibatkan peningkatan aktivitas metabolisme sel, dan jika suhu tinggi (melampaui suhu maksimal) akan mengakibatkan terhambatnya aktivitas metabolisme.

Chlorella sp. dapat hidup baik pada media kultur dengan suhu 20-30°C di dalam laboratorium, sedangkan di alam bebas dapat hidup di perairan bersuhu 5-35°C (Sutamiharja, 1975). Welch and Lindell (1992) menyebutkan bahwa pertumbuhan *Chlorella* sp. secara maksimal terjadi pada suhu 20-25°C.

C.3. Salinitas

Kehidupan organisme yang hidup di perairan laut dipengaruhi oleh salinitas. *Chlorella* sp. yang hidup di laut membutuhkan salinitas maksimal untuk pertumbuhan, yaitu berkisar 20-28 permil (Hirata, 1975).

C.4. Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH menunjukkan kadar asam dan basa, yang ditunjukkan oleh konsentrasi ion hidrogennya. Jika aktivitas fotosintesis tinggi, maka banyak CO₂ dibutuhkan, akibatnya dapat meningkatkan nilai pH. Menurut Ventakaraman (1969), terdapat sejumlah jenis *Chlorella* sp. yang mempunyai toleransi pada pH asam. Menurut Round (1973), pH maksimal untuk *Chlorella* sp. adalah 7-8.

Nilai pH mempengaruhi toksisitas logam pada alga, misalnya toksisitas maksimal logam Aluminium terhadap *Chlorella pyrenoidosa* pada pH 5.8-6.2 adalah sebesar 5 ug/l. Di lain pihak, penyerapan dan pengambilan logam oleh alga juga dipengaruhi oleh pH, misalnya penyerapan logam Cd dan Zn oleh *Chlorella vulgaris* naik 87 % pada pH 3.3 sampai 7.2 (Genter, 1996).

C.5. Karbondioksida Bebas (CO₂ bebas)

Menurut Oh-Hama dan Miyachi (1992), setengah dari berat kering *Chlorella* sp. adalah carbon. Satu ml CO₂ dibutuhkan untuk menghasilkan satu mg berat kering *Chlorella* sp. Sumber karbon yang dibutuhkan oleh *Chlorella* sp. dalam media air adalah dalam bentuk HCO₃⁻.

C.6. Oksigen Terlarut

Oksigen merupakan salah satu komponen yang dibutuhkan dalam proses respirasi organisme air. Menurut Fox (1987), biakan alga di laboratorium perlu penyediaan O₂ terlarut yang cukup untuk kelangsungan hidupnya. Kadar O₂ terlarut 3,0-5,0 ppm kurang produktif, sedangkan 5,0-7,0 ppm produktivitasnya tinggi, dan di atas 7,0 ppm sangat tinggi.

C.7. Unsur Hara

Unsur hara yang dibutuhkan oleh alga terdiri dari unsur-unsur makro yaitu : N, P, K, S, dan Mg, dan unsur-unsur mikro yaitu : Si, Zn, Cu, Mn, Co, Fe, dan Bo (Philipsze, 1986). Unsur mikro diperlukan dalam jumlah kecil, tetapi jika kehadirannya tidak mencukupi akan memperlambat pertumbuhan (Boney, 1990).

Unsur hara bisa mempengaruhi toksisitas logam, misalnya pada *Selenastrum capricornutum*, adanya unsur P dapat menurunkan penghambatan kepadatan sel oleh Zn saat fase stationer, tetapi di lain pihak penyerapan logam Cu akan meningkat jika ada unsur P (Genter, 1996).

D. Logam Seng (Zn)

D.1. Seng Dalam Sistem Kimia

Seng (Zn) menempati golongan transisi II B dalam susunan berkala unsur-unsur, berwarna putih kebiruan, setengah keras, dan kristalnya berbentuk prisma dan piramid heksagonal. Logam ini melebur pada suhu 419, 4°C dan titik didihnya 907°C. Seng (Zn) cenderung lebih mudah melepaskan elektron dibandingkan dengan tembaga, sehingga sering ditemukan dalam bentuk Zn^{++} (Soine dan Wilson, 1967).

Senyawa $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ mempunyai stabilitas tinggi dan mudah larut. Senyawa ini transparan, tidak berwarna, berbentuk prisma, jarum, granuler, atau bubuk kristal (Soine dan Wilson, 1967).

D.2. Seng Dalam Sistem Biologi

Salah satu logam berat yang dibutuhkan suatu organisme adalah Seng (Zn). Dalam jumlah kecil Zn berperan dalam proses biokimia organisme (Lehninger, 1990). Pentingnya Zn dalam fungsi enzim telah banyak diketahui. Enzim dengan kofaktor Zn yang pertama kali ditemukan adalah karbonik anhidrase dan kemudian 80 enzim lainnya segera ditemukan (Lepp, 1981). Menurut Fersht (1985), Zn berperan penting dalam proses enzimatik, karena Zn merupakan kofaktor dari enzim karbonik anhidrase, yaitu salah satu enzim yang berperan dalam fotosintesis.

Karbonik anhidrase berperan dalam mengkatalisis CO_2 menjadi asam karbonat (HCO_3^-). Logam Zn yang terikat enzim ini bisa digantikan oleh logam lain, tetapi aktivitasnya berkurang sampai 56% jika diganti Co, dan hanya 5% jika diganti molekul Ni, Cd, Mn, dan Cu. Jika yang diikat bukan logam Zn, maka fungsi metaloenzim tersebut akan menjadi rusak (Darmono, 1995).

Wiessner (1962) menyebutkan bahwa konsentrasi Zn pada kisaran 0,01-0,1 ppm dibutuhkan oleh beberapa alga untuk membantu proses fisiologisnya. Menurut Oh-Hama dan Miyachi (1992), jika di dalam suatu perairan tidak terdapat Zn, maka dapat mengakibatkan defisiensi bagi organisme yang membutuhkan Zn. Defisiensi Zn pada alga antara lain menyebabkan menurunnya berat kering dan terhambatnya kerja beberapa enzim.

Jika dalam suatu perairan terdapat Zn dalam jumlah berlebihan, maka dapat bersifat racun. Berdasarkan sifat toksisnya Zn termasuk logam beracun yang mudah ditemui. Menurut Moore dan Ramamoorthy (1984) dalam

Soeprbowati (1995), sifat toksisitas Zn adalah pada urutan : Hg > Cd > Cu > Pb > Zn > Cr > As > Ni. Lepp (1981, menunjukkan bahwa dengan konsentrasi Zn tinggi (1ppm), maka dapat mengakibatkan penghambatan fotosintesis dan respirasi dalam *Chlorella* sp. Penghambatan tersebut terjadi dengan hilangnya klorofil dan juga menghambat oksidasi suksinat dalam mitokondria

