

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Biologi *Chlorella* sp.

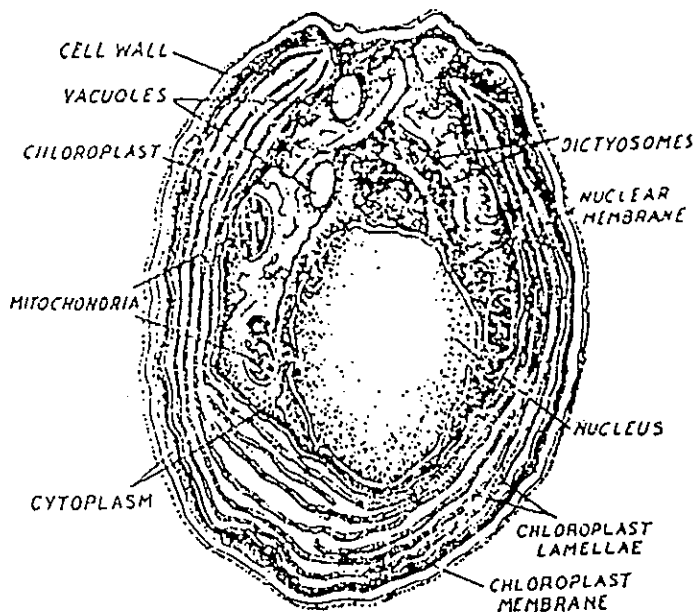
A.1. Klasifikasi *Chlorella* sp.

Menurut Kumar dan Singh (1976), *Chlorella* sp. termasuk divisi Chlorophyta. Klasifikasi selengkapnya adalah sebagai berikut :

- Divisi : Chlorophyta
- Kelas : Chlorophyceae
- Ordo : Chlorococcales
- Sub-Ordo : Autosporinaceae
- Famili : Chlorellaceae
- Genus : *Chlorella*
- Spesies : *Chlorella* sp.

A.2. Morfologi *Chlorella* sp.

Chlorella sp. adalah alga uniseluler yang berwarna hijau dan berukuran mikroskopis, diameter selnya berukuran 3-8 mikrometer, berbentuk bulat seperti bola atau bulat telur, tidak mempunyai flagella sehingga tidak dapat bergerak aktif, dinding selnya terdiri dari selulosa dan pektin, tiap-tiap selnya terdapat satu buah inti sel dan satu kloroplast (Raven, 1986). *Chlorella* sp. merupakan alga yang kosmopolit, terdapat di air tawar, air payau dan air laut (Kumar dan Singh, 1976)

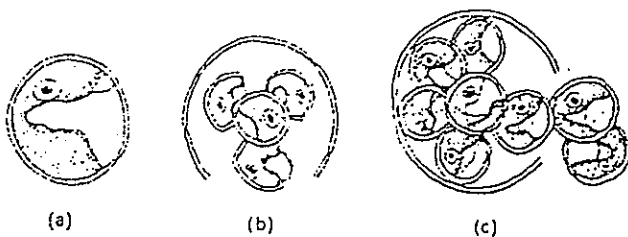


Gambar 1. Morfologi *Chlorella* sp. (Vashista, 1984)

A.3. Perkembangbiakan *Chlorella* sp.

Perkembangbiakan *Chlorella* sp. terjadi secara vegetatif. Masing-masing sel induk membelah menghasilkan 4, 8 atau 16 autospora yang dibebaskan bersama dengan pecahnya dinding sel induk (Gambar 2). Perkembangbiakan sel ini diawali dengan pertumbuhan sel yang membesar. Periode selanjutnya adalah terjadinya peningkatan aktivitas sintesa sebagai bagian dari persiapan pembentukan autospora yang merupakan tingkat pemasakan akhir yang akan disusul oleh pelepasan autospora.

Keterangan :



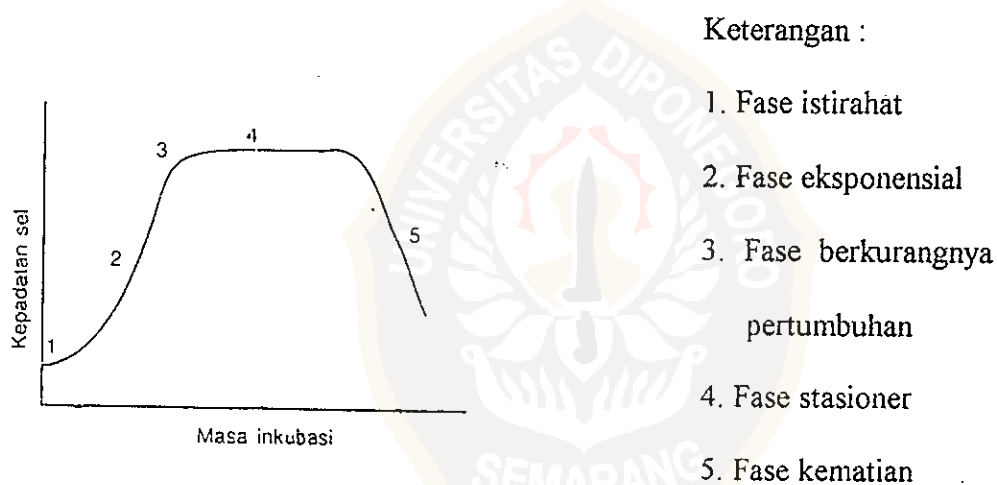
- a. Sel vegetatif
- b. Autosporogenesis
- c. Pelepasan autospora

Gambar. 2. Perkembangbiakan *Chlorella* sp (Bold dan Wynne, 1984).

A.4. Pertumbuhan Populasi *Chlorella* sp.

Pertumbuhan populasi merupakan pertambahan jumlah individu dalam suatu populasi yang dilihat dengan adanya perubahan kepadatan populasi. Menurut Odum (1996), kepadatan populasi adalah jumlah individu dalam hubungannya dengan ruang yang mereka tempati pada waktu tertentu. Hubungan antara angka kelahiran, kematian, imigrasi dan emigrasi menentukan kepadatan populasi.

Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), pertumbuhan populasi alga dapat ditunjukkan dengan kurva sebagai berikut :



Gambar 3. Kurva pertumbuhan populasi alga

Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), pertumbuhan populasi alga diawali dengan fase istirahat. Pada fase ini populasi alga belum berubah dan sel-sel alga mulai mempersiapkan diri untuk melakukan pembelahan. Pembelahan sel alga berlangsung secara terus-menerus dengan laju pertumbuhan tetap sehingga

populasi alga meningkat. Fase ini disebut fase eksponensial. Laju pertumbuhan yang cepat berlangsung hingga tercapai puncak populasi. Setelah tercapai puncak populasi, kecepatan pembelahan mulai menurun dan jumlah sel mendekati konstan. Pada saat ini alga mengalami fase stasioner dimana laju reproduksi sama dengan laju kematian. Dengan demikian penambahan dan pengurangan jumlah alga relatif sama sehingga kepadatan alga tetap. Pada fase selanjutnya terjadi kematian sel alga yang cepat sehingga kepadatan alga menurun.

A.5. Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan populasi

Chlorella sp.

1. Temperatur

Temperatur mempengaruhi aktifitas fotosintesis dan akan berpengaruh terhadap pertumbuhan populasi *Chlorella* sp. Oh-Hama dan Miyachi (1992) mengatakan bahwa temperatur optimum berbeda pada beberapa jenis alga. *Chlorella* sp. membutuhkan temperatur yang tinggi untuk pertumbuhannya. Temperatur optimum untuk pertumbuhan *Chlorella vulgaris* adalah 30 ° C (Dauto *et al.*, 1990).

2 Intensitas cahaya

Cahaya dibutuhkan untuk berlangsungnya fotosintesis. Pada intensitas cahaya yang rendah rata-rata fotosintesis rendah, namun pada intensitas cahaya yang sangat tinggi proses fotosintesis terhambat. Intensitas cahaya dipengaruhi oleh kedalaman dan kepadatan alga. Penetrasi cahaya menurun pada kedalaman dan kepadatan alga yang tinggi. Proses fotosintesis *Chlorella* sp.

membutuhkan intensitas cahaya rata-rata 4000-30000 lux (Oh-Hama dan Miyachi, 1992).

3. Unsur hara

Ketersediaan nutrisi menentukan tingkat pertumbuhan *Chlorella* sp. Unsur-unsur yang dibutuhkan untuk pertumbuhan alga terdiri dari unsur makro dan unsur mikro. Makronutrien yaitu unsur-unsur yang dibutuhkan dalam jumlah besar, meliputi C, H, O, N, P, K, S, Si, Ca dan Cl. Mikronutrien adalah unsur-unsur yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit dan merupakan kofaktor enzim, meliputi Mn, Fe, Zn, Cu, Mo, Bo dan Mg (Oh-Hama dan Miyachi, 1992).

4. Karbondioksida (CO₂)

Karbon merupakan salah satu makronutrien yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. Salah satu sumber karbon perairan adalah CO₂ yang secara langsung digunakan sebagai bahan untuk fotosintesis (Oh-Hama dan Miyachi, 1992).

5. Salinitas

Salinitas adalah jumlah atau konsentrasi ion-ion yang terlarut dalam air. Salinitas dinyatakan dalam permil. Salinitas mempengaruhi kehidupan organisme perairan. Salinitas berhubungan erat dengan tekanan osmose air. Semakin tinggi salinitas perairan maka semakin tinggi pula tekanan osmotik. Tekanan osmotik yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan *Chlorella* sp. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), salinitas optimum untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. adalah 25-28 permil.

6. pH

Nilai pH menunjukkan kadar asam dan basa yang ditunjukkan oleh konsentrasi ion hidrogen. Proses fotosintesis *Chlorella* sp. dipengaruhi oleh pH dengan mempengaruhi pelarutan dan rata-rata difusi CO₂ ke dalam air. Peningkatan pH menyebabkan peningkatan rata-rata transfer CO₂ ke dalam air. Menurut Oh-Hama dan Miyachi (1992), pH optimum untuk *Chlorella* sp adalah 6,6 – 7,3.

7. Oksigen terlarut

Oksigen diperlukan *Chlorella* sp. untuk respirasi. Oksigen terlarut pada perairan berasal dari hasil fotosintesa dan difusi dari udara. Fox (1987) mengatakan bahwa biakan alga di laboratorium perlu penyediaan oksigen terlarut yang cukup. Kadar oksigen terlarut 3-5 ppm kurang produktif, 5-7 ppm produktifitasnya tinggi dan diatas 7 ppm sangat tinggi.

B. Logam Berat

Logam berat adalah unsur yang berat atomnya berkisar antara 63,546 hingga 200,890 (Viarengo, 1989 dalam Kennish, 1992). Selanjutnya Clark (1986) membagi logam dalam kepentingan biologi menjadi 3 golongan :

1. Logam ringan (sodium, potasium, kalsium dsb) secara alamiah dilautan sebagai kation
2. Logam transisi (misal : besi, tembaga, kobalt dan mangan) yang mungkin berguna pada konsentrasi rendah dan beracun pada konsentrasi tinggi.

3. Logam berat (misal : merkuri, timbal, kadmium, selenium dan Arsen) yang biasanya tidak turut dalam aktifitas metabolisme dan bersifat racun.

Clark (1986) menambahkan bahwa logam berat merupakan logam yang tidak dapat diuraikan oleh bakteri dan bersifat reaktif terhadap tumbuhan dan hewan serta mempunyai efek yang merugikan.

B.1. Logam berat Cd

Pada sistem berkala unsur-unsur, kadmium merupakan unsur logam yang termasuk dalam golongan II dengan nomor atom 48 dan berat atom 112,4 (Filov, 1993). Kadmium berwarna putih keperakan menyerupai aluminium dan berkilau (Stoeppler, 1992).

Kadmium mempunyai sifat tahan panas, tahan terhadap korosi dan dapat dibengkokkan (Filov, 1993). Karena sifatnya itu, maka Cd dipakai pada industri yaitu sebagai bahan untuk melapisi logam, sebagai elektrolisis pada perendaman atau penyemprotan logam, sebagai pigmen untuk industri cat, enamel dan plastik serta dengan logam Ni digunakan untuk pembuatan aki (Darmono, 1995).

Secara kimiawi logam ringan maupun logam berat jarang sekali berbentuk atom tersendiri tapi biasanya terikat oleh senyawa lain sehingga berbentuk molekul. Ikatan itu dapat berupa oksida, klorida, sulfida, karbonat dan hidroksida. Di alam Cd terdapat sebagai mineral sulfida dan sering terdapat bersama-sama Zn. Dalam air laut, kadmium berbentuk senyawa klorida ($CdCl_2$), sedangkan pada air tawar berbentuk karbonat ($CdCO_3$). Unsur Cd dalam air laut yang berasal dari industri ditemukan dalam bentuk garam.

Kadmium mempunyai sifat beracun yang sangat merugikan bagi semua organisme hidup. Sifat beracun kadmium disebabkan karena Kadmium mempunyai afinitas yang tinggi terhadap gugus -SH pada protein (Hughes, 1986). Senyawa yang terbentuk oleh logam berat tersebut disebut metaloteonin. Metaloteonin ini bersifat toksik bagi organisme (Darmono, 1995).

Dalam badan perairan, kelarutan Cd dalam konsentrasi tertentu dapat membunuh biota perairan. Dalam tubuh biota perairan jumlah logam yang terakumulasi akan terus mengalami peningkatan dengan adanya proses biomagnifikasi di badan perairan (Palar, 1994).

Darmono (1995) mengatakan hubungan antara jumlah absorpsi logam dan kandungan logam dalam air biasanya secara proporsional, dimana kenaikan kandungan logam dalam jaringan sesuai dengan kenaikan kandungan logam dalam air. Pada logam esensial kandungannya dalam jaringan biasanya mengalami regulasi tapi pada logam nonessensial kandungan logam tersebut dalam jaringan naik terus sesuai dengan kenaikan konsentrasi logam dalam lingkungannya.

Kadmium merupakan salah satu polutan lingkungan yang sangat toksik (Hughes, 1989). Apabila manusia mengkonsumsi komoditi perairan yang tercemar logam berat Cd akan sangat berbahaya bagi kesehatan manusia karena masuknya Cd ke dalam tubuh manusia dapat menyebabkan anemia, menurunkan absorpsi besi dalam usus dan dapat menurunkan aktifitas enzim (Connel dan Miller, 1995). Stoepler (1992) menambahkan bahwa waktu paruh logam berat Cd antara sepuluh sampai dua puluh tahun.

Logam berat Cd dikenal sangat beracun sehingga pemerintah mengeluarkan peraturan tentang ambang batas logam berat Cd yang diperbolehkan. Menurut keputusan Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup tentang pedoman baku mutu air limbah industri yang diperbolehkan dibuang ke perairan bebas adalah 0,1ppm - 0,5 ppm. Sedangkan ambang batas Cd untuk perikanan dan budidaya perairan adalah 0,002 ppm – 0,01 ppm (Kep Men KLH No. 2/ MENKLH / 1990).

B.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Toksisitas Logam Berat

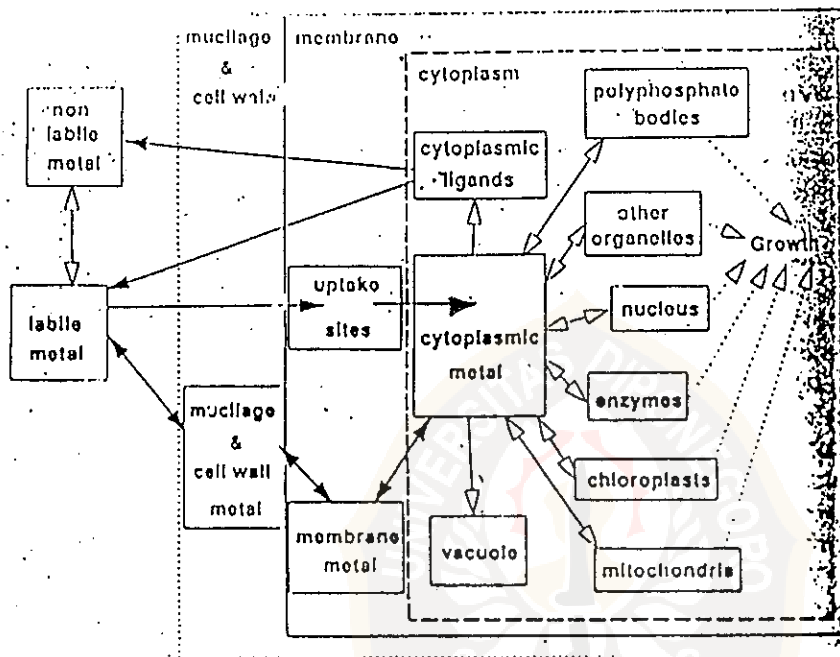
Menurut Darmono (1995), toksisitas logam berat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu :

1. Bentuk senyawa dari logam yang terlarut dalam air
2. Spesies.
3. Temperatur.
4. pH
5. Salinitas
6. Konsentrasi logam berat

C. Mekanisme Absorpsi Logam Oleh Alga

Menurut Genter (1996), absorpsi logam oleh alga melalui “uptake site” atau difusi melalui permukaan membran sel. Logam yang telah masuk kemudian ke sitoplasma. Didalam sitoplasma logam mengalami beberapa kemungkinan yaitu dibentuk menjadi “ligand sitoplasma” dan “polifosfat bodies” atau

disimpan dalam vakuola. Secara biologis logam akan mempengaruhi reaksi enzimatik yang secara tidak langsung akan mempengaruhi proses fotosintesis, respirasi dan reproduksi sehingga akan menghambat pertumbuhan alga. Secara skematis proses absorpsi logam oleh alga dapat digambarkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Mekanisme absorpsi logam oleh alga (Genter, 1996).