

**KINETIKA BIOSORPSI ION LOGAM Pb (II) DAN Cr (VI) OLEH
FITOPLANKTON LAUT *Porphyridium cruentum***

FAHMI RIZAL

H311 07 038



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013**

**KINETIKA BIOSORPSI ION LOGAM Pb (II) DAN Cr (VI) OLEH
FITOPLANKTON LAUT *Porphyridium cruentum***

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana sains*

Oleh

FAHMI RIZAL

H311 07 038



MAKASSAR

2013

SKRIPSI

**KINETIKA BIOSORPSI ION LOGAM Pb (II) DAN Cr (VI) OLEH
FITOPLANKTON LAUT *Porphyridium cruentum***

Disusun dan diajukan oleh

FAHMI RIZAL

H311 07 038

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Utama

**Dr. Muhammad Zakir, M.Si
NIP. 19701103 199903 1 001**

Pembimbing Pertama

**Dr. Maming, M.Si
NIP. 19631231 198903 1 001**

Pembimbing Kedua

**Dra. Hj. Rugaiyah Arfah, M.Si
NIP. 19611231 198702 2 002**

Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhan-mu yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah, dan Tuhan-mu lah Yang Maha Pemurah. Yang mengajarkan kepada manusia apa yang tidak diketahuinya.

(QS. Al' Alaq 96:1-5)

“Jika lautan menjadi tinta dan pepohonan menjadi kalam untuk mencatat ilmu-Nya, maka tidaklah cukup meskipun ditambah dengan tujuh kali banyaknya”

(HS. Habib Adnan)

Kupersembahkan karya kecil ini kepada kedua orang tuaku,
saudara-saudaraku dan kawan-kawanku tercinta.

PRAKATA

Puji syukur kepada Allah Yang Maha Kuasa atas segala rahmat dan karunia-Nya yang dilimpahkan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul **“Kinetika Biosorpsi Ion Logam Pb(II) dan Cr(VI) oleh Fitoplankton Laut *Porphyridium cruentum*”** sebagai syarat untuk menyelesaikan studi di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin. Salam dan salawat semoga terlimpah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat-sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Dalam kesempatan ini, penulis menghaturkan banyak terima kasih kepada kedua orang tua, Ayahanda Syarifuddin Tahir dan Ibunda Nadirah yang dengan segala pengorbanannya, telah mengasuh, mendidik, memotivasi dan membiayai studi penulis, kesabaran dan keikhlasan segala usaha, mendoakan keselamatan dan keberhasilan penulis dalam menyelesaikan studi. Terima kasih pula kepada saudariku Nasrah S. Atas segala kasih sayang, doa, pengorbanan, dan pengertiannya.

Terima kasih kepada Bapak Dr. Muhammad Zakir, M.Si selaku pembimbing utama, Bapak Dr. Maming, M.Si selaku pembimbing pertama dan Ibu Dra. Hj. Rugaiyah Arfah, M.Si selaku pembimbing kedua, yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya dalam membimbing penulis sejak awal penelitian hingga penyusunan skripsi ini.

Tak lupa pula penulis menghaturkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Abd. Wahid Wahab, M.Sc selaku Dekan Fakultas MIPA dan Bapak Dr. Firdaus Zenta, MS selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin beserta staf pegawai.
2. Tim panitia Ujian Sidang Sarjana Kimia, yaitu Prof. Dr. Nunuk Hariani, M.Si (ketua), Drs. HL. Musa Ramang, M.Si (sekretaris), Dr. Muhammad Zakir, M.Si, Dr. Maming, M.Si dan Dra. Hj. Rugaiyah Arfah, M.Si (Ex. officio) atas bimbingan dan sarannya.
3. Seluruh dosen yang telah mengajarkan berbagai hal dan memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis serta karyawan/analisis laboratorium Jurusan Kimia yang selalu membantu penulis.
4. Teman-teman angkatan 2007 (Uky, Risal, Irwan, Adiman, Ariesta, Dian, Anti, Muce', Rabiati, Tenri, Norma, April, Muli, Isti, Evi, Herlin, Rizki, Liana, Nofi, Fitri, Nila, Amelia, Asrya, Kadek, Nur, Charmi, Mutmainnah, Irmawati, Hasmia, Isa, Ika, Yustin, Suri, Anik, Nita, Agnes, dan yang lainnya) atas segala bantuan dan kebaikannya selama ini.
5. Kakanda, Teman-teman, dan Adinda di Keluarga Mahasiswa Kimia angkatan 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008, 2009, 2010, dan 2011 atas kebaikannya.
6. Serta terima kasih kepada pihak-pihak lain yang senantiasa membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis sadar bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, maka kami mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dalam penulisan skripsi selanjutnya, dan penulis berharap semoga isi skripsi ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Penulis

2013

ABSTRAK

Biosorpsi merupakan teknik alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi pencemaran lingkungan yang berasal dari buangan limbah yang mengandung polutan ion logam berat. *Porphyridium cruentum* telah digunakan sebagai biosorben untuk menghilangkan ion logam Pb(II) dan Cr(VI) dari suatu larutan. Kinetika biosorpsinya telah diteliti. Efek dari beberapa parameter, seperti: waktu kontak, konsentrasi, dan model isothermal pada proses biosorpsinya sudah diketahui. Metode analisis yang digunakan adalah Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Hubungan biosorpsi ion logam Pb(II) dan Cr(VI) dengan biomassa *Porphyridium cruentum* digambarkan oleh isothermal Langmuir dan Freundlich. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu optimum biosorpsi ion logam Pb(II) dan Cr(VI) dengan menggunakan biomassa *Porphyridium cruentum* adalah 30 menit pada pH 5. Kinetika orde reaksi dari biosorpsi ion logam Pb(II) dan Cr(VI) dengan menggunakan biomassa *Porphyridium cruentum* lebih mengikuti model reaksi orde dua semu sedangkan model isothermalnya lebih sesuai dengan model isothermal Freundlich dengan nilai koefisien korelasi (R^2) masing-masing adalah 0,923 dan 0,955.

Kata kunci : biosorpsi, biomassa *Porphyridium cruentum*, kinetika, timbal, kromium, SSA.

ABSTRACT

Biosorption is an alternative technique that can be used to overcome environmental contamination caused from waste discard containing heavy metal ion pollutant. *Porphyridium cruentum* was employed as a biosorbent for removal of Pb(II) and Cr(VI) metal ions from aqueous solution. The biosorption kinetics was investigated. The effect of several parameters, such as: contact time, concentration, and isothermal model, on biosorption process was evaluated. Method of analysis used was atomic absorption spectrophotometry (AAS). Adsorption isotherms of Pb(II) and Cr(VI) metal ions on *Porphyridium cruentum* biomass were expressed by both Langmuir and Freundlich models. The results showed that the optimum time of biosorption of Pb(II) and Cr(VI) metal ions using *Porphyridium cruentum* biomass were is 30 minutes in pH 5. Kinetics of biosorption of Pb(II) and Cr(VI) metal ions followed pseudo second order reaction model, and for isothermal model fitted the Freundlich isothermal with a value of each correlation coefficient (R^2) are 0,923 and 0,955, respectively.

Key words : biosorption, *Porphyridium cruentum* biomass, kinetic, lead, chromium, AAS.

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR ARTI DAN LAMBANG SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Maksud Penelitian	4
1.3.2 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pencemaran Lingkungan	5
2.2 Tinjauan Umum Logam Berat	5
2.3 Logam Berat Kromium	6
2.4 Logam Berat Timbal	8

2.5 Biosorpsi	10
2.6 Kinetika Reaksi Adsorpsi	13
2.7 Isotermal Adsorpsi	15
2.7.1 Isotermal Adsorpsi Freundlich	15
2.7.2 Isotermal Adsorpsi Langmuir	16
2.8 Biomassa dan Penggunaannya sebagai Biosorben	17
2.9 Fitoplankton	18
2.9.1 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Fitoplankton ...	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Bahan Penelitian	22
3.2 Alat Penelitian	22
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.4 Prosedur Penelitian	23
3.4.1 Pembuatan Larutan Induk	23
3.4.2 Mengkultur Fitoplankton Laut <i>Porphyridium cruentum</i> ..	23
3.4.3 Pembuatan Biosorben Fitoplankton Laut <i>P. cruentum</i>	23
3.4.4 Penentuan Waktu Kontak Maksimum Ion Logam Pb(II) dan Cr(VI) oleh Fitoplankton Laut <i>Porphyridium cruentum</i>	24
3.4.5 Penentuan Kapasitas biosorpsi Ion Logam Pb(II) dan Cr(VI) oleh Fitoplankton Laut <i>Porphyridium cruentum</i> ..	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Kemampuan Biosorpsi Ion Logam Pb(II) dan Cr(VI) oleh Fitoplankton <i>Porphyridium cruentum</i> berdasarkan variasi waktu	26

4.2 Kapasitas Biosorpsi Ion Logam Pb(II) dan Cr(VI) oleh Fitoplankton <i>Porphyridium cruentum</i> berdasarkan variasi konsentrasi	29
4.3 Kinetika Orde Reaksi Adsorpsi Ion Logam Pb(II) dan Cr(VI) oleh Fitoplankton <i>Porphyridium cruentum</i>	30
4.4 Model Adsorpsi Ion Logam Pb(II) dan Cr(VI) oleh Fitoplankton <i>Porphyridium cruentum</i>	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	42

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Perbandingan konstanta reaksi orde satu semu dan orde dua semu penjerapan ion logam Pb^{2+} biomassa fitoplankton <i>Porphyridium cruentum</i>	32
2. Perbandingan konstanta reaksi orde satu semu dan orde dua semu penjerapan ion logam Cr^{6+} oleh biomassa fitoplankton <i>Porphyridium cruentum</i>	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Struktur sel fitoplankton <i>Porphyridium cruentum</i>	20
2. Grafik penentuan waktu interaksi optimum terhadap biosorpsi ion logam Pb^{2+} dan Cr^{6+} oleh fitoplankton <i>Porphyridium cruentum</i>	27
3. Grafik hubungan antara konsentrasi ion logam Pb^{2+} dan Cr^{6+} setelah Adsorpsi (mg/L) dengan jumlah ion Pb^{2+} dan Cr^{6+} yang diadsorpsi (mg/g)	29
4. Grafik kinetika orde satu semu dan orde dua semu untuk adsorpsi ion logam Pb^{2+} dan Cr^{6+} oleh biomassa fitoplankton <i>Porphyridium cruentum</i>	31
5. Grafik isoterma Langmuir dan Freundlich biosorpsi ion logam Pb^{2+} dan Cr^{6+} pada berbagai tingkat konsentrasi oleh fitoplankton <i>Porphyridium cruentum</i>	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Skema pembuatan larutan induk	42
2. Skema pembuatan kultur fitoplankton	42
3. Skema pembuatan biosorben fitoplankton	43
4. Skema penentuan waktu kontak maksimum biosorpsi	43
5. Skema penentuan kapasitas optimum biosorpsi	44
6. Data absorbansi untuk penentuan waktu optimum biosorpsi ion logam Pb^{2+} dengan menggunakan Buck Model 205 VGP AAS	45
7. Data Absorbansi untuk penentuan waktu optimum biosorpsi ion logam Cr^{6+} dengan menggunakan Buck Model 205 VGP AAS	46
8. Hasil penentuan waktu optimum biosorpsi ion logam Pb^{2+} oleh fitoplankton <i>Porphyridium cruentum</i>	47
9. Hasil penentuan waktu optimum biosorpsi ion logam Cr^{6+} oleh fitoplankton <i>Porphyridium cruentum</i>	48
10. Data absorbansi untuk penentuan isothermal adsorpsi ion Pb^{2+} dengan menggunakan Buck Model 205 VGP AAS	49
11. Data absorbansi untuk penentuan isothermal adsorpsi ion Cr^{6+} dengan menggunakan Buck Model 205 VGP AAS	50
12. Hasil penentuan isothermal adsorpsi ion logam Pb^{2+} oleh fitoplankton <i>Porphyridium cruentum</i>	51
13. Hasil penentuan isothermal adsorpsi ion logam Cr^{6+} oleh fitoplankton <i>Porphyridium cruentum</i>	52
14. Hasil perhitungan nilai k_1 dan k_2 biosorpsi ion logam Pb^{2+} oleh fitoplankton <i>Porphyridium cruentum</i> berdasarkan persamaan orde satu semu dan orde dua semu	53

15. Hasil perhitungan nilai k_1 dan k_2 biosorpsi ion logam Cr^{6+} oleh fitoplankton <i>Porphyridium cruentum</i> berdasarkan persamaan orde satu semu dan orde dua semu	54
16. Hasil perhitungan kapasitas biosorpsi ion logam Pb^{2+} oleh fitoplankton <i>Porphyridium cruentum</i> untuk isoterma Langmuir	55
17. Hasil perhitungan kapasitas biosorpsi ion logam Pb^{2+} oleh fitoplankton <i>Porphyridium cruentum</i> untuk isoterma Freundlich	56
18. Hasil perhitungan kapasitas biosorpsi ion logam Cr^{6+} oleh fitoplankton <i>Porphyridium cruentum</i> untuk isoterma Langmuir	57
19. Hasil perhitungan kapasitas biosorpsi ion logam Cr^{6+} oleh fitoplankton <i>Porphyridium cruentum</i> untuk isoterma Freundlich	58
20. Dokumentasi Penelitian	59

DAFTAR ARTI DAN LAMBANG SINGKATAN

%	: persen
°C	: derajat Celcius
AAS	: Atomic Absorption Spectrophotometry
g	: gram
mg	: miligram
pH	: derajat keasaman
ppm	: part per million
rpm	: rotasi per menit

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara bahari terbesar di dunia. Karakteristik geografis Indonesia serta struktur dan tipologi ekosistemnya yang didominasi oleh lautan telah menjadikan Indonesia sebagai pemilik keanekaragaman hayati terbesar di dunia (Suhdi, 2004). Wilayah laut Indonesia membentang melebihi lima juta kilometer persegi yang di dalamnya terdapat bermacam-macam makhluk hidup baik berupa tumbuhan maupun hewan. Salah satu makhluk hidup yang tumbuh dan berkembang di perairan laut adalah fitoplankton (Haryoto dan Wibowo, 2004).

Plankton adalah suatu golongan jasad hidup akuatik berukuran mikroskopik. Plankton yang tergolong sebagai tumbuhan disebut fitoplankton atau plankton nabati (Kabinawa, 2001). Fitoplankton terdiri dari beberapa jenis dan memiliki banyak manfaat, salah satu jenis fitoplankton yang digunakan sebagai biomassa penjerap logam pada lingkungan atau daerah yang tercemar adalah *Porphyridium cruentum*. Sejauh ini, penelitian dan pemanfaatan fitoplankton sebagai bahan penjerap logam secara aktif sudah banyak dilakukan oleh para peneliti sebelumnya seperti yang dilakukan oleh Sri Delviana (2010), Fatimah dan Masnawati (2011), namun studi mengenai kinetika biosorpsinya secara pasif masih sangat minim. Fitoplankton dapat menjerap logam menurut Connel Des W. (1990), disebabkan karena mekanisme perlindungan fitoplankton

melibatkan pembentukan kompleks-kompleks logam dengan protein dalam sel, sehingga logam dapat terakumulasi dalam sel tanpa mengganggu aktivitasnya.

Logam berat dalam sistem akuatik secara alamiah dihasilkan melalui proses *slow leaching* dari kompartemen tanah atau batuan, biasanya pada kadar yang relatif rendah dan tidak membahayakan kesehatan manusia. Tetapi perkembangan industri dan agroindustri mempercepat laju peningkatan pencemaran logam berat di lingkungan. Pencemaran perairan logam berat pada sistem perairan selalu ditunjukkan dengan adanya tingkatan kandungan yang tinggi beberapa logam berat seperti Pb (timbal) dan Cr (kromium) dalam sistem perairan (Liang *et al.*, 2004). Logam berat mempunyai sifat toksik terhadap hewan dan manusia. Manifestasi toksisitas logam berat terhadap manusia memerlukan waktu yang lama karena proses akumulasi dalam tubuh sehingga proses pencegahan sebaiknya dilakukan sedini mungkin. Pencemaran logam berat ini terjadi akibat buangan industri kemudian bermuara ke laut dan menjadi tercemar. Logam berat yang terakumulasi ke dalam makhluk hidup semakin lama tingkat pencemarannya semakin meningkat (Palar, 1994).

Untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan oleh logam berat, maka digunakan fitoplankton sebagai bioindikator kuantitatif. Fitoplankton merupakan organisme bersel tunggal yang luas permukaannya besar dibandingkan dengan rasio volumenya, sehingga memiliki kemampuan akumulasi yang tinggi dalam waktu relatif singkat (Kullenberg, 1987).

Pengangkutan logam dengan biomassa dapat dilakukan dengan baik, dimana aktivitas metabolit tergantung dari proses bioakumulasi atau secara pasif

dan laju metabolisme yang tidak tergantung pada prosesnya disebut biosorpsi (Godlewaka-Zykiewicz dan Kozokawa, 2005).

Berbagai penelitian telah difokuskan untuk mengidentifikasi kemampuan fitoplankton dalam menurunkan tingkat pencemaran perairan, dengan melibatkan biosorpsi aktif dan pasif. Proses adsorpsi oleh biomassa berlangsung sangat cepat, dan lebih cepat dibandingkan waktu adsorpsi maksimum fitoplankton hidup, dengan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 95,057 mg/g (Widyawati, 2006).

Penggunaan fitoplankton mati sebagai biomassa tak hidup untuk menyerap ion logam Pb^{2+} dan Cr^{6+} cukup efektif karena ukurannya yang sangat kecil dengan luas permukaan besar sehingga dapat menangkap ion-ion logam dalam perairan secara cepat (Stirk dan Staden, 2002). Dinding sel fitoplankton terdiri atas berbagai senyawa organik seperti protein, polisakarida, asam alginat dan asam uronat yang dapat berikatan dengan logam (Greene, dkk., 1986). Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian tentang kinetika biosorpsi ion logam Pb^{2+} dan Cr^{6+} oleh fitoplankton laut *Porphyridium cruentum*.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapakah waktu kontak optimum dan kapasitas biosorpsi ion logam Pb^{2+} dan Cr^{6+} oleh biomassa fitoplankton laut *Porphyridium cruentum*?
2. Bagaimana kinetika reaksi dan model adsorpsi ion logam Pb^{2+} dan Cr^{6+} oleh biomassa fitoplankton laut *Porphyridium cruentum*?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinetika biosorpsi ion logam Pb^{2+} dan Cr^{6+} oleh fitoplankton laut *Porphyridium cruentum*.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah :

1. Menentukan waktu kontak optimum dan kapasitas biosorpsi ion logam Pb^{2+} dan Cr^{6+} yang dapat diadsorpsi oleh biomassa fitoplankton laut *Porphyridium cruentum*.
2. Menentukan orde reaksi dan model adsorpsi ion logam Pb^{2+} dan Cr^{6+} oleh biomassa fitoplankton laut *Porphyridium cruentum*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain :

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai penggunaan fitoplankton laut dalam proses biosorpsi.
2. Memberikan pengalaman praktis bagi peneliti dan menjadi bahan referensi untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Lingkungan

Semakin bertambahnya aktivitas manusia diberbagai sektor kehidupan, menyebabkan peningkatan jumlah dan jenis pencemar yang masuk ke lingkungan perairan laut, sehingga pada suatu saat akan dapat melampaui kesetimbangan air laut yang mengakibatkan sistem perairan laut tercemar. Hal tersebut jelas dapat menurunkan daya guna perairan laut (Haryoto dan Wibowo, 2004).

Dalam dasawarsa terakhir, kandungan logam berat di perairan mendapat perhatian yang cukup besar bagi para ahli toksikologi (Marr dan Creser, 1983). Akibat pencemaran lingkungan terjadi akumulasi logam dalam ekosistem dan rantai makanan sehingga membahayakan kehidupan akuatik dan penurunan kualitas air (Widyawati, 2006).

2.2 Tinjauan Umum Logam Berat

Logam berat adalah logam-logam dan metaloid yang memiliki massa atom antara 63,5 dan 200,6 g/mol serta memiliki densitas lebih dari 4,5 g/cm³ (Shah, 2008). Logam berat pencemar lingkungan terdiri atas beberapa unsur yang dikategorikan atas pencemar prioritas tinggi, sedang dan rendah yang umumnya terlarut dalam air dalam berbagai senyawa. Logam berat tidak dapat dihancurkan oleh mikroorganisme dan dapat terakumulasi dalam tubuh manusia serta mengakibatkan kerusakan organ-organ tubuh (Sembodo, 2006).

Sedikitnya terdapat 80 dari 109 unsur kimia di bumi yang telah teridentifikasi sebagai logam berat. Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat dibagi dalam dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat esensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun seperti Zn, Cu, Fe, Co dan Mn. Jenis kedua adalah logam berat non esensial, dimana keberadaannya dalam tubuh belum diketahui manfaatnya seperti Hg, Cd, Pb dan Cr (Vouk, 1986).

Logam berat yang merupakan polutan perairan yang berbahaya diantaranya adalah antimon (Sb), arsenik (As), berilium (Be), kadmium (Cd), kromium (Cr), tembaga (Cu) , timbal (Pb), merkuri (Hg), nikel (Ni), selenium (Se), kobalt (Co), dan seng (Zn). Logam berat ini berbahaya karena tidak dapat didegradasi oleh tubuh, memiliki sifat toksisitas (racun) pada makhluk hidup walaupun pada konsentrasi yang rendah, dan dapat terakumulasi dalam jangka waktu tertentu. Oleh karena itu penting dilakukan pengambilan logam berat pada daerah yang terkontaminasi (Putra dan Putra, 2006).

2.3 Logam Berat Kromium

Salah satu logam berat yang merupakan sumber polusi dan perlu dihilangkan dalam perairan adalah logam kromium (Cr). Pemanfaatan logam ini banyak digunakan dalam industri elektroplating, penyamakan kulit, pendingin air, pulp, serta proses pemurnian bijih dan petroleum. Menurut Surat keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup, baku mutu

limbah yang boleh dialirkan ke air permukaan untuk Cr(VI) sebesar 0,05-1 mg/L dan untuk Cr (total) sebesar 0,1-2 mg/L (Anderson, 1997).

Kromium merupakan unsur yang melimpah terdapat di alam dengan berbagai bentuk oksida yaitu Cr^{2+} , Cr^{3+} , Cr^{5+} dan Cr^{6+} . Secara alami kromium bisa ditemukan pada batuan, tumbuhan, hewan, tanah, gas dan debu gunung berapi. Dalam sistem perairan, kromium terdapat dalam dua bentuk oksida yaitu Cr^{3+} dan Cr^{6+} yang diketahui memiliki efek toksisitas dan bioavailabilitas yang sangat besar (Imay dan Golyna, 1990).

Logam kromium dengan berat atom 51,996 g/mol, berwarna abu-abu, tahan terhadap oksidasi meskipun pada suhu tinggi, mengkilat, keras, memiliki titik cair 1,857 °C dan titik didih 2,672 °C (Widowati, dkk., 2008).

Kromium merupakan elemen berbahaya di permukaan bumi dan dijumpai dalam kondisi oksida antara Cr(II) sampai Cr(VI), tetapi hanya kromium bervalensi tiga dan enam memiliki kesamaan sifat biologinya. Kromium bervalensi tiga umumnya merupakan bentuk yang umum dijumpai di alam, dan dalam material biologis kromium selalu berbentuk tiga valensi, karena kromium enam valensi merupakan salah satu material organik pengoksidasi tinggi (Suhendrayatna, 2001).

Dalam tubuh, keberadaan logam kromium dapat membantu kerja hormon insulin dalam pengambilan glukosa yang kemudian diubah menjadi energi. *Chromium Picolinate* adalah nutrisi suplemen yang dapat bekerja sama dengan insulin, tetapi konsumsi yang berlebih dapat menyebabkan gagal ginjal kronis (Widowati, dkk., 2008).

Kestabilan kromium akan mempengaruhi toksisitasnya terhadap manusia secara berurutan, mulai dari tingkat toksisitas terendah yaitu Cr(0), Cr(III) dan Cr(VI). Kromium trivalen bersifat kurang toksik dibanding kromium heksavalen, selain itu tidak bersifat iritatif dan tidak korosif. Namun kromium trivalen lebih toksik pada ikan dan binatang air lainnya dibanding kromium heksavalen (Drew, dkk., 2006).

Paparan logam kromium pada manusia dapat menyebabkan gangguan pada alat pernafasan, hati, ginjal, sistem pencernaan dan sistem imunitas. Selain itu, ibu hamil yang darahnya terpapar logam kromium bisa menurun pada bayi yang dikandungnya. Bahkan kadar dalam tubuh bayi bisa lebih tinggi daripada ibunya, hal ini menunjukkan bahwa kromium dapat ditransportasikan secara langsung maupun tidak langsung (State of Ohio EPA, 2002).

2.4 Logam Berat Timbal

Timbal adalah salah satu unsur golongan IV A yang merupakan unsur logam yang berwarna abu kebiru-biruan, lunak, mudah ditempa, mudah dibentuk dan padat. Timbal merupakan konduktor listrik yang buruk dan jika dipotong, maka permukaannya nampak mengkilat seperti perak yang bertahan sesaat dan kemudian memudar membentuk warna aslinya, yaitu abu kebiru-biruan (Sunardi, 2006).

Timbal dengan berat atom 207,21 g/mol dan berat jenis 11,34 dan nomor atom 82 memiliki warna kelabu kebiruan dan lunak dengan titik leleh sebesar 327 °C dan titik didih 1620 °C. Walaupun bersifat lunak dan lentur, timbal sangat rapuh dan mengkerut pada pendinginan, sulit larut dalam air dingin, air panas, dan

air asam tetapi larut dalam asam nitrit, asam asetat dan asam sulfat pekat (Svehla, 1985).

Timbal merupakan logam berat yang sangat beracun, dapat dideteksi secara praktis pada seluruh benda mati di lingkungan dan seluruh sistem biologis. Sumber utama timbal adalah bersal dari komponen gugus alkyl timbal yang digunakan sebagai bahan additive bensin. Sumber utama timbal adalah makanan dan minuman. Komponen ini beracun terhadap seluruh aspek kehidupan. Timbal menunjukkan beracun pada sistem saraf, hemetologic, hemetotoxic dan mempengaruhi kerja ginjal. Konsumsi mingguan elemen ini yang direkomendasikan oleh WHO toleransinya bagi orang dewasa adalah 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ berat badan dan untuk bayi atau anak-anak 25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ berat badan. Mobilitas timbal di tanah dan tumbuhan cenderung lambat dengan kadar normalnya pada tumbuhan berkisar 0.5-3 ppm (Suhendrayatna, 2001).

Timbal dan persenyawaannya banyak digunakan dalam industri baterai sebagai bahan aktif dalam pengaliran arus elektron. Kemampuan timbal dalam membentuk alloy dengan logam lain telah dimanfaatkan untuk meningkatkan sifat metalurgi yang dimilikinya dalam penerapan yang sangat luas, contohnya digunakan untuk kabel listrik, konstruksi pabrik-pabrik kimia, kontainer dan memiliki kemampuan tinggi untuk tidak mengalami korosi (Palar, 1994).

Selain itu, timbal dapat digunakan sebagai zat tambahan bahan bakar dan pigmen timbal dalam cat yang merupakan penyebab utama peningkatan kadar timbal di lingkungan (Darmono, 1995). Hampir 10% dari total produksi tambang logam timbal digunakan untuk pembuatan Tetra Ethyl Lead atau TEL yang

dibutuhkan sebagai bahan penolong dalam produksi bahan bakar bensin karena dapat mendongkrak (*boosting*) nilai oktan bahan bakar sekaligus berfungsi sebagai *antiknocking* untuk mencegah terjadinya ledakan saat berlangsungnya pembakaran dalam mesin (Henry, 2000).

Timbal telah diketahui sebagai sumber potensial penyebab karsinogen. Timbal terakumulasi dalam organ tubuh seperti otak, yang dapat menyebabkan keracunan (*plumbism*) atau bahkan kematian. Timbal juga dapat mempengaruhi saluran gastrointestinal, ginjal, dan sistem syaraf. Pengaruh timbal pada anak-anak adalah dapat menyebabkan resiko pertumbuhan lambat, penurunan IQ, hiperaktif, dan kelainan mental. Pada orang dewasa dapat berakibat pada penurunan reaksi, kehilangan memori, *nausea*, insomnia, dan *anoreksia* (Siregar, 2005).

2.5 Biosorpsi

Biosorpsi adalah suatu teknologi inovatif yang menggunakan biomassa nonaktif dan biomassa mati untuk menghilangkan logam berat dari larutannya. Sebagai alternatif dari teknologi tradisional, biosorpsi mulai diaplikasikan oleh komunitas ilmuan (Romera, dkk., 2007). Sedangkan menurut Stary, dkk., (1983), biosorpsi adalah metode yang efisien dan murah untuk menghilangkan ion logam dari larutan dan dapat digunakan untuk mengontrol pencemaran oleh industri. Biosorpsi biasanya digunakan material yang berasal dari tanaman atau hewan untuk mengabsorpsi ion logam.

Proses biosorpsi melibatkan sejumlah mekanisme, seperti: pertukaran ion, kelating, adsorpsi fisika dan penyerapan ion. Proses sorpsi yang terjadi pada

mahluk hidup terjadi secara aktif dan pasif, sedangkan pada mahluk hidup yang mati secara pasif (Stirk dan Staden, 2002).

Proses biosorpsi melibatkan suatu fasa padat (sorben atau biosorben; adsorben; material biologi) dan fasa cair (pelarut) yang mengandung zat terlarut yang akan diadsorpsi (logam atau zat warna). Karena afinitas adsorben lebih tinggi dari zat yang akan diadsorpsi, zat yang akan diadsorpsi tertarik dan terikat pada adsorben dengan mekanisme yang berbeda. Proses ini akan berlanjut hingga terjadi kesetimbangan antara jumlah zat yang teradsorpsi dengan zat yang tertinggal dalam larutan (yang tidak teradsorpsi). Derajat afinitas adsorben ditentukan berdasarkan distribusinya diantara fasa cair dan fasa padat. Beberapa penelitian biosorpsi dilakukan dengan mikroorganisme hidup. Akan tetapi, berkaitan dengan beberapa kelemahannya, penggunaan mikroorganisme hidup untuk penghilangan dan pemulihan logam umumnya tidak dapat dilakukan pada semua kondisi. Sebagai contoh, limbah industri yang mengandung logam beracun dengan konsentrasi tinggi pada beberapa pH. Kondisi ini tidak selalu kondusif untuk pertumbuhan dan pemeliharaan populasi mikroba aktif. (Ramachandra, dkk., 2008).

Passive uptake dikenal dengan istilah proses biosorpsi. Proses ini terjadi ketika ion logam berat mengikat dinding sel dengan dua cara yang berbeda, pertama pertukaran ion dimana ion monovalent dan divalent seperti Na, Mg, dan Ca pada dinding sel digantikan oleh ion-ion logam berat; dan kedua adalah pembentukan kompleks antara ion-ion logam berat dengan functional groups seperti carbonyl, amino, thiol, hydroxy, phosphate, dan hydroxy-carboxyl yang

berada pada dinding sel. Proses biosorpsi ini bersifat bolak balik dan cepat. Proses bolak balik ikatan ion logam berat di permukaan sel ini dapat terjadi pada sel mati dan sel hidup dari suatu biomass. Proses biosorpsi dapat lebih efektif dengan kehadiran tertentu pH dan kehadiran ion-ion lainnya di media dimana logam berat dapat terendapkan sebagai garam yang tidak terlarut (Suhendrayatna, 2001).

Penggunaan sel mikroba mati lebih menguntungkan, karena tidak dipengaruhi oleh limbah toksik. Selain itu penggunaan sel mikroba lebih menguntungkan karena tangkapan sel mikroba cepat (antara 0,5 sampai 3 jam, bersifat selektif, faktor biokonsentrasi tinggi (sebesar 10^4 sampai 10^6) hal ini terkait dengan luas permukaan yang lebih besar dari volumenya (Stirk dan Staden, 2002).

Menurut Ramachandra, dkk., 2008, beberapa keuntungan biosorpsi menggunakan *non-living biomass* (biomassa tak hidup) diantaranya:

1. Pertumbuhan *non-living biomass* tidak terpengaruh pada batas sifat toksisitas logam pada sel serta tidak memerlukan nutrisi.
2. Biomassa yang berasal dari industri fermentasi, yang merupakan limbah proses fermentasi dapat menjadi sumber biomassa yang murah.
3. Prosesnya tidak hanya diatur oleh sifat fisiologi sel.
4. Sangat cepat dan efisien, biomassa memiliki sifat yang setara dengan penukar ion.
5. Pemilihan teknik immobilisasi tidak bergantung pada terbatasnya tingkat toksisitas (konsentrasi logam), pH dan suhu.

6. Logam dapat dengan segera dipisahkan dari biomassa dan diperoleh kembali.

2.6 Kinetika Reaksi Adsorpsi

Proses biosorpsi sangat erat kaitannya dengan waktu kontak. Waktu kontak merupakan salah satu aspek penting yang perlu dipertimbangkan. Melalui waktu kontak, mekanisme biosorpsi ion logam dapat diketahui apakah terjadi secara kimia atau fisika. Waktu kontak yang singkat dimana ion logam teradsorpsi dengan cepat pada biosorben menunjukkan mekanisme biosorpsi terjadi secara kimia dan sebaliknya waktu kontak yang lama dimana ion logam teradsorpsi secara lambat pada biosorben menunjukkan mekanisme biosorpsi terjadi secara fisika (Popuri, dkk., 2007). Melalui waktu kontak yang diperoleh maka kinetika reaksi dapat diketahui.

Model kinetika yang sering digunakan untuk reaksi adsorpsi adalah model *pseudo* (semu)-orde pertama, *pseudo* (semu)-orde kedua, dan model difusi intrapartikel (Srivastava, dkk., 2006). Reaksi orde semu dapat didefinisikan sebagai peningkatan yang dibuat berkelakuan seperti reaksi orde satu dan orde dua. Keadaan itu berlaku bila salah satu zat yang bereaksi ada dalam jumlah yang sangat berlebihan atau tetap pada kadar tertentu dibandingkan zat lainnya. Dengan demikian laju reaksi ditentukan oleh satu reaktan meskipun ada dua reaktan karena tidak mengalami perubahan kadar yang berarti selama reaksi peruraian (Atkins, 1999). Kinetika reaksi pada adsorpsi ion logam Pb^{2+} dan Cr^{6+} oleh biomassa fitoplankton *Porphyridium cruentum* dapat ditentukan dengan

menggunakan persamaan diferensial orde satu sebagai berikut (Srivastava, dkk., 2006):

$$\frac{dq_t}{dt} = k_1 (q_e - q_t)$$

$$\frac{dq_t}{(q_e - q_t)} = k_1 dt$$

$$\frac{d(q_e - q_t)}{(q_e - q_t)} = -k_1 dt$$

$$\ln(q_e - q_t) = -kt + C$$

$$\ln(q_e - q_t) = -kt + \ln q_e$$

$$\ln(q_e - q_t) - \ln q_e = -kt$$

$$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - kt \quad (1)$$

dimana q_e dan q_t berturut merupakan jumlah ion logam Pb^{2+} dan Cr^{6+} yang diadsorpsi ($mg \cdot g^{-1}$) pada kesetimbangan dan pada waktu tertentu, k_1 merupakan tetapan laju orde reaksi satu ($menit^{-1}$). Hasil integrasi memberikan persamaan:

$$\log \frac{q_e}{q_e - q_t} = \frac{k_1}{2.303} t \quad (2)$$

Persamaan ini dapat ditulis sebagai:

$$\log(q_e - q_t) = \log q_e - \frac{k_1}{2.303} t \quad (3)$$

nilai konstanta orde satu (k_1), kapasitas adsorpsi dalam keadaan setimbang (q_t), koefisien korelasi (R^2) dihitung dari plot $\log (q_e - q_t)$ vs t .

Sedangkan persamaan diferensial kinetika reaksi orde dua adalah sebagai berikut:

$$\frac{dq_t}{dt} = k_2 (q_e - q_t)^2 \quad (4)$$

dimana k_2 merupakan tetapan laju orde reaksi dua ($\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}\cdot\text{menit}^{-1}$). Adapun integrasi dari persamaan ini:

$$\frac{1}{q_e - q_t} = \frac{1}{q_e} + k_2 t \quad (5)$$

dalam bentuk linear dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t \quad (6)$$

nilai konstanta orde dua (k_2), kapasitas adsorpsi dalam keadaan setimbang (q_t), koefisien korelasi (R^2) dihitung dari plot $\log t/q_t$ vs t .

2.7 Isotermal Adsorpsi

Isotermal adsorpsi merupakan keadaan dimana larutan/gas bebas dan larutan/gas teradsorpsi berada dalam keseimbangan dinamika, dan penutupan terfraksi permukaan, bergantung pada tekanan gas pelapis. Ketergantungan θ pada tekanan dan temperatur tertentu (Atkins, 1999). Untuk menguji data hasil percobaan ketika terjadi penjerapan ion logam pada lapisan tunggal dapat digunakan model isotermal Langmuir dan isotermal Freundlich digunakan untuk adsorpsi pada lapisan yang heterogen. Isoterm Langmuir berdasarkan pada asumsi permukaan adsorben yang homogen dan energi adsorpsi yang ekuivalen pada setiap sisi penyerapan (Curkovic, dkk., 2000).

2.7.1 Isotermal Adsorpsi Freundlich

Model isotermal adsorpsi Freundlich menggambarkan suatu gaya adsorpsi fisika yang identik dengan gaya yang menyebabkan kondensasi gas menjadi cairan atau padatan. Jika molekul-molekul yang mengadsorpsi mendekati permukaan, ada interaksi antara molekul-molekul dan molekul-molekul pada

permukaan yang cenderung mengkonsentrasikan molekul-molekul pada permukaan dengan cara yang sama dengan cara molekul gas dikondensasikan pada permukaan dari cairan. Jumlah yang teradsorpsi per gram padatan bergantung pada luas permukaan spesifik dari padatan, konsentrasi kesetimbangan zat terlarut dalam larutan (atau tekanan dalam kasus adsorpsi dari fase gas), suhu dan sifat molekul yang terlibat (Taba, dkk., 2011).

Isotermal Freundlich berlaku pada kondisi adsorpsi yang terjadi pada berbagai lapisan, persamaan yang digunakan adalah (Ramadhan, dkk., 2008):

$$q_e = K_f C_e^{1/2} \quad (7)$$

Bentuk linear dari isotermal Freundlich ditunjukkan oleh persamaan:

$$\log q_e = \log K_f + \left(\frac{1}{n}\right) \log C_e \quad (8)$$

dimana, q_e merupakan banyaknya logam yang terikat per gram sorben (mg.g^{-1}), C_e adalah konsentrasi kesetimbangan larutan. Sedangkan K_f dan n merupakan konstanta yang menggabungkan seluruh faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi seperti kapasitas dan intensitas adsorpsi.

2.7.2 Isotermal Adsorpsi Langmuir

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengembangkan teori adsorpsi yang dapat menerangkan kenyataan-kenyataan eksperimen yang diamati. Pada sistem sederhana, teori yang diturunkan oleh Langmuir dapat digunakan. Teori ini dibatasi pada kasus dimana hanya ada satu lapisan molekul dapat diadsorpsi pada permukaan. Pada adsorpsi fisika dari fase gas, pembentukan beberapa lapisan sering terjadi pada tekanan yang tinggi. Desorpsi lapisan tunggal dibedakan oleh kenyataan bahwa jumlah yang diadsorpsi mencapai nilai maksimum pada

konsentrasi sedang (sesuai dengan penutupan sempurna dari permukaan adsorben oleh lapisan dengan tebal satu molekul) dan menjadi konstanta dengan penambahan konsentrasi lebih lanjut. Persamaan Langmuir dapat diturunkan dari penjelasan kinetika atau kesetimbangan. Bentuk yang cocok untuk adsorpsi dari larutan adalah (Taba, dkk., 2011):

$$\theta = \frac{K C_e}{1 + K C_e} \quad (9)$$

Dimana θ = fraksi permukaan padatan yang ditutupi oleh molekul adsorban (molekul yang diasorpsi), K = tetapan pada suhu tetap. $\theta = q_t/q_o$, dimana q_t = jumlah mg zat terlarut yang terserap per gram adsorben, q_o = jumlah mg zat terlarut per gram adsorben yang diperlukan untuk membentuk lapisan tunggal (atau disebut juga kapasitas adsorpsi). Dengan mensubstitusi θ kedalam persamaan (10) diperoleh (Taba, dkk., 2011):

$$\frac{C_e}{q_t} = \frac{C_e}{q_o} + \frac{1}{b \cdot q_o} \quad (10)$$

Jika Isotermal Langmuir dapat menjelaskan proses adsorpsi dengan baik maka plot C_e/q_t vs C_e akan menghasilkan garis lurus dengan kemiringan (slope) = $1/q_o$ dan intercept = $1/b \cdot q_o$ (Taba, dkk., 2011).

2.8 Biomassa dan Penggunaannya sebagai Biosorben

Mikroba telah lama diketahui dapat menyerap logam-logam berat dari lingkungan eksternalnya secara efisien (Horsfall, dkk., 2006). Penelitian yang dilakukan oleh Amaliyah (2011), dengan menggunakan biomassa karang sebagai

biosorben untuk menangani pencemaran logam berat memperoleh hasil maksimal dengan penyerapan yang sangat efektif dalam mengakumulasi logam-logam berat.

Saat ini pengolahan secara biologis untuk mengurangi logam berat dalam air limbah merupakan cara alternatif yang berpotensi untuk dikembangkan dibandingkan dengan proses kimia, yang umumnya pada akhir pengolahan limbah masih ditemukan permasalahan penanganan pembuangan limbah logam yang telah diolah. Kapasitas pemungutan atau penyerapan logam beberapa biomassa tersebut bahkan terbukti lebih tinggi dibandingkan dengan penukar ion komersial (Volesky, dkk., 2004).

2.9 Fitoplankton

Plankton merupakan suatu organisme yang berukuran kecil yang hidupnya melayang-layang terombang-ambing oleh arus di lautan bebas. Fitoplankton terdiri dari makhluk hidup hewan yang disebut zooplankton dan tumbuh-tumbuhan yang disebut fitoplankton. Fitoplankton yang ber sel satu yang penting adalah golongan diatom dan dinoflagellata (Inansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Sebagian besar fitoplankton bersel tunggal. Kelompok yang umum dari fitoplankton bersel tunggal adalah diatom dan dinoflagellata. Kelompok fitoplankton diatom, menguasai perairan laut terutama di perairan dingin, mencapai lebih 1 juta sel/mL, contohnya *Chaetoceros calcitrans* dan *Chaetoceros gracilis*. Kelompok dinoflagellata menguasai perairan tropik dan sub tropik. Beberapa jenis fitoplankton yang termasuk kelompok dinoflagelata adalah *Chlorella* sp, *Tetraselmis chuii*, *Dunaniella* sp, *Spirulina* dan *Porpyridium cruentum* (Boney, 1983).

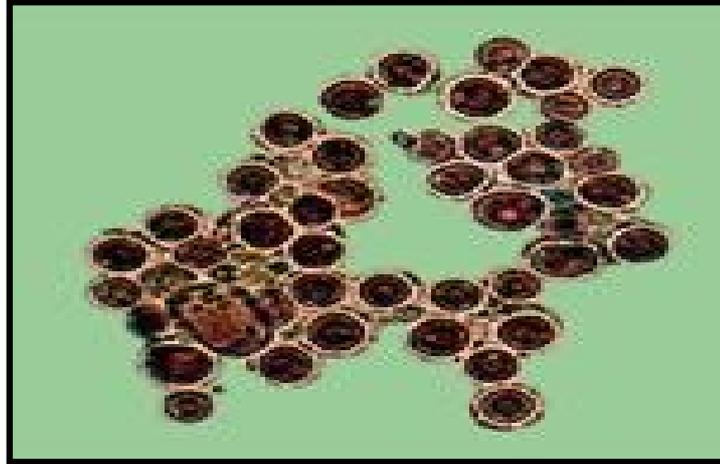
Fitoplankton, seperti halnya organisme lain memiliki mekanisme perlindungan untuk mempertahankan kehidupannya. Menurut Connel Des W. (1990), mekanisme perlindungan ini melibatkan pembentukan kompleks-kompleks logam dengan protein dalam sel, sehingga logam dapat terakumulasi dalam sel tanpa mengganggu aktivitasnya. Pada konsentrasi logam yang tinggi, akumulasi dapat mengganggu pertumbuhan sel, karena sistem perlindungan organisme tidak mampu mengimbangi efek toksisitas logam.

Fitoplankton mempunyai dinding sel yang menutup seluruh permukaan tubuhnya. Dinding sel fitoplankton dinoflagellata mengandung selulosa dan berbagai glikoprotein namun pada kelompok diatom tersusun dari silika (Boney, 1983). Dinding sel fitoplankton terdiri atas berbagai senyawa organik seperti protein, polisakarida, asam alginat dan asam uronat yang dapat berikatan dengan logam (Greene, dkk., 1986).

Porphyridium cruentum adalah salah satu jenis fitoplankton dari kelompok dinoflagelata yang merupakan organisme merah bersel satu termasuk kelas Rhodophyceae, hidup bebas atau berkoloni yang terikat dalam mucilago. Senyawa mucilago dieksresikan secara konstan oleh sel membentuk sebuah kapsul yang mengelilingi sel. Mucilago merupakan polisakarida sulfat yang bersifat larut dalam air (Reboloso, dkk., 2000).

Sel *Porphyridium cruentum* berbentuk bulat dengan diameter 4 – 9 μm . Struktur selnya terdiri dari sebuah nukleus (inti), kloroplas, badan golgi, mitokondria, lendir, pati, dan vesikel. *Porphyridium cruentum* dapat hidup di berbagai habitat alam seperti air laut, air tawar, maupun pada permukaan tanah

yang lembab dan membentuk lapisan kemerah-merahan yang sangat menarik. Struktur sel *Porphyridium cruentum* dapat dilihat pada Gambar 1 (Boney, 1983):.



Gambar 1. Struktur sel fitoplankton *Porphyridium cruentum*
Adapun sistematika dan morfologi fitoplankton *Porpyridium cruentum*

menurut Boney dalam Delviana (2010), sebagai berikut:

Filum	: Rhodophyta
Kelas	: Rhodophyceae
Ordo	: Bangiales
Subordo	: Porpyridaceae
Genus	: Porpyridium
Spesies	: <i>Porphyridium cruentum</i>

2.9.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Fitoplankton

Menurut Uju dan Wahyuni (2007), fitoplankton merupakan tanaman yang efisien dalam menangkap dan memanfaatkan energi matahari dan CO₂ untuk keperluan fotosintesis. Pertumbuhan fitoplankton dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan medium, diantaranya: ketersediaan nutrien, suhu, salinitas, pH, CO₂, dan intensitas cahaya dalam medium (Kullenberg, 1987).

Harrison dan Berges (2005) menyatakan bahwa salah satu cara untuk meningkatkan pertumbuhan fitoplankton adalah dengan mengontrol kandungan nutrisi, baik makro maupun mikro pada lingkungan media tempat tumbuhnya.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan spesifik fitoplankton antara lain: medium kultur, temperatur, intensitas cahaya, karbondioksida, salinitas dan keasaman air laut (Delviana, 2010).