

**PENGARUH pH TERHADAP KARAKTER PERTUKARAN ION PADA  
BIOSORPSI ION KROM (III) OLEH BIOMASSA (*Cladhopora fracta*)  
TERIMOBILISASI DAN TERMODIFIKASI**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh  
Gelar Sarjana Strata Satu*



**Oleh:**

**WIDYA CORNELYA**

**2007-84280**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2011**

## HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Dengan ini menyatakan bahwa:

Nama : Widya Cornelya  
NIM/BP : 84280/2007  
Program Studi : Kimia  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Dengan judul skripsi:

**PENGARUH pH TERHADAP KARAKTER PERTUKARAN ION PADA  
BIOSORPSI ION KROM (III) OLEH BIOMASSA *Cladhopora fracta*  
TERIMOBILISASI DAN TERMODIFIKASI**

**Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi**

**Program Studi Kimia Jurusan Kimia**

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

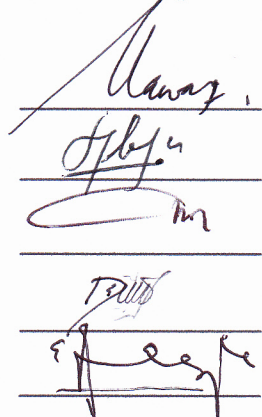
**Universitas Negeri Padang**

**Padang, 5 Agustus 2011**

**Tim Penguji**

**Tanda Tangan**

Ketua : Dr. Mawardi, M.Si  
Sekretaris : Dra. Sri Benti Etika, M.Si  
Anggota : Drs. Amrin, M.Si  
Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si  
Edi Nasra, S.Si, M.Si



The block contains four handwritten signatures, each written over a horizontal line. The signatures are in black ink and appear to be cursive or semi-cursive. The first signature is the most prominent, followed by the second, third, and fourth.

## HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

### PENGARUH pH TERHADAP KARAKTER PERTUKARAN ION PADA BIOSORPSI ION KROM (III) OLEH BIOMASSA *Cladhopora fracta* TERIMOBILISASI DAN TERMODIFIKASI

Nama : Widya Cornelya  
NIM/BP : 84280/2007  
Program Studi : Kimia  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 5 Agustus 2011

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I



Dr. Mawardi, M.Si  
NIP.19611123 198903 1 002

Dosen Pembimbing II



Dra. Sri Benti Etika, M.Si  
NIP. 19620913 198803 2 002

**WIDYA CORNELYA (2011) : PENGARUH pH TERHADAP KARAKTER  
PERTUKARAN ION PADA BIOSORPSI  
ION KROM (III) OLEH BIOMASSA  
*Cladophora Fracta* TERIMMOBILISASI  
DAN TERMODIFIKASI**

**ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian mengenai karakter pertukaran ion pada biomassa alga hijau *Cladophora fracta* yang terimmobilisasi dan termodifikasi terhadap biosorpsi ion krom (III). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh pH terhadap karakter pertukaran ion, serta mengetahui peranan gugus fungsi karboksilat pada penyerapan ion krom (III) oleh biomassa *Cladophora fracta* yang telah terimmobilisasi dan termodifikasi. Proses biosorpsi ion logam kromium dilakukan dengan metoda kolom. Analisis kromium dilakukan dengan Spektrofotometri Serapan Atom. Variasi pH larutan awal yang digunakan adalah 1, 2, 3, 4, dan 5. Banyaknya krom (III) yang terserap ditentukan dengan menghitung selisih antara konsentrasi krom (III) yang terdapat dalam larutan sebelum dan setelah proses biosorpsi berlangsung. Karakterisasi gugus fungsi yang ada pada biomassa *Cladhopora fracta* ditentukan dengan FTIR (*Fourier Transform InfraRed*). Dari penelitian yang dilakukan diperoleh hasil optimum untuk pengaruh pH terhadap penyerapan ion krom (III) adalah pada pH 4 yaitu 6.191 mg/g. Begitu juga pada pertukaran ion yaitu 4.16 mg/g ion Ca tergantikan pada pH 4 tersebut.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kesempatan dan kesehatan kepada penulis untuk menyusun skripsi yang berjudul ***"Pengaruh pH Terhadap Karakter Pertukaran Ion Pada Biosorpsi Ion Krom (III) oleh Biomassa Cladophora Fracta Terimmobilisasi dan Termodifikasi"***

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Mawardi, M.Si selaku pembimbing I
2. Ibu Dra. Sri Benti Etika, M. Si selaku pembimbing II dan sekaligus pembimbing akademik
3. Bapak Drs.Amrin, M.Si, Ibu Desi Kurniawati M.Si, Bapak Edi Nasra, S.Si, M.Si selaku dosen penguji
4. Bapak Drs. Zul Afkar, M.S, selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNP
5. Bapak Drs. Nazir KS, M.Pd, M.Si, selaku ketua prodi kimia
6. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian proposal ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Skripsi ini telah dibuat berdasarkan panduan penulisan skripsi. Namun, untuk kesempurnaan skripsi ini diharapkan kritikan dan saran dari pembaca. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Padang, Agustus 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                    | Halaman |
|----------------------------------------------------|---------|
| ABSTRAK .....                                      | i       |
| KATA PENGANTAR .....                               | ii      |
| DAFTAR ISI .....                                   | iii     |
| DAFTAR TABEL .....                                 | v       |
| DAFTAR GAMBAR .....                                | vi      |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                              | vii     |
| BAB I PENDAHULUAN                                  |         |
| A. Latar belakang .....                            | 1       |
| B. Perumusan masalah.....                          | 3       |
| C. Batasan masalah .....                           | 3       |
| D. Tujuan penelitian .....                         | 4       |
| E. Manfaat penelitian .....                        | 4       |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA                            |         |
| A. Alga Hijau ( <i>Cladophora Fracta</i> ) .....   | 5       |
| B. Biosorpsi .....                                 | 8       |
| C. Kromium .....                                   | 11      |
| D. Immobilisasi .....                              | 13      |
| E. Natrium Silikat .....                           | 14      |
| F. Modifikasi Gugus-Gugus Fungsional .....         | 14      |
| G. Pertukaran Ion .....                            | 15      |
| H. Spektroskopi Serapan Atom (SSA) .....           | 16      |
| I. <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR) ..... | 19      |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN                      |         |
| A. Waktu dan tempat .....                          | 22      |
| B. Objek penelitian .....                          | 22      |
| C. Alat dan bahan .....                            | 22      |

|                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| D. Pembuatan reagen .....                                                                                                           | 23 |
| E. Metode penelitian .....                                                                                                          | 23 |
| <br>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN                                                                                                     |    |
| A. Pengaruh variasi pH terhadap penyerapan ion logam Cr(III) .....                                                                  | 27 |
| B. Peranan gugus fungsi karboksilat terhadap penyerapan ion Cr (III) pada<br>biomassa C. Fracta tertreatmen dan termodifikasi.....  | 29 |
| C. Karakterisasi Pertukaran ion $\text{Ca}^{2+}$ dengan logam Cr(III) pada biomassa<br>C.fracta tertreatmen dan termodifikasi ..... | 32 |
| <br>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN                                                                                                      |    |
| A. Kesimpulan .....                                                                                                                 | 38 |
| B. Saran .....                                                                                                                      | 38 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                                                                                                | 39 |
| LAMPIRAN .....                                                                                                                      | 41 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Saat ini permasalahan lingkungan merupakan aspek yang menjadi perhatian utama banyak pihak, terutama masalah pencemaran lingkungan akibat limbah industri mengandung logam berat. Pencemaran tersebut pada umumnya berasal dari industri penyepuhan logam, tekstil, barang jadi lateks, serta industri lain yang menggunakan bahan baku mengandung logam berat.

Keberadaan logam berat di lingkungan yang melebihi ambang batas akan merusak lingkungan dan menimbulkan masalah kesehatan bagi makhluk hidup di lingkungan tersebut. Salah satu logam yang terdapat pada limbah hasil kegiatan-kegiatan industri adalah logam kromium. Kromium merupakan logam yang penggunaannya sangat luas dan berbahaya bagi lingkungan (Hubeey, *et al*, 1993). Jika tubuh tercemar oleh Cr(III) dalam jangka waktu yang panjang dapat menyebabkan reaksi alergi kulit dan kanker (Sengupta and Clifford, 1986; Anderson, 1997).

Metode yang umum digunakan untuk mengurangi logam berat dari air limbah meliputi proses pengendapan secara kimia, filtrasi, penguapan dan pemisahan dengan menggunakan membran. Meskipun metode-metode diatas dapat memisahkan logam, namun cara tersebut tidak ekonomis dan sisa akhir reaksi yang bersifat racun (Gardea,1996). Metoda lain untuk pemisahan logam berat adalah menggunakan biomassa untuk adsorpsi air limbah, biomassa

mampu mengikat logam berat dan tidak mencemari lingkungan (Hameed, 2006,). Biomassa yang biasa digunakan salah satunya adalah alga (Bunluesin, 2007).

Pada proses penyerapan logam oleh biomasa alga melibatkan ikatan ion dan kovalen antara logam dengan biopolimer, diantaranya protein dan polisakarida, sebagai sumber gugus fungsional yang berperan penting dalam mengikat ion logam. Gugus ligan yang tersedia merupakan gugus bermuatan negatif seperti karboksilat, fosfodiester, fosfat dan tiolat atau gugus amida yang berkoordinasi membentuk kompleks dengan atom pusat melalui pasangan elektron bebas (Gadd, 1990 hal.426)

Salah satu interaksi dalam biosorpsi adalah pertukaran ion. Pada pertukaran ion berlangsung proses yang melibatkan ion-ion terserap pada suatu biomassa, kemudian ditukar dengan ion-ion lain yang berada dalam larutan. Ion-ion yang biasa dipertukarkan adalah  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  dan  $Mg^{2+}$ . Proses ini merupakan suatu fenomena tarik menarik antara permukaan sel yang bermuatan dengan molekul-molekul yang bersifat polar. Ion-ion dipindahkan dari larutan dan digantikan dengan perbandingan jumlah ion dalam bentuk ion lainnya. Dan dalam biosorpsi salah satu gugus fungsi yang berperan besar terhadap interaksi pertukaran ion adalah karboksilat.

Dalam proses biosorpsi pH merupakan faktor yang paling penting karena mempengaruhi sifat kimia logam dalam larutan, aktivitas gugus fungsional dari biomaterial dan kompetisi antara ion-ion logam, serta pH merupakan parameter yang dapat mempengaruhi kelarutan ion logam dalam

larutan, kemampuan ion logam lain untuk mengikat pada permukaan biomassa dan mempengaruhi muatan pada permukaan biomassa selama reaksi berlangsung.

Berdasarkan uraian di atas maka dalam penelitian ini akan dibahas pengaruh pH terhadap karakter pertukaran ion pada biosorpsi ion  $\text{Cr}^{3+}$  oleh biomassa alga hijau (*Chladophora fracta*) serta peranan gugus karboksilat yang diselidiki dengan modifikasi. Pengukuran konsentrasi ion logam pada semua perlakuan diukur dengan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dan untuk mengkarakterisasi gugus-gugus fungsi pada biomassa yang terimobilisasi dan termodifikasi digunakan FT-IR.

#### **B. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah penelitian ini adalah “Bagaimanakah pengaruh pH terhadap karakter pertukaran ion serta pengaruh modifikasi gugus fungsi terhadap kemampuan biosorpsi ion krom (III)”?

#### **C. Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini diberi batasan masalah hanya untuk menentukan variasi pH dan pengaruh modifikasi gugus karboksilat.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan :

1. Mempelajari pengaruh pH terhadap karakteristik pertukaran ion pada biomassa *C.fracta* terimobilisasi.

2. Mengetahui jumlah serapan ion Cr (III) dan pertukaran ion Ca pada biosorpsi ion Cr (III) dengan biomassa *C.fracta* terimobilisasi pada pH optimum.
3. Mengetahui pengaruh modifikasi gugus karboksilat terhadap biosorpsi ion Cr (III).

#### **E. Manfaat Penelitian**

Setelah mempelajari biosorpsi ion Kromium (III) oleh *Cladophora fracta* terimobilisasi dengan natrium silikat, maka diharapkan dapat memberikan informasi tentang :

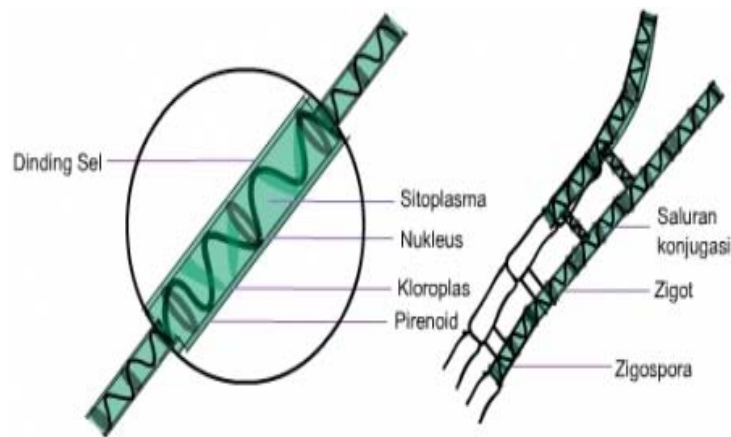
1. Karakteristik biosorpsi ion kromium (III) oleh *Cladophora fracta* yang diimmobilisasi dengan natrium silikat
2. Pengaruh pH serta modifikasi gugus fungsi karboksilat, sehingga bisa menjadi landasan untuk penelitian berikutnya

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Alga Hijau (*Cladophora fracta*)

Alga hijau *C. fracta* adalah divisi dari *Clorophyta* merupakan tanaman menyerupai protista ditemukan pada kingdom protista. Protista adalah suatu eukariotik, organisme uniselular ataupun multiselular. Seperti tanaman, alga hijau mempunyai chloroplast, dan selnya dikuatkan dengan dinding sel. Alga hijau adalah organisme perairan yang berkembang biak dengan fotosintesis, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1: Struktur Alga hijau

Ditinjau secara biologi, alga merupakan kelompok tumbuhan yang berklorofil yang terdiri dari satu atau banyak sel dan berbentuk koloni. Alga mengandung bahan-bahan organik seperti polisakarida, hormon, vitamin, mineral, dan juga senyawa bioaktif (Zaifbio, 2009 dalam Heric 2010)

Dinding sel tersusun atas dua lapisan, lapisan bagian dalam tersusun oleh selulosa yang dapat memberikan sifat keras pada dinding sel dan lapisan luar adalah pektin. Tetapi beberapa alga bangsa *volvocales* dindingnya tidak mengandung selulosa, melainkan tersusun oleh glikoprotein.

Ganggang hijau / Chlorophyta adalah salah satu kelas dari ganggang berdasarkan zat warna atau pigmentasinya. Ganggang hijau ada yang bersel tunggal dan ada pula yang bersel banyak berupa benang, lembaran atau membentuk koloni. Spesies ganggang hijau yang bersel tunggal ada yang dapat berpindah tempat, tetapi ada pula yang menetap

Menurut penelitian Afrizal, dkk dalam Mawardi (2001), Alga hijau *C. fracta* merupakan salah satu kelompok dari alga mat yang hidup melekat pada berbagai substratum seperti batu atau kerikil, baik pada perairan mengalir maupun tergenang dan dapat membentuk hamparan massa alga yang menutupi dasar dan permukaan sungai. Alga hijau adalah bagian dari fitoplankton perairan segar, yang mana menghasilkan energi yang mempertahankan keseluruhan komunitas organisme. Alga hijau tidak hanya sebagai penyedia makanan, tapi mereka juga berperan sebagai peranan kunci dalam ekosistem aliran sungai karena mereka menghasilkan oksigen.

Sel-sel alga hijau mempunyai kloroplas yang berwarna hijau yang mengandung klorofil a dan klorofil b. Alga hijau terdiri atas sel-sel kecil yang merupakan koloni berbentuk benang atau tidak bercabang. Biasanya alga hijau hidup di air tawar dan air laut terutama dekat pantai (Gadd, 1990).

Biomassa alga dari beberapa spesies alga efektif untuk mengikat ion logam pada lingkungan aquatik. Beberapa spesies alga yang umumnya dimanfaatkan biomasnya adalah dari jenis alga coklat dan alga hijau seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alga Hijau *C. fracta*.

Klasifikasi dari alga hijau *C. fracta* yang diperoleh dari perairan Batang Air Dingin, Lubuk Minturun di Kodya Padang:

Divisi : Chlorophyta

Klas : Chlorophyceae

Ordo : Cladophorales

Famili : Cladophoraceae

Spesies: *Chladophora fracta*

(Lab. Taksonomi tumbuh-tumbuhan UNAND)

Komposisi kimia alga hijau mengandung senyawa – senyawa biopolymer, diantaranya protein dan polisakarida sebagai sumber gugus yang berperan penting dalam mengikat ion logam. Gugus fungsional yang tersedia

merupakan gugus bermuatan negative seperti karboksil, karbonil, dan amina yang berikatan koordinasi membentuk kompleks dengan atom pusat logam melalui pasangan elektron bebas (Gadd, 1990).

## **B. Biosorpsi**

Biosorpsi dapat didefinisikan sebagai proses penyerapan logam yang terjadi pada permukaan dinding sel, terjadi melalui mekanisme kimia dan fisika, seperti pertukaran ion, pembentukan kompleks dan adsorpsi (Mawardi, 2008). Proses penyerapan logam berat oleh mikroorganisme dapat terjadi melalui penyerapan yang tidak tergantung pada metabolisme (metabolisme-independen) dan penyerapan logam yang bergantung pada metabolisme (metabolisme-dependent), (Mawardi, 2008).

Penangkapan ion-ion logam oleh bahan-bahan biologi (biomaterial) diyakini terjadi melalui proses yang melibatkan gugus-gugus fungsional pada makromolekul permukaan sel seperti protein, polisakarida, kitin, kitosan dan biopolymer lain yang terdapat dalam biomassa tersebut. Gugus fungsional yang dimaksud meliputi gugus amina, karboksil, hidroksil, dan fosfat (Gardea-Torresday, 1990).

Penyerapan logam melibatkan ikatan ion dan kovalen dengan biopolimer. Protein dan polisakarida berfungsi sebagai sumber gugus fungsional yang berperan penting dalam mengikat ion logam. Gugus ligan yang tersedia merupakan gugus bermuatan negatif seperti karboksilat, fosfat, fosfodiester dan tiolat atau gugus amida yang berkoordinasi dengan atom pusat logam melalui pasangan elektron bebas (Mawardi, 2008).

Interaksi kation logam dengan biomaterial terjadi dengan kuat dan relatif tidak spesifik. Interaksi-interaksi tersebut meliputi: (1) interaksi ionik, terjadi antara kation logam dengan gugus fungsi makromolekul permukaan dinding sel, (2) interaksi polar, terjadi bila polisakarida penyusun dinding sel biomaterial dapat membentuk kompleks dengan ion logam transisi melalui interaksi dipol-dipol antara kation logam dengan gugus polar seperti  $\text{-OH}$ ,  $\text{-NH}_2$ , dan  $\text{C=O}$ , (3) interaksi gabungan dan berganda, terjadi bila logam-logam berat terikat pada sebagian besar protein dan mengubah sifat protein tersebut (Mawardi,2006).

Pearson mengemukakan suatu prinsip yang disebut *Hard and Soft Acid Base* (HSAB). Menurutny sisi aktif pada permukaan biosorben dapat dianggap sebagai ligan yang dapat mengikat logam secara selektif. Ligan-ligan dengan atom yang sangat elektronegatif dan berukuran kecil merupakan basa kuat sedangkan ligan-ligan dengan elektron terluarnya mudah terpolarisasi merupakan basa lemah. Sedangkan ion-ion logam yang berukuran kecil namun bermuatan positif besar, elektron terluarnya tidak mudah terpengaruh oleh ion dari luar, termasuk asam kuat, sedangkan ion-ion logam yang berukuran besar dan bermuatan kecil, elektron terluarnya mudah terpengaruh oleh ion lain, dikelompokkan ke dalam asam lemah. Menurut prinsip HSAB Pearson, asam keras akan berinteraksi dengan basa keras membentuk kompleks yang stabil, demikian juga asam lunak akan membentuk kompleks paling stabil dengan basa lunak. Interaksi asam kuat dengan basa kuat merupakan interaksi ionik, sedangkan interaksi asam lemah

dengan basa lemah merupakan interaksi yang lebih bersifat kovalen. Pengelompokan asam-basa lewis menurut prinsip HSAB Pearson diuraikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Asam-Basa Keras Dan Lunak

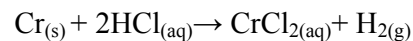
| Asam keras                                                                                                                                                            | Antara                                                                               | Asam lunak                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $H^+$ , $Na^+$ , $K^+$ , $Be^{2+}$ ,<br>$Mg^{2+}$ , $Ca^{2+}$ , $Mn^{2+}$ , $Li^{2+}$ ,<br>$Al^{3+}$ , $Cr^{3+}$ , $Co^{3+}$ , $Fe^{3+}$ ,<br>$As^{3+}$               | $Fe^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Ni^{2+}$ , $Cu^{2+}$ ,<br>$Zn^{2+}$ , $Pb^{2+}$ , $Sn^{2+}$ | $Cu^+$ , $Ag^+$ , $Au^+$ , $Ti^+$ ,<br>$Hg^{2+}$ , $CH_3Hg^+$ , $Cd^{2+}$ ,<br>$Pt^{2+}$ , $Pd^{2+}$                                            |
| Basa keras                                                                                                                                                            | Antara                                                                               | Basa lunak                                                                                                                                      |
| $H_2O$ , $OH^-$ , $F^-$ , $Cl^-$ , $PO_4^{3-}$ ,<br>$SO_4^{2-}$ , $CO_3^{2-}$ , $ROH$ ,<br>$RO^-$ , $NO_3^-$ , $NH_3$ , $RNH_2$ ,<br>$CH_3COO^-$ , $R_2O$ , $ClO_4^-$ | $Br^-$ , $NO_2^-$ , $SO_3^{2-}$ , $N_3^-$ ,<br>$C_6H_5NH_2$ , $C_6H_5N$ , $N_2$      | $RSH$ , $SCN^-$ , $RS^-$ , $S_2O_3^{2-}$ ,<br>$C_2H_4$ , $C_6H_6$ , $H^-$ , $CO$ ,<br>$H_2S$ , $CN^-$ , $R_3O$ , $I^-$ ,<br>$(RO)_3P$ , $R_3As$ |

(Sumber: Wood and Wang, 1983 dalam Mawardi, 2008)

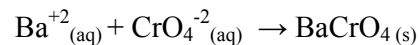
Biomassa yang digunakan dalam proses biosorpsi dapat berasal dari organisme atau makhluk hidup yang dapat ditemukan dalam jumlah banyak di alam dan organisme yang dapat tumbuh dengan cepat terutama yang dikembangkan untuk tujuan proses biosorpsi. Biosorben yang telah disiapkan atau diperoleh dari sumber alam seperti alga, jamur dan bakteri kemudian dicuci dengan asam, basa atau campuran keduanya kemudian dikeringkan dan biosorben siap untuk digunakan.

### C. Kromium ( Cr )

Kromium merupakan salah satu unsur logam dengan nomor atom 24 dan berat atom 51,996. Logam Cr murni tidak pernah ditemukan di alam, tetapi dalam bentuk persenyawaan padat atau mineral dengan unsur lain dan paling banyak ditemukan dalam bentuk kromit ( $\text{FeOCr}_2\text{O}_3$ ). Kromium adalah logam kristalin berwarna putih, tidak begitu liat dan tidak dapat ditempa, melebur pada suhu  $1765^\circ\text{C}$ . Krom larut dalam asam klorida encer dan pekat (Vogell, 1990)



Untuk mengetahui kandungan ion kromat dalam suatu zat cair, dapat dilakukan uji dengan penambahan larutan barium nitrat atau barium klorida. Hasil dari uji ini adalah adanya endapan kuning barium kromat, dengan reaksi sebagai berikut :



Kandungan krom yang melebihi ambang batas berdampak buruk pada makhluk hidup, kadar krom maksimal yang dibolehkan terdapat dalam air minum adalah 0,02 ppm. Sifat racun yang dibawa logam ini dapat menyebabkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis.

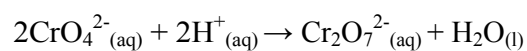
Berdasarkan sifat kimianya, dalam persenyawaan logam Cr memiliki bilangan oksidasi +2, +3, +6. Logam Cr tidak dapat teroksidasi oleh udara yang lembab, pada suhu tinggi logam Cr cair teroksidasi dalam jumlah yang sangat sedikit. Tetapi dalam udara yang mengandung  $\text{CO}_2$  dan konsentrasi tinggi, logam Cr teroksidasi membentuk  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Sesuai dengan tingkat valensi

yang dimilikinya. Logam atau ion kromium yang telah membentuk senyawa, mempunyai sifat-sifat yang berbeda sesuai dengan tingkat ionisasinya.

Senyawa yang terbentuk dari logam  $\text{Cr}^{2+}$  akan bersifat basa, senyawa yang terbentuk dari ion logam  $\text{Cr}^{3+}$  bersifat amfoter dan senyawa yang terbentuk dari logam  $\text{Cr}^{6+}$  akan bersifat asam. Suhendrayatna (2001) Kromium bervalensi tiga merupakan bentuk yang umum di jumpai di alam dan dalam material biologis kromium berbentuk valensi tiga, karena kromium bervalensi enam merupakan salah satu material pengoksidasi tinggi. Kromium (VI) memiliki sifat racun yang sangat tinggi dibandingkan kromium (III).

Kromium (III) umumnya hanya toksik terhadap tumbuh-tumbuhan pada konsentrasi yang tinggi, kurang toksik bahkan non toksik terhadap binatang. Walaupun  $\text{Cr(III)}$  kurang toksik dibandingkan  $\text{Cr(VI)}$ , jika tubuh terpapar oleh  $\text{Cr(III)}$  dalam jangka waktu yang panjang dapat menyebabkan reaksi alergi kulit dan kanker (Sengupta and Clifford, 1986; Anderson, 1997).

Dalam kromat ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) atau dikromat ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ), anion kromium berupa heksavalen (Vogell, 1990). Ion kromat ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) dalam suasana asam akan menimbulkan sifat oksidator kuat. Ion kromat berwarna kuning sedangkan dikromat berwarna jingga. Kromat mudah diubah menjadi dikromat dengan penambahan asam, seperti :



Krom telah banyak ditemukan secara luas dalam kehidupan manusia. Banyak digunakan sebagai bahan pelapis (Plating) pada berbagai macam peralatan. Krom dapat digunakan sebagai alloy, misalnya dengan nikel, mangan dan besi. Krom dalam bentuk kromat dan dikromat banyak digunakan dalam industri.

#### **D. Immobilisasi**

Immobilisasi merupakan salah satu metoda yang sedang dikembangkan pada saat ini. Metoda immobilisasi ini sangat baik dalam mempertahankan kemampuan biomassa untuk menyerap logam-logam yang dihasilkan pada proses industri. Immobilisasi merupakan suatu modifikasi untuk meniru keadaan asalnya dalam menjadi keadaan yang terikat pada membran / partikel-partikel didalam sel dengan tetap mempertahankan aktivitas katalitiknya sehingga dapat digunakan berulang-ulang dan kontinu. Mikroorganisme yang diimmobilisasi mempunyai resistivitas mekanik yang kuat dan memperbesar kemampuan mengikat logam yang kuat jika dibandingkan dengan sel bebas. (Maricel, 2007).

Salah satu immobiler yang digunakan dalam immobilisasi biomassa yaitu silika. Biomassa yang diimmobilisasi dengan silika akan memberikan kelebihan dalam stabilitas serta penggunaannya yang berulang-ulang (Gupta, 2000).

### E. Natrium silikat

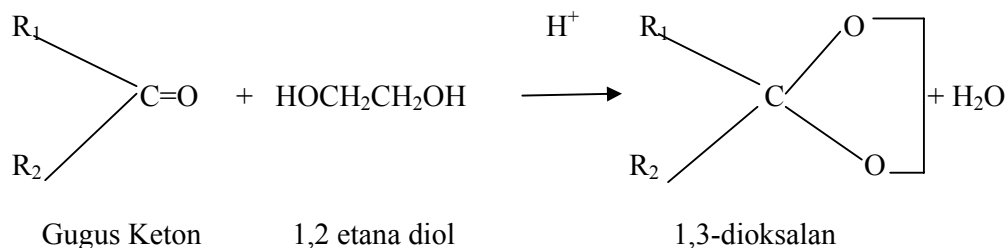
Natrium Silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dikenal dengan kaca air yang merupakan nama umum untuk senyawa natrium metasilikat, senyawa ini dijumpai dalam bentuk padatan dan cairan.

Senyawa ini adalah salah satu dari beberapa senyawa yang mengandung natrium oksida dan silica atau campuran natrium silikat. Natrium silikat stabil dalam larutan netral dan alkali, sedangkan dalam larutan asam ion silikat akan bereaksi dengan ion hidrogen membentuk asam silikat yang dengan pemanasan dan pengadukan membentuk silika gel (Anonim, 2010).

### F. Modifikasi Gugus-Gugus Fungsional

Apabila suatu biosorben mengandung beberapa gugus fungsional yang reaktif terhadap suatu pereaksi (logam), maka untuk melihat peranan gugus-gugus fungsional tersebut dalam reaksi dapat dilakukan dengan cara memodifikasi gugus fungsi dimaksud kemudian diamati pengaruh modifikasi itu terhadap hasil reaksi (jumlah logam yang terserap).

Reaksi gugus karbonil dengan 1,2 etana diol dengan adanya katalis akan menghasilkan 1,3-dioksalan.





total adalah jumlah gugus yang dapat dipertukarkan dalam kolom (Khopkar, 1985)

## H. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

SSA digunakan untuk analisis kuantitatif unsur-unsur logam dalam jumlah renik karena mempunyai kepekaan tinggi. Cara analisis dengan alat ini akan didapatkan kadar total unsur dalam cuplikan. Untuk analisis suatu logam dapat dilakukan dengan campuran unsur-unsur lain tanpa dilakukan pemisahan terlebih dahulu (Underwood, 1999).

### 1. Prinsip Dasar SSA.

Prinsip kerja metode ini mirip dengan metode fotometri nyala api tetapi sumber energi berupa lampu katoda berongga (*Hollow Cathode Lamp*). Sedang nyala pembakar berguna untuk mengaktifkan atom-atom logam sebelum menyerap energi. Metode ini dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi hampir semua logam yang ada dalam Sistem Periodik Unsur .

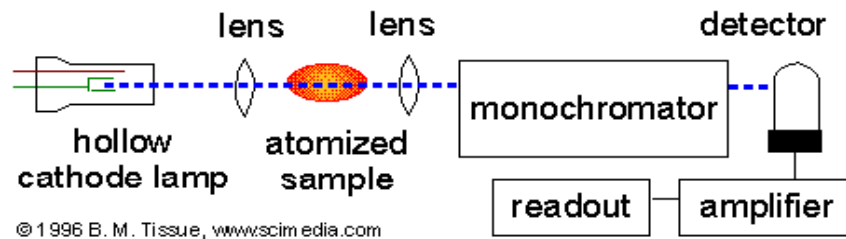
### 2. Prinsip Pelaksanaan SSA.

Larutan cuplikan diambil melalui kapiler dan disempurnakan sebagai kabut halus dalam nyala api yang berbentuk memanjang. Setelah cuplikan dalam kabut halus mengalami berbagai proses dalam nyala api, maka akhirnya unsur logam yang dianalisis timbul sebagai atom-atom netral yang masih berada dalam keadaan dasarnya. Atom-atom tersebut kemudian disinari dengan sinar yang karakteristik untuknya sehingga terjadi adsorpsi sinar oleh atom-atom logam. Adsorbansi

berbanding lurus dengan konsentrasi unsur logam yang di analisis.

Absorpsi sinar oleh atom-atom logam terjadi didalam nyala api.

SSA merupakan alat yang tersusun atas sumber energi, lensa nyala, gas bahan bakar,  $O_2$ , detektor seperti Gambar 3



Gambar 3. Skema alat Spektrofotometer Serapan Atom  
(Sumar Hendayana, 1994 )

Spektrofotometer serapan atom terdiri dari lima komponen dasar, yaitu sumber sinar, sinar pengatoman, monokromator, detektor dan sistem pembacaan.

#### 1. Sumber sinar

Sumber sinar yang digunakan untuk pengukuran secara spektrofotometri serapan atom adalah *hollow cathode* dan setiap pengukuran logam harus menggunakan *hollow cathode* khusus. *Hollow cathode* akan memancarkan energi radiasi yang sesuai dengan energi yang diperlukan untuk transisi elektron atom. *Hollow cathode* terdiri dari tungsten (bermuatan positif) dan katoda silindris (bermuatan negatif). Kedua elektroda tersebut berada di dalam sebuah tabung gelas yang berisi gas neon (Ne) atau gas argon (Ar) dengan tekanan 1-5 Torr.

## 2. Sistem pengatoman

Pada sistem pengatoman unsur yang akan dianalisis diubah bentuknya dari bentuk ion menjadi atom bebas.

## 3. Monokromator

Monokromator berfungsi untuk meneruskan panjang gelombang emisi dari lampu katoda berongga yang diabsorpsi paling kuat oleh atom-atom di dalam nyala api (panjang gelombang maksimum) dan menahan garis-garis emisi lain dari lampu katoda berongga yang tidak digunakan untuk analisis.

## 4. Detektor

Detektor berfungsi mengubah energi sinar menjadi energi listrik. Energi yang dihasilkan dapat menggerakkan jarum (bila sistem pembacaannya merupakan sistem jarum), akan mengeluarkan angka digital, atau menggerakkan pen pada recorder maupun menampilkan angka pada layar monitor.

## 5. Sistem pembacaan

Sistem pembacaan pada SSA sangat bervariasi dan tergantung pada keperluan. Untuk analisis raksa maupun pengatoman dengan tungku grafik, yang diperlukan adalah sistem pembacaan recorder atau monitor komputer. Tetapi untuk unsur lain, terutama pengatoman dengan nyala data sistem pembacaan digital atau printer sangat berguna.

Cuplikan yang di ukur biasanya berupa larutan dengan pelarut air. SSA ini mampu mengukur lebih kurang 60 logam, termasuk logam alkali dan alkali tanah (Sumar Hendayana, 1994:235).

Hubungan antara adsorben dengan konsentrasi unsur logam yang dianalisis dinyatakan dengan hukum *Lambert Beer* sebagai berikut :

$$A = - \log \frac{P_0}{P_t} = a.b.C$$

Dimana :

A = Adsorbansi

$P_0$  = Intensitas sinar mula-mula.

$P_t$  = Intensitas sinar akhir.

a = Absorptivitas

b = Panjang sel yang digunakan(jalannya sinar dalam nyala).

C = Konsentrasi atom logam.

(Sumar Hendayana,1994:139,)

## I. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

Instrumen yang digunakan untuk mempelajari serapan atau emisi radiasi elektromagnetik sebagai fungsi dari panjang gelombang disebut “spektrofotometer” atau spektrometer. Pada dasarnya Spektrofotometer FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) adalah sama dengan Spektrofotometer IR dispersi, yang membedakannya adalah pengembangan pada sistim optiknya sebelum berkas sinar infra merah melewati contoh. Dasar pemikiran dari Spektrofotometer FTIR adalah dari persamaan gelombang (deret Fourier)

yang dirumuskan oleh Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830) seorang ahli matematika dari Perancis.

Komponen-komponen pokok dari spektrofotometer meliputi :

1. Sumber tenaga radiasi yang stabil
2. Sistem yang terdiri dari lensa-lensa, cermin, celah-celah, dan lain-lain.
3. Monokromator untuk mengubah radiasi menjadi komponen-komponen panjang gelombang tunggal.
4. Detektor radiasi yang dihubungkan dengan sistem meter atau pencatat

Sumber tenaga radiasi yang ideal untuk pengukuran serapan menghasilkan spektrum kontinu dengan intensitas yang sama pada keseluruhan kisaran panjang gelombang yang digunakan. Sumber radiasi terlihat dan radiasi infra merah dekat yang biasa digunakan adalah lampu filamen tungsten. Filamen dipanaskan oleh sumber arus searah (DC), atau oleh baterai. Filamen tungsten menghasilkan radiasi kontinu dalam daerah antara 350 dan 2500 nm dan memberikan beberapa bilangan gelombang dan spektrum yang muncul seperti pada tabel berikut

Tabel 2. Daerah Serapan Inframerah Khas Beberapa gugus Fungsi

| <b>Tipe vibrasi</b>            | <b>Frekuensi</b> | <b>Panjang gelombang</b> | <b>Intensitas</b> |
|--------------------------------|------------------|--------------------------|-------------------|
| C – H alkana (rentangan)       | 3000 – 2850      | 3,33 – 3,51              | s                 |
| -CH (bengkokan)                | 1450 dan 1375    | 6,9 dan 7,27             | m                 |
| -CH <sub>2</sub> - (bengkokan) | 1465             | 683                      | m                 |
| Alkena (rentangan)             | 3100 – 3000      | 3,23 – 3,33              | m                 |
| (serapan keluar bidang )       | 1000 – 650       | 10,0 – 15,3              | s                 |
| Aromatik (rentangan )          | 3159 – 3050      | 3,17 – 3,28              | s                 |
| Alkuna (rentangan)             | ± 330            | + 3,03                   | s                 |
| Aldehid                        | 2900 – 2800      | 3,45 – 3,57              | w                 |
|                                | 2800 – 2700      | 3,57 – 3,70              | w                 |
| C=C alkena                     | 1680 – 1600      | 5,95 – 6,25              | m-w               |

|                                                                  |               |               |     |
|------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|-----|
| Aromatik                                                         | 1600 – 1475   | 6,25 dan 6,78 | m-w |
| C≡C alkuna                                                       | 2250 – 2100   | 4,44 – 4,75   | m-w |
| C=O aldehid                                                      | 1740 – 1720   | 5,75 – 5,81   | s   |
| Keton                                                            | 1725 – 1705   | 5,80 – 5,87   | s   |
| Asam karboksilat                                                 | 1725 – 1700   | 5,80 – 5,88   | s   |
| Ester                                                            | 1750 – 1730   | 5,71 – 5,78   | s   |
| Amida                                                            | 1670 – 1640   | 6,00 – 6,10   | s   |
| Anhidrida                                                        | 1810 dan 1760 | 5,52 dan 5,68 | s   |
| Asam klorida                                                     | 1800          | 5,56          | s   |
| C – O alkohol, ester, eter                                       | 1300 – 1000   | 7,69 – 10,0   | s   |
| Asam karboksilat, Anhidrit, O – H alkohol, Fenol Bebas           | 3650 - 3600   | 2,74 – 2,78   | m   |
| Ikatan –H                                                        | 3500 – 3200   | 2,86 – 3,13   | m   |
| Asam karboksilat                                                 | 3400 – 2400   | 2,94 – 4,17   | m   |
| N – H amin primer dan sekunder dan amida (rentangan) (bengkokan) | 1640 – 1550   | 6,10 – 6,45   | m-s |
| C – N Amin                                                       | 1350 – 1000   | 7,4 – 10,0    | m-s |
| C = N Imin dan Oksin                                             | 1690 – 1640   | 5,92 – 6,10   | w-s |
| C ≡ N Nitril                                                     | 2260 – 2240   | 4,42 – 4,46   | m   |
| X=C=Y Allen, Keten, Isosianat, Isotisianat                       | 2270 – 1950   | 4,40 – 5,13   | m-s |
| N = O Nitro (R – NO <sub>2</sub> )                               | 1550 dan 1350 | 6,45 dan 7,40 | s   |
| S – H merkaptan                                                  | 2550          | 3,92          | w   |
| S = O Sulfoksid                                                  | 1050          | 9,52          | s   |
| Sulfon, sulfonil Klorida                                         | 1375 – 1300   | 7,27 – 7,69   | s   |
| Sulfat, Sulfonamid                                               | 1200 – 1140   | 8,33 – 8,77   | s   |
| C – X Florida                                                    | 1400 – 1000   | 7,14 – 10,0   | s   |
| Klorida                                                          | 800 – 600     | 12,5 – 16,7   | s   |
| Bromida, Iodida                                                  | 667           | 15,0          | s   |

(Sastrohamidjojo.1992)

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada proses biosorpsi ion  $\text{Cr}^{3+}$  oleh biomassa *Cladophora fracta* yang terimmobilisasi dan tertreatmen (baik yang modifikasi ataupun non modifikasi) pH optimum yang diperoleh yaitu pH 4
2. Karakter pertukaran ion pada biosorpsi ion  $\text{Cr}^{+3}$  oleh biomassa *C. Fracta*, dilakukan dengan mengeluskan larutan logam Cr(III) pada biomassa yang telah mengikat  $\text{Ca}^{2+}$  setelah tertreatmen dengan larutan  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Ion  $\text{Ca}^{2+}$  yang terikat pada biomassa dapat dipertukarkan dengan ion logam Cr (III) yang dielusikan
3. Karboksilat memiliki peranan besar karena sifat asam keras yang dimilkinya sehingga dapat berikatan dengan ion logam Cr yang bersifat basa keras.

#### B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dikemukakan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penelitian berikutnya diharapkan untuk meneliti pertukaran ion untuk kation logam berat lainnya
2. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan memvariasikan beberapa variabel lainnya seperti suhu, konsentrasi, dan sebagainya

## DAFTAR PUSTAKA

- Bunluesin, Sushera, et al, 2007. Bacth and Continuous Packed Column Studies of Cadmium Biosorption by *Hydrilla verticillata* Biomass, *Journal of Bioscience and Bioengineering* 103, 6, Hal 509-513.
- Gadd, G. M., 1990. Biosorption, *Chemistry & Industry*, 13: 421-426.
- Gardea, J.L, et al, 1996. Biosorption of Cadmium, Cromium, Lead, and Zink by Biomassa of Medicago Sativa (Alfalfa). *Proceedings of the 11 th Annual Convergence on Hazardous Waste Research*, Edited by L.E, Erickson, D.L. Tillison, S.C. Grant dan J.P. McDonald, Kansas State Univ:Manhattan, KS, Hal 209-214.
- Gardea-Torresday, J.I, et.al.,1990. Effect of Chemical Modification Of Algae Carboxyl Groups On Metal Ion Binding. *Environ. Sci. Technol.* 24, 9, 1372-1378
- Gupta, Rani, dkk, 2000. Microbial Biosorbents: Meeting Challenges of Heavy Metal Pollution in Aqueous Solutions, *Current Science*. Vol. 78. 967-873
- Hameed, M. S. Abdel, 2006. Continuous Removal and Recovery of Lead by Alginate Beads, Free and Alginate-immobilized *Chorella vulgaris*, *African Journal of Biotechnology*, Vol. 5 (19), Hal 1819-1823.
- Hancock, J. C., 1996, Case Study : The Development of a Bacterial Biosorption Process for Removal of Cadmium from Waste and its Recovery by Elution and Electrolysis, in *Symposium and Workshop on Heavy Metal Bioaccumulation*, IUC Biotechnology Gadjah Mada University, Yogyakarta, September 18-20, 1996
- Hendayana, Sumar dkk. 1996. *Kimia Analitik Instrumen*. Semarang : IKIP
- Khopkar, S.M, 1990. Konsep Dasar Kimia Analitik. Universitas Indonesia: Jakarta.
- Maricel, Masdi, 2007. Pengaruh Immobilisasi Biomassa Alga Hijau *Cladophora fracta* terhadap Biosorpsi Ion Logam Krom (III) dan Krom (VI) dalam Larutan, *Skripsi*, UNP.