

**BIOSORPSI ION Cr^{3+} DENGAN BIOMASSA ALGA HIJAU (*Cladophora fracta*)
TERIMMOBILISASI DIBANDINGKAN DENGAN SERAPAN RESIN PENUKAR
KATION**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



Oleh:

**MITRA EFITA WIRDUNA
2008-08018**

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

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Mitra Efita Wirduna
NIM : 08018
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

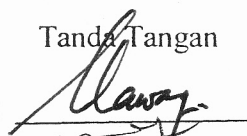
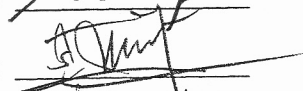
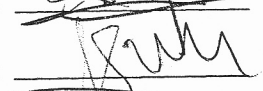
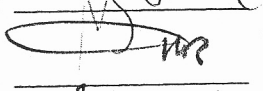
dengan judul

BIOSORPSI ION Cr^{3+} DENGAN BIOMASSA ALGA HIJAU (*Cladophora fracta*) TERIMMOBILISASI DIBANDINGKAN DENGAN SERAPAN RESIN PENUKAR KATION

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 9 Agustus 2011

TIM PENGUJI

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dr. Mawardi, M.Si	: 
Sekretaris	: Drs. Bahrizal, M.Si	: 
Anggota	: Drs. Zul Afkar, M.S	: 
Anggota	: Drs. Amrin, M.Si	: 
Anggota	: Edi Nasra, S.Si. M.Si	: 

PERSETUJUAN SKRIPSI

BIOSORPSI ION Cr^{3+} DENGAN BIOMASSA ALGA HIJAU (*Cladophora fracta*) TERIMMOBILISASI DIBANDINGKAN DENGAN SERAPAN RESIN PENUKAR KATION

Nama : Mitra Efita Wirduna
NIM : 08018
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Agustus 2011

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I



Dr. Mawardi, M. Si
NIP. 196111231989031002

Dosen Pembimbing II



Drs. Bahrizal, M.Si
NIP. 195512311989031009

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya terutama nikmat waktu dan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang berjudul **“Biosorpsi Ion Cr^{3+} Dengan Biomassa Alga Hijau (*Chladofora frakta*) Terimobilisasi Dibandingkan Dengan Resin Penukar Kation”**. Salawat beserta salam penulis kirimkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah berhasil membimbing umatnya ke jalan yang penuh dengan ilmu pengetahuan seperti saat ini.

Dalam penulisan skripsi ini, tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Mawardi, M.Si selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, nasehat dan pengarahan hingga selesainya skripsi ini.
2. Bapak Drs. Bahrizal, M.Si selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk meberikan masukan, petunjuk dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Drs. Zul Afkar, M.S, Bapak Drs. Amrin, M.Si, Bapak Edi Nasra, S.Si, M.Si selaku penguji yang telah memberikan tanggapan dan tambahan sehingga skripsi ini menjadi lebih baik.
4. Bapak Drs. Zul Afkar, M.Si, selaku ketua jurusan kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Drs. Nazir K.S, M.Pd, M.Si, selaku ketua prodi kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.

6. Seluruh staf, dosen, karyawan dan karyawan di lingkungan Jurusan Kimia FMIPA UNP.

7. Semua pihak yang banyak membantu dalam penulisan skripsi ini

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari tim pembahas dan semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca untuk perkembangan ilmu pengetahuan.

Padang, Agustus 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penulisan	4
E. Manfaat Penelitian	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Penelitian Terdahulu	6
B. Biosorpsi	6
C. Alga Hijau (<i>Chladophora fracta</i>)	8
D. Kromium (Cr)	10
E. Immobilisasi	12
F. Natrium Silikat.....	13

G. Resin Kation	13
H. Spektrometer Serapan Atom (SSA)	16
I. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)	18

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian	20
B. Objek Penelitian	20
C. Alat dan Bahan	20
D. Pembuatan Reagen.....	21
E. Metode Penelitian	21
1. Persiapan Biosorpsi	21
2. Immobilisasi Alga Hijau dengan Natrium Silikat	22
3. Penelitian Secara Umum	22
4. Prosedur Kerja	23
5. Aplikasi Pada Sampel Limbah	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Variasi pH larutan Cr^{3+} terhadap serapan Biomassa	26
B. Pengaruh Konsentrasi Larutan Cr^{3+} terhadap serapan Biomassa.....	27
C. Pengaruh Penggunaan Berulang Biomassa.....	29
D. Karakterisasi Spektrum FT-IR Biomassa Murni	30
E. Penggunaan Biomassa sebagai biosorben pada Limbah	34

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan 36

B. Saran 36

DAFTAR PUSTAKA 38

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Klasifikasi Asam- Basa Keras dan Lunak	8
2. Bilangan Gelombang dan Spektrum Inframerah	18
3. Perbandingan data Spektrum Biomassa Terimmobilisasi setelah digunakan pada serapan maksimum dan yang telah digunakan berulang	33
4. Perbandingan data Spektrum Resin Penukar Kation, pH optimum konsentrasi 200 ppm, dan resin yang digunakan berulang	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Alga Hijau (<i>C. fracta</i>)	9
2. Resin Kation	14
3. Skematik Spektrometer Serapan Atom	17
4. Pengaruh pH larutan Cr^{3+} Terhadap serapan Biomassa	26
5. Pengaruh Konsentrasi larutan Cr^{3+} terhadap serapan Biomassa...	28
6. Pengaruh Penggunaan Berulang Biomassa.....	29
7. Spektrum FT-IR Biomassa Murni	31
8. Spektrum FT-IR Resin Murni	32
9. Jumlah Logam Cr^{3+} teradsorpsi	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Tempat Pengambilan Sampel.....	41
2. Skema kerja persiapan biosorben.....	42
3. Skema kerja immobilisasi biomassa	43
4. Skema kerja penentuan konsentrasi optimum.....	44
5. Skema kerja Regenerasi kolom	45
6. Skema Aplikasi pada sampel limbah	46
7. Tabel pengaruh pH larutan	47
8. Tabel pengaruh Konsentrasi larutan	47
9. Tabel daya tahan biomassa immobilisasi terhadap penggunaan berulang	48
10. Tabel daya tahan Resin terhadap penggunaan berulang	49
11. Daya desorpsi Biomassa Immobilisasi dan Resin Penukar Kation Terhadap ion Cr^{3+}	50
12. Tebel data aplikasi limbah	50

Abstrak

Mitra Efita Wirduna : Biosorpsi Ion Cr^{3+} dengan biomasa Alga Hijau (*Cladophara fracta*)
Terimmobilisasi dibandingkan dengan serapan Resin Penukar Kation.

Dan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada alga hijau dan resin digunakan FT-IR. Untuk mengurangi polutan logam berat pada limbah cair dengan konsentrasi yang relatif tinggi digunakan metoda biosorpsi. Salah satunya dengan menggunakan biomassa alga hijau (*Cladophara fracta*) terimmobilisasi yang dibandingkan dengan serapan resin penukar kation. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pH optimum dan konsentrasi optimum larutan Cr^{3+} terhadap serapan alga hijau serta mengetahui karakteristik gugus fungsi dengan spectrum FT-IR dari biomasa murni, imobilisasi, resin penukar kation dan menguji coba penggunaan biomassa (*Cladophara fracta*) terimmobilisasi dan resin penukar kation biosorben pemisah ion Cr^{3+} dari limbah cair. Untuk mendapatkan kondisi pH optimum digunakan variasi pH; 2, 3, 4, 5 dan 6 sedangkan untuk mendapatkan kondisi konsentrasi optimum digunakan variasi konsentrasi: 50, 100, 150, 200 dan 250. Dari penelitian ini diperoleh bahwa jumlah ion Cr^{3+} terserap paling tinggi pada konsentrasi 200 ppm dengan pH 4 baik pada alga hijau maupun resin penukar kation.

Kata kunci : Biosorpsi, Resin, Cr^{3+} .

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Salah satu masalah yang dihadapi akibat perkembangan industri adalah pencemaran perairan yang disebabkan oleh limbah cair industri yang mengandung logam berat, seperti limbah logam krom yang berasal dari industri pelapisan logam (Slamet, 2003). Salah satu jenis proses pada industri ini yang menghasilkan limbah krom dalam jumlah besar adalah poses *Hard Chrome* yang merupakan proses elektrolisis dengan menggunakan asam kromat sebagai larutan elektrolit (Soemantojo; dkk. 2006). Ion logam Cr^{3+} bersifat toksik meskipun pada konsentrasi yang rendah (ppm) dan umumnya sebagai polutan utama bagi lingkungan. Ion krom(III) atau Cr^{3+} dapat menyebabkan kanker paru-paru, kerusakan hati dan ginjal serta dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan mempunyai sifat mudah terakumulasi (Suardana, 2008).

Untuk mengurangi polutan logam berat pada limbah cair dengan konsentrasi relatif tinggi, biasanya digunakan metoda konvensional seperti ion exchange, pengendapan secara kimia dan reverse osmosis. Metoda ini kurang efektif dan mahal untuk konsentrasi logam yang lebih rendah. Oleh sebab itu, biosorpsi merupakan salah satu metoda alternative dengan memanfaatkan kemampuan material-material biologi tertentu sebagai biosorben yang dapat menyerap ion-ion logam dengan kuantitas yang relatif besar (Cardero, 2004). Menurut Mawardi (2008), dalam proses biosorpsi, teknik kontak antara

biosorben dengan larutan logam dapat dilakukan dengan sistem perendaman (*batch*) dan sistem aliran atau kontinu, sehingga biosorben yang digunakan dapat berupa sel bebas (suspensi) atau sel yang diimmobilisasi.

Proses penyerapan ion-ion logam oleh suatu biomassa secara kimia dapat terjadi melalui pengikatan ion logam oleh gugus-gugus fungsi yang terdapat pada biosorben. Peranan gugus-gugus fungsi seperti karboksil, hidroksil. Karboksil dan amina bergantung pada jumlah sisi aktif dan daya tarik menarik antara sisi aktif dengan logam seperti pada kekuatan ikatan (Cardeo, 2004).

Selain alga, resin juga dapat digunakan sebagai penyerap logam jika resin itu cukup terangkai silang, sehingga keterlarutannya dapat diabaikan, resin itu cukup hidrofilik untuk memungkinkan difusi ion-ion melalui strukturnya dengan laju yang terukur dan berguna. Selain itu, resin juga harus menggunakan cukup banyak gugus penukar ion yang dapat dicapai dan harus stabil kimiawi dan resin yang sedang mengembang, harus lebih besar rapatannya dari pada air (Harjadi, 1993, dalam Annisa Syabatini, 2009).

Resin penukar ion merupakan bahan sintetik yang berasal dari aneka ragam bahan alamiah maupun sintetik, organik maupun anorganik, memperagakan perilaku pertukaran ion dalam analisis laboratorium dimana keseragaman dipentingkan dengan jalan penukaran dari suatu ion. Pertukaran ion adalah suatu proses kesetimbangan dan jarang berlangsung lengkap, namun tak peduli sejauh mana proses itu terjadi, stokiometrinya bersifat eksak dalam arti satu muatan positif meninggalkan resin untuk tiap satu muatan yang masuk. Ion dapat ditukar yakni ion yang tidak terikat pada matriks polimer disebut ion lawan (*Counterion*) (Underwood, 2001).

Berdasarkan uraian di atas maka dalam penelitian ini akan dipelajari biosorpsi ion Cr^{3+} dengan biomassa alga hijau (*Chladophora fracta*) terimmobilisasi dengan resin penukar kation. Karakteristik yang akan dipelajari adalah: perbandingan kapasitas serapan biomassa terimmobilisasi dan resin penukar ion, sedangkan pengukuran konsentrasi ion logam pada semua perlakuan diukur dengan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dan untuk mengkarakterisasi biomassa yang terimmobilisasi digunakan FT-IR. Pada penelitian ini dilakukan penentuan Immobilisasi massa, pH optimum, Konsentrasi optimum, Regenerasi kolom dan Aplikasi pada sampel limbah, menggunakan larutan simulasi, tidak dilakukan aplikasi sampel real dari lingkungan.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penggunaan berulang biomassa terhadap daya serapnya, pengaruh penggunaan asam nitrat sebagai pendesorpsi terhadap perubahan gugus, karakteristik spektrum FT-IR dari biomassa murni, biomassa yang diimmobilisasi dan biomassa yang telah digunakan berulang serta hasil uji coba penggunaan biomassa (*Chladophora fracta*) terimmobilisasi sebagai biosorben pada pemisahan logam Cr^{3+} dari limbah cair.

C. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini hanya mempelajari tentang:

1. Variasi pH yang digunakan dalam Biosorpsi ion Cr^{3+} dengan alga hijau (*Chladophora fracta*) terimmobilisasi natrium silikat dibandingkan dengan penggunaan resin penukar kation yaitu 2, 3, 4, 5 dan 6.

2. Variasi konsentrasi yang digunakan dalam Biosorpsi ion Cr^{3+} dengan alga hijau (*Cladophora fracta*) terimmobilisasi natrium silikat dibandingkan dengan penggunaan resin penukar kation yaitu 50, 100, 150, 200 dan 250.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan:

1. Mengetahui pH Optimum larutan Cr^{3+} terhadap serapan alga hijau (*Cladophora fracta*) terimmobilisasi natrium silikat dibandingkan dengan penggunaan resin penukar kation.
2. Mengetahui Konsentrasi Optimum larutan Cr^{3+} terhadap serapan alga hijau (*Cladophora fracta*) terimmobilisasi natrium silikat dibandingkan dengan penggunaan resin penukar kation.
3. Mengetahui karakteristik gugus fungsi dengan spektrum FT-IR dari biomassa murni, immobilisasi, resin penukar kation dan resin yang digunakan sebagai penukar kation Cr^{3+} .
4. Mengujicobakan penggunaan biomassa (*Cladophora fracta*) terimmobilisasi dan resin penukar kation sebagai biosorben pemisahan ion Cr^{3+} dari limbah cair.

E. Manfaat Penelitian

Setelah mempelajari karakteristik biosorpsi ion Cr^{3+} oleh biomassa *Cladophora fracta* yang diimmobilisasi dengan natrium silikat, maka penelitian ini diharapkan dapat :

1. Memberikan informasi tentang karakteristik biosorpsi ion Cr^{3+} oleh biomassa *Cladophora fracta* yang diimmobilisasi dengan natrium silikat sehingga bisa menjadi landasan untuk penelitian berikutnya.
2. Memberikan manfaat bagi perkembangan penelitian kimia, khususnya dalam bidang biosorpsi dan penanganan logam berat dari limbah cair.
3. Biomassa dapat digunakan untuk penanganan limbah yang mengandung logam berat yang memberikan beberapa keuntungan yaitu murah, efektif dan ekonomis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Beberapa biomassa alga telah digunakan biosorben untuk penyerapan ion-ion logam berat. Mawardi(2001), menggunakan biomassa *Spirogyra subsalsa* sebagai biosorben untuk menyerap ion Cr^{3+} dan Cr^{4+} , dimana hasil penelitiannya menunjukkan bahwa biosorpsi kation Cr^{3+} maksimum pada sekitar pH 4,0 , sedangkan Cr^{6+} dalam larutan berbentuk anion $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ berkurang dengan naiknya pH larutan. Rizki (2007), menggunakan biomassa *chladophora frakta* yang diperlukan dengan asam formiat dan formaldehida sebagai biosorben untuk menyerap ion Cr^{3+} , menyimpulkan bahwa penyerapan optimum ion Cr^{3+} oleh biomassa terjadi dengan waktu kontak 60 menit dan konsentrasi 200ppm. Scott (1994), mempelajari mekanisme penyerapan Cr^{3+} pada silika serta pengaruh pada kondisi reaksi. Zirva (2006). Menggunakan biomassa alga hijau (*Chladophora fracta*) yang diimobilisasi dengan natrium silikat untuk penyerapan ion Cd(II) dan Zn(II) , Wahyuni (2007).

B. Biosorpsi

Biosorpsi merupakan penghilangan logam-logam, senyawa-senyawa, dan partikel-partikel dari larutan oleh bahan biologi. Mikroorganisme seperti khamir, jamur, bakteri, dan alga secara efisien dapat menyerap logam berat dan radionukleotida dari lingkungan eksternalnya. Secara umum terdapat dua jenis penyerapan logam berat oleh mikroorganisme, yaitu penyerapan logam yang tidak

bergantung pada metabolisme, dan penyerapan logam bergantung pada metabolisme. (Gadd, 1990).

Secara umum ada dua tipe interaksi logam pada biomaterial, yaitu: interaksi pasif yang melibatkan sel hidup dan sel tak hidup sehingga mengakibatkan adanya adsorpsi fisika atau terjadinya pertukaran ion, dan interaksi aktif pada sel hidup, interaksi ini cenderung berjalan lambat dan menghasilkan aktivitas metabolik. Interaksi logam dengan sel tak hidup dapat terjadi melalui penyerapan yang melibatkan gugus-gugus fungsi yang terikat pada makromolekul penyusun dinding sel seperti protein dan polysakarida. Gugus fungsi tersebut diantaranya amino, karboksil, hidroksil, karbonil, imidazol, sulfihidril dan fosfat (Bag,1999).

Kemampuan ion logam membentuk kompleks tergantung pada daya mempolarisasinya. Daya mempolarisasi tersebut ditentukan oleh perbandingan antara muatan dan jari-jari ion logam yang bersangkutan. Suatu kation dengan daya mempolarisasi tinggi disenangi oleh ligan sebagai pusat muatan positif berkerapatan tinggi, sehingga menghasilkan interaksi yang kuat. Sementara suatu ligan yang mempunyai atom donor dengan keelektronegatifan tinggi merupakan suatu basa keras, sedangkan ligan dengan atom donor yang mudah terpolarisasi adalah basa lunak. (Mawardi, 2008). Klasifikasi asam-basa keras dan lunak menurut Wood dan Wang, (1983), dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Asam-Basa Keras dan Lunak

Asam Keras	Antara	Asam Lunak
H^+ , Na^+ , K^+ , Be^{+2} , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Mn^{+2} , Li^{+2} , Al^{+3} , Cr^{+3} , Co^{+3} , Fe^{+3} , As^{+3} .	Fe^{+2} , Co^{+2} , Ni^{+2} , Cu^{+2} , Zn^{+2} , Pb^{+2} , Sn^{+2}	Cu^+ , Ag^+ , Au^+ , Ti^+ . Hg^{+2} , CH_3Hg^+ , Cd^{+2} , Pt^{+2} , Pd^{+2}
Basa Keras	Antara	Basa Lunak
H_2O , OH^- , F^- , Cl^- , PO_4^{-3} , SO_4^{-2} , CO_3^{-2} , ROH , RO^- , NO_3^- , NH_3 , RNH_2 , $CH_3CO_2^+$, R_2O , ClO_4^-	Br^- , NO_2^- , SO_3^{-2} , N_3^- , $C_6H_5NH_2$, C_6H_5N , N_2	RSH , SCN^- , RS^- , $S_2O_3^-$ 2 , C_2H_4 , C_6H_6 , H^- , CO , H_2S , CN^- , R_3P , I^- , $(RO)_3P$, R_3As

Sumber: Pearson, frostner dan Wittman, dalam Wood dan Wang, (1983)

Pearson dalam Wood dan Wang (1983) menyimpulkan urutan pembentukan kompleks pembentukan atas asam dan basa keras serta asam dan basa lunak. Tabel diatas menunjukan bahwa klasifikasi secara biologi dari logam dan ligan yang bereaksi dengan asam dan basa keras serta asam dan basa lunak.

C. Alga hijau (*Chladophora fracta*)

Alga merupakan tumbuhan “thallus” karena struktur tubuhnya belum mempunyai bagian- bagian akar, batang, dan daun, tetapi sudah mempunyai klorofil dan bersifat autotrof. Dalam Mawardi, dkk (2006) Alga hijau (*Chladophora fracta*) merupakan salah satu kelompok dari alga yang hidup melekat pada berbagai substrat seperti batu/kerikil, baik pada perairan mengalir maupun tergenang dan dapat membentuk hamparan massa alga yang menutupi dasar dan permukaan sungai. Umumnya alga ini berasal dari kelompok

Cyanophyta (Alga biru), *Chlororhyta* (alga hijau), dan jarang sekali berasal dari kelompok *Phaeophyta* (alga coklat), dan *Rhidophyta* (alga merah).

Alga hijau (*Cladophora fracta*) adalah 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. 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 (<file:///G:/alga-hijau-cladophora-fracta.html>).

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).



Gambar 1. Alga Hijau (*Cladophora fracta*)

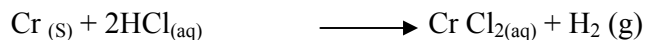
Klasifikasi dari alga hijau (*Cladophora fracta*) yang diperoleh dari perairan Batang Air Dingin, Lubuk Minturun di Kodya Padang:

Divisi : Chlorophyta
 Klas : Chlorophyceae
 Ordo : Cladophorales
 Famili : Cladophoraceae
 Spesies: *Chladophora fracta*
 (Lab. Taksonomi tumbuh-tumbuhan UNAND)

Komponen organik utama penyusun dinding sel alga adalah karbohidrat, protein, dan lipid. 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, karbonil, dan amina yang berkoodinasi dengan atom pusat melalui pasangan elektron bebas (Gadd, 1990).

D. Kromium

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 (FeOCr_2O_3). Kromium adalah logam kristalin berwarna putih, tidak begitu liat dan tidak dapat ditempa, melebur pada suhu 1765°C . Krom larut dalam asam klorida encer dan pekat (Vogell, 1990).

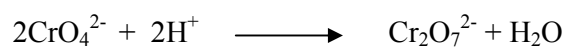


Berdasarkan sifat kimianya, dalam persenyawaan logam Cr memiliki bilangan oksidasi 2+, 3+ dan 6+. Logam Cr tidak dapat teroksidasi oleh udara yang lembab, pada suhu tinggi logam Cr cair teroksidasi dalam jumlah yang sangat sedikit. Tetapi dalam udara yang mengandung CO_2 dan konsentrasi tinggi,

logam Cr teroksidasi membentuk Cr_2O_3 . Sesuai dengan tingkat valensi yang dimilikinya. Logam atau ion kromium yang telah membentuk senyawa, mempunyai sifat-sifat yang berbeda-beda sesuai dengan tingkat ionisasinya.

Senyawa yang terbentuk dari logam Cr^{2+} akan bersifat basa, senyawa yang terbentuk dari ion logam Cr^{3+} bersifat amfoter dan senyawa yang terbentuk dari logam Cr^{6+} akan bersifat asam (Palar,2004). Suhendra (2001) menambahkan kromium bervalensi tiga merupakan bentuk yang umum di jumpai di alam dan dalam material biologis kromium berbentuk tiga valensi, karena kromium bervalensi enam merupakan salah satu material pengoksidasi tinggi. Kromium (VI) memiliki sifat racun yang sangat tinggi dibandingkan kromium (III).

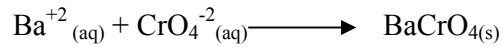
Dalam kromat (CrO_4^{2-}) atau dikromat ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$), anion kromium berupa heksavalen (vogell,1990). Ion kromat (CrO_4^{2-}) dalam suasana asam akan menimbulkan sifat oksidator kuat. Ion kromat berwarna kuning sedangkan dikromat berwarna jingga. Kromat mudah di ubah menjadi dikromat 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 tekstil, penyamakan, pencelupan, fotografi, bahan peledak dan sebagainya (Palar,1994).

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 (Palar,2004).

E. Immobilisasi

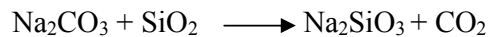
Teknik immobilisasi merupakan suatu cara bagaimana mengikat reagen dalam sebuah matriks polimer dengan syarat reagen yang digunakan memiliki aktifitas yang tetap. Teknik-teknik immobilisasi yang biasa dikembangkan yaitu adsorpsi, *microencapsulasi*, *entrapment*, *crosslinking* dan pembentukan ikatan kovalen. Immobilisasi sangat cocok digunakan untuk proses *non-destructive recovery*. Pada proses ini, setelah logam dimasukkan, logam akan berkontak dengan sejumlah material yang selanjutnya tertarik keluar bersama sebagian kecil cairan untuk proses *recovery* dan pembuangan. Proses penyerapan yang melibatkan immobilisasi sel akan mudah didesorpsi dan digunakan kembali untuk pengikatan ion logam oleh biomassa.

Immobilisasi biomassa dapat dilakukan dengan menggunakan (1) Matrik polimer seperti polietilena glikol, akrilat, (2) Oksida (oxides) seperti alumina, silika, (3) Campuran oksida (mixed oxides) seperti kristal aluminasilikat, asam polihetero, dan (4) Karbon (www.chem-is-try.org dan Eri bachtiar,2007).

Alga Hijau (*Cladophora fracta*) diimmobilisasi dengan natrium silikat karena pembuatannya mudah, dapat digunakan didalam kolom dan dapat disimpan dalam waktu yang lama, dapat digunakan kembali serta memiliki daya tahan yang baik terhadap perubahan-perubahan pelarut kimia (Agustini, 2007).

F. Natrium Silikat

Natrium silikat (Na_2SiO_3) dikenal dengan kaca air yang merupakan nama umum untuk senyawa natrium metasilikat, senyawa ini dijumpai dalam bentuk padatan dan cairan. Reaksi pembuatan natrium silikat adalah sebagai berikut :



Senyawa ini adalah salah satu dari beberapa senyawa yang mengandung natrium oksida dan silika atau campuran natrium silikat dengan bervariasi perbandingan SiO_2 dan Na_2O . 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 (http://www.wikipedia//sodium_silicate).

G. Resin Kation

Resin adalah senyawa hidrokarbon terpolimerisasi sampai tingkat tinggi, yang mengandung ikatan-ikatan hubungan silang (cross-linking) serta gugusan yang mengandung ion-ion yang dapat dipertukarkan. (Diyah Erlina Lestari, Styo Budi Utomo, 2007).

Berdasarkan gugus fungsionalnya, resin penukar ion terbagi menjadi dua yaitu resin penukar kation dan resin penukar anion. Resin penukar kation

mengandung kation, yang dapat dipertukarkan sedang resin penukar anion, mengandung anion yang dapat dipertukarkan.

Resin kation dirancang sebagai pelunak air hingga mampu mrngurangi Total Hardeness Water dan dengan Sistem pertukaran ion resin sehingga mampu mereduksi senyawa-senyawa kimia berbahaya dalam air seperti: zat kapur(Ca), Mg, Fe, Mn dan lain-lain.



Gambar 2. Resin Kation

Sifat-sifat penting resin penukar ion adalah sebagai berikut:

1. Kapasitas Penukar Ion

Sifat ini menggambarkan ukuran kuantitatif jumlah ion-ion yang dapat dipertukarkan dan dinyatakan dalam meq (milliekivalen) pergram resin kering dalam bentuk hydrogen atau kloridanya dalam milliekivalen tiap milliliter resin (meq/ml).

2. Selektifitas

Sifat ini merupakan suatu sifat resin penukar ion yang menunjukkan aktifitas pilihan atas ion tertentu. Hal ini disebabkan karena penukar ion merupakan suatu proses stoikhiometrik dan dapat balik (*reversible*) dan memenuhi hukum kerja massa. Faktor yang menentukan selektivitas

terutama adalah gugus ion dan derajat ikat silang. Secara umum selektivitas penukar anion dipengaruhi oleh muatan ion jari-jari ion. Selektivitas resin penukar ion akan menentukan dapat atau tidaknya suatu ion dipisahkan dalam suatu larutan apabila terdapat ion-ion tertanda muatan sama, demikian juga dapat atau tidaknya ion yang telah terikat tersebut dilepaskan.

3. Derajat Ikat Silang (*crosslinking*)

Sifat ini menunjukkan konsentrasi jembatan yang ada dalam polimer. Derajat ikat silang tidak hanya mempengaruhi kelarutan tetapi juga kapasitas pertukaran, perilaku mekaran, perubahan volume, selektifitas, ketahanan kimia dan oksidasi.

4. Porositas

Nilai porositas menunjukkan ukuran pori-pori saluran-saluran kapiler. Ukuran saluran-saluran ini biasanya tidak seragam. Porositas berbanding langsung derajat ikat silang, walaupun ukuran saluran-saluran kapilernya tidak seragam. Jalinan resin penukar mengandung rongga-rongga, tempat air terserap masuk. Porositas mempengaruhi kapasitas dan keselektifan. Bila tanpa pori, hanya gugus ion organik di permukaan saja yang aktif.

5. Kestabilan Resin

Kestabilan penukar ion ditentukan juga oleh mutu produk sejak dibuat. Kestabilan fisik dan mekanik terutama menyangkut kekuatan dan ketahanan gesekan. Ketahanan terhadap pengaruh osmotik, baik saat pembebanan maupun regenerasi, juga terkait jenis monomernya. Kestabilan termal jenis makropori biasanya lebih daripada yang gel, walau

derajat ikat silang serupa. Akan tetapi lakukan panas penukar kation makropori agak mengubah struktur kisi ruang dan porositasnya.

H. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Metoda analisis SSA pertama kali diperkenalkan oleh A. Walsh pada tahun 1955. Kepekaan dan ketelitian metoda ini cukup baik serta hanya memerlukan sampel yang sedikit. Disamping itu metoda ini menguntungkan karena dapat digunakan untuk menentukan kadar logam yang konsentrasinya kecil tanpa dipisahkan terlebih dahulu. Batas ketelitian dapat diandalkan karena dapat mengukur kandungan logam dengan satuan ppm (Khopkar, 1990).

Prinsip dasar metoda SSA adalah interaksi energi radiasi elektromagnetik dengan atom yang berada pada tingkat energi dasar. Apabila seberkas energi radiasi dikenakan pada sekelompok atom yang berada pada tingkat energi dasar dan bila energi yang dimaksud sesuai maka, energi tersebut akan diserap dan atom akan tereksitasi ke tingkat energi tertentu (Khopkar, 1990).

Menurut Bouguer Lambert-Beer, banyak sinar yang diserap sebanding dengan banyaknya atom yang menyerap.

$$A = -\log \%T \qquad A = -\log I_0/I_t$$

Dengan penurunan dan integrasi akan diperoleh rumus :

$$A = a.b.c$$

Dimana : A = absorpsi

a = absorpsivitas

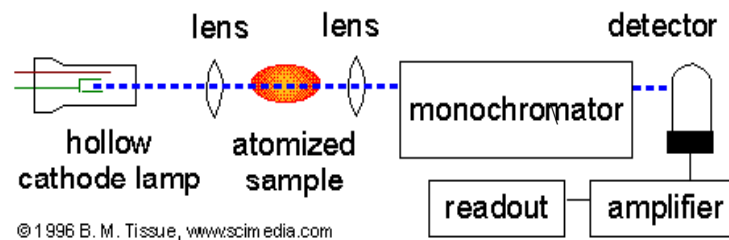
I_0 = Intensitas sinar mula-mula

b = tebal medium penyerap

I_t = Intensitas sinar yang diteruskan

c = konsentrasi

Dari persamaan diatas harga serapan sebanding dengan konsentrasi dan panjang gelombang tertentu (Hendayana, 1994).



Gambar 3. Skematik Spektrometer Serapan Atom

Sumber Cahaya, biasanya adalah lampu hollow katoda dari elemen yang akan diukur. Laser juga digunakan dalam instrument penelitian. Semenjak laser cukup intens untuk mengeksitasi atom ke tingkat energi yang lebih tinggi, ini mengizinkan pengukuran serapan atom dan serapan fluoresensi dalam instrument tunggal. Kelemahan sumber cahaya band-terbatas ini adalah hanya satu elemen yang diukur pada satu kali pengukuran.

Atomizer, Spektroskopi serapan atom diperlukan atom analit dalam fasa gas. Ion atau atom dalam sample mengalami desolvasi dan penguapan pada sumber temperatur tinggi seperti pada nyala atau grafit furnace. Nyala serapan atom bisa hanya untuk larutan yang dianalisa saja.

Pemisahan Cahaya dan Pendeteksian, Spektrometer serapan atom menggunakan monokromator dan detector untuk cahaya uv dan visibel. Tujuan utama dari monokromator adalah untuk mengisolasi garis serapan dari cahaya

dasar selama interferensi. Persembahan sederhana instrument serapan atom seringkali meletakkan monokromator dengan bandpass penyaring interferensi. Tabung photomultiplier adalah detector yang paling umum digunakan untuk spektroskopi serapan atom.

I. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) adalah salah satu tipe Spektroskopi Infra Merah yang sering digunakan. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) merupakan pengembangan spektroskopi Inframerah. FTIR adalah sebuah teknik analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi material organik dan beberapa material anorganik. Teknik pengukuran FTIR adalah penyerapan pada panjang gelombang pada daerah infra merah tertentu oleh suatu material. Pita serapan infra merah pada FTIR secara khusus mengidentifikasi komponen molekul dan struktur molekul (Smith, B.C, 1996).

Prinsip fisika FTIR adalah ikatan molekul bervibrasi pada frekuensi berbeda bergantung pada unsur dan tipe ikatan. Untuk beberapa ikatan, beberapa frekuensi yang spesifik dimana ia bisa bervibrasi. Menurut mekanika kuantum, frekuensi ini kembali ke keadaan dasar (frekuensi rendah) dan beberapa ke keadaan tereksitasi (frekuensi tinggi) (<http://www.stjapan-europe.com>).

Khopkar (1990) memberikan beberapa bilangan gelombang dan spektrum yang muncul seperti pada tabel berikut :

Tabel 2. Bilangan Gelombang dan Spektrum Inframerah

Bilangan gelombang (cm^{-1})	Absorpsi
800 – 1200	Uluran C – C
900 – 1300	C – O atau C – N
1020 – 1250	Uluran C – N tak terkonyugasi dalam amina alifatik primer,

	sekunder dan tertier
1050 – 1260	C – O eter
1200 – 1450	Tekukan O – H
1515	Amina sekunder alifatik
1500 – 1610	Tekukan N – H
1580 – 1650	Tekukan N – H amina primer
1640 – 1820	C = O karbonil
2800 – 3000	CH sp ³
3310 – 3350	Uluran N – H amina sekunder
3250 – 3330	Uluran N – H amina primer alifatik
3400 – 3500	Uluran N – H amina primer
3000 – 3700	Uluran O – H dan N – H

(Sumber:Khopkar,1990)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Diketahui pH dan konsentrasi optimum untuk logam Cr^{3+} adalah pada pH 4 dan Konsentrasi 200ppm.
2. Penggunaan berulang biomassa alga hijau (*Cladophora fracta*) mengakibatkan penurunan daya serap biomassa.
3. Biomasa Murni, Biomassa Immobilisasi dan biomassa yang telah digunakan secara berulang mengalami pergeseran gugus fungsi dan intensitas serapan gugus fungsi biomassa juga menurun.
4. Elusi biomassa dan resin dengan asam nitrat menyebabkan terjadinya perubahan gugus fungsi pada biomassa.
5. Biomassa alga hijau (*Cladophora fracta*) yang terimmobilisasi dan resin penukar kation dapat dimanfaatkan untuk menyerap ion Cr^{3+} dari limbah cair.

B. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat diperhatikan hal-hal sbb :

1. Pada saat melakukan immobilisasi terhadap biomassa usahakan biomassa tetap dalam keadaan teraduk supaya gel yang terbentuk sempurna.

2. Melakukan penelitian lebih lanjut tentang efisiensi penggunaan biomassa untuk menyerap ion Cr^{3+} .
3. Perlu diadakan penelitian dengan memvariasikan beberapa variabel lain seperti suhu, waktu kontak dan sebagainya.
4. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang pengambilan logam dari larutan hasil agar dapat dimanfaatkan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Bag, Huseyin, et al, 1999. Determination of Trace Metals in Geological Samples by Atomic Absorption Spectrophotometry after Preconcentration by *Aspergillus niger* Immobilized on Sepiolite, *Analytical Sciences*, Vol. 15, Hal 1251-125607. *Karakterisasi Kinerja Resin Penukar Ion Pada Sistem Air Bebas Mineral (CGA 01) RSG-GAS*. Pusat reactor serbaguna Batan: STTN-BATAN
- Eri Bachtiar, 2007. *Penelusuran Sumber Daya Hayati Laut (Alga) Sebagai Biotarget Industri, makalah*, Universitas Padjadjaran
- Gardea, J.L, et al, 1996. Biosorption of Cadmium, Chromium, Lead, and Zinc 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.
- Gadd, G. M., 1990. Biosorption, *Chemistry & Industry*, 13: 421-426.
- Harjadi, W. 1993. *Ilmu Kimia Analitik Dasar*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hughes, M. N. and poole, R. K., (1990), *Metals and Microorganism*, Chapman and Hill, London.
- Hadi, B., dkk, (2003). *Kinetics and Equilibrium of Cadmium Biosorption by Yeast Cell S. cerevisiae and K. fragilis*, *International Journal of Chemical Reactor Engineering*, 1, 1-16.
- Khopkar, S.M, 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Universitas Indonesia: Jakarta.
- Kok, K.H., et al, 2002. Application of Live and Non-metabolizing Cells of *Aspergillus flavus* Strain 44-1 as Biosorbent for the Removal of Lead From Solution, *Pakistan Journal of Biological Sciences* 5(3), Hal 332-334.
- Mawardi, 2001. *Biosorpsi Logam Timbal oleh Biomassa Alga Hijau Chlorophyta*, *Laporan Penelitian*, UNP, Padang.
- Mawardi, 2006. *Kajian Pemanfaatan Biomassa Alga Hijau (Chlorophyta) sebagai Biosorben Ion-Ion Logam Berat dalam Limbah Cair*, *Laporan Penelitian*