

**BIOSORPSI ALGA HIJAU *Cladophora fracta* TERIMMOBILISASI
NATRIUM SILIKAT DIBANDINGKAN DENGAN SERAPAN
PENUKAR KATION TERHADAP ION KOBAL(II)**

Skripsi

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Memperoleh
Gelar Sarjana Sains**



Oleh:

**Y A S R I
06.73298**

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

**Yasri (73298) : Biosorpsi Alga Hijau *Cladophora fracta* Terimmobilisasi
Dibandingkan Dengan Serapan Resin Penukar Kation
Terhadap Ion Kobalt(II)**

ABSTRAK

Permasalahan lingkungan merupakan aspek yang menjadi perhatian utama banyak pihak, terutama masalah pencemaran lingkungan akibat limbah industri yang mengandung logam berat, seperti industri penyepuhan logam, tekstil, barang jadi lateks, serta industri lain yang mengandung logam berat. Untuk mengurangi pencemaran karena logam berat maka dapat dilakukan melalui proses penyerapan (Biosorpsi). Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh pH optimum, konsentrasi optimum, dan memperoleh karakteristik spektrum FT-IR dari biomassa alga hijau *Cladophora fracta* dan resin penukar kation serta memperoleh penyerapan pada aplikasi sampel limbah. Dalam penelitian ini, metoda yang digunakan metoda kontak sistem kontinu. Dari hasil penelitian serapan optimum diperoleh pada pH 5 dan konsentrasi 100 ppm, untuk biomassa serapan optimum sebesar 1,757 mg/g dan 2,383 mg/g dan untuk resin 1,619 mg/g dan 2,233 mg/g. Karakterisasi dengan spektrum FTIR untuk biomassa dan resin terjadi pergeseran bilangan gelombang biomassa dan resin sehingga terjadi pergeseran spektrum.

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

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

Nama : Yasri
Nim/TM : 73298/2006
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan judul

**BIOSORPSI ALGA HIJAU *Cladophora fracta* TERIMMOBILISASI
NATRIUM SILIKAT DIBANDINGKAN DENGAN SERAPAN
PENUKAR KATION TERHADAP ION KOBALT(II)**

Padang, 4 Agustus 2011

Tim Penguji

Nama	Tanda Tangan
1. Ketua : Dr.Mawardi, M.Si	_____
2. Sekretaris : Yerimadesi, S.Pd, M.Si	_____
3. Anggota : Drs.Amrin, M.Si	_____
4. Anggota : Drs.Bahrizal, M.Si	_____
5. Anggota : Edi Nasra, S.Si, M.Si	_____

PERSETUJUAN SKRIPSI

BIOSORPSI ALGA HIJAU *Cladophora fracta* TERIMMOBILISASI NATRIUM SILIKAT DIBANDINGKAN DENGAN SERAPAN PENUKAR KATION TERHADAP ION KOBALT(II)

Nama : Yasri
NIM/TM : 73298/2006
Program Studi : KIMIA
Jurusan : KIMIA
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 4 Agustus 2011

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr.Mawardi, M.Si
Nip : 1961 1123 1989031 002

Yerimadesi, S.Pd, M.Si
Nip :1974 0917 2003122 001

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini berjudul ***“Biosorpsi Alga Hijau *Cladophora fracta* Terimmobilisasi Natrium Silikat Dibandingkan dengan serapan resin penukar kation terhadap ion kobalt(II)”***

Penulisan skripsi ini bertujuan memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1), di jurusan kimia FMIPA Universitas Negeri Padang. Dalam penulisan skripsi ini penulis banyak mendapatkan masukan baik moril maupun sumbangan pikiran dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih , penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Dr. Mawardi, M.Si ,dan Ibu Yerimadesi, S.Pd, M.Si selaku dosen pembimbing.
2. Bapak Drs.Amrin, M.Si, Bapak Drs.Bahrizal, M.Si, dan Bapak Edi Nasra, S.Si, M.Si sebagai dosen penguji.
3. Bapak laboran penelitian dan Ibu laboran kimia analitik, jurusan kimia FMIPA UNP

Penulisan skripsi ini telah mengacu kepada buku panduan penulisan skripsi dan beberapa kali diskusi dengan dosen pembimbing, Namun penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini dari Bapak-Bapak dosen penguji. Semoga skripsi ini bermanfaat untuk ilmu pengetahuan.

Padang, Agustus 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Biosorpsi	7
B. Alga Hijau (<i>Cladophora fracta</i>).....	9
C. Resin.....	10
D. Immobilisasi	13
E. Natrium Silikat	14
F. Kobalt.....	14
G. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)	15
H. Fourier Transform Infrared Spectroscopy	17

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian	19
B. Objek Penelitian	19
C. Alat dan Bahan.....	19
D. Pembuatan Reagen	20
E. Metode Penelitian	21
1.Persiapan Biosorben	21
2.Imobilisasi Alga Hijau dengan Natrium Silikat	21
3.Prosedur Kerja	
A. Pengaruh pH Larutan logam Kobalt(II) terhadap daya serap Biomassa immobilisasi dan Resin penukar kation.....	22
B. Pengaruh Variasi Konsentrasi pada pH Optimum Larutan Logam Kobalt(II) terhadap daya serap Biomassa Immobilisasi dan resin penukar kation..	22
C.Pengaruh Penggunaan Berulang Biomassa Terhadap Daya Serap Biomassa	22
D.Karakterisasi biomassa.....	23
4.Aplikasi pada Sampel Limbah	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh pH Larutan Kobalt(II) terhadap Serapan Biomassa Alga Hijau <i>Cladophora fracta</i> Terimmobilisasi dan Resin penukar kation.....	25
B. Pengaruh Konsentrasi Larutan Kobalt (II) terhadap Serapan Biomassa Alga Hijau <i>Cladophora fracta</i> dan Resin penukar kation.....	27

C. Pengaruh Penggunaan berulang Biomassa alga hijau <i>Cladophora fracta</i> terimmobilisai dan resin kation terhadap ion kobalt(II)	29
D. Karakterisasi spektrum FT-IR Biomassa murni, Biomassa yang diimmobilisasi, dan Resin Murni.	31
E. Penggunaan Biomassa <i>Cladophora fracta</i> Terimmobilisasi dan Resin Penukar Kation sebagai Biosorben pada Pemisahan Ion Kobalt (II) dari Limbah cair.....	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	39
B. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Klasifikasi Asam-Basa Keras dan Lunak.....	8
2. Daerah Serapan Inframerah Khas Beberapa gugus Fungsi.....	18
3. Data pengaruh pH larutan kobalt(II) terhadap serapan biomassa alga hijau terimmobilisasi dan resin penukar kation.....	25
4. Data pengaruh konsentrasi larutan kobalt(II) terhadap serapan alga hijau <i>Cladophora fracta</i> terimmobilisasi dan resin penukar kation.....	27
5. Data daya serap biomassa dan resin yang digunakan berulang terhadap logam Co(II) pada pH 5 (pH optimum) dan konsentrasi 100 ppm (konsentrasi optimum).....	29
6. Perbandingan data spektrum biomasaa terimmobilisasi, biomassa terimmobilisasi setelah digunakan pada serapan maksimum, dan biomassa terimmobilisasi yang telah digunakan berulang	34
7. Perbandingan data spektrum resin penukar kation, resin penukar kation pH optimum konsentrasi 100 ppm, dan resin penukar kation yang digunakan berulang	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Alga Hijau <i>Cladophora fracta</i>	10
2. Resin Penukar Kation.....	11
3. Skema Peralatan Spektrofotometri Serapan Atom.....	16
4. Grafik hubungan pH larutan kobalt versus serapan oleh biomassa alga hijau <i>Cladophora fracta</i> terimmobilisasi dan resin penukar kation (volume larutan Co^{2+} 25 mL, konsentrasi 100 ppm, 1 gram biomassa dan 1 gram resin)	26
5. Grafik hubungan konsentrasi larutan kobalt versus serapan oleh biomassa <i>Cladophora fracta</i> terimmobilisasi dengan natrium silikat dan resin penukar kation (volume larutan 25 ml, pH 5, 1 gram biomassa , 1 gram resin).....	28
6. Hubungan penggunaan berulang biomassa alga hijau <i>Cladophora fracta</i> terimmobilisasi dan resin penukar kation terhadap ion kobalt(II) (volume larutan 25 ml, pH 5, 1 gram biomassa , 1 gram resin)	30
7. (a) Spektrum FT-IR biomassa murni, (b) Spektrum FT-IR biomassa yang terimmobilisasi, (c) Spektrum FT-IR biomassa pH optimum, konsentarsi 100 ppm (d) Spektrum FT-IR biomassa yang digunakan berulang	32
8. a) Spektrum FT-IR resin murni; (b) Spektrum FT-IR resin yang digunakan berulang; (c) Spektrum FT-IR resin pH 5 konsentrasi 100 ppm.....	33
9. Jumlah logam Co^{2+} teradsorpsi pada biomassa terimmobilisasi dan resin penukar kation terhadap kondisi sampel limbah (500 ml sampel pH 5 (pH optimum), 1 gram biomassa dan resin)	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema Kerja Persiapan Biosorben	44
2. Skema Kerja immobilisasi Biomassa Alga Hijau	45
3. Pengaruh variasi pH terhadap serapan pada konsentrasi optimum larutan kobal (II) terhadap serapan biomassa dan resin penukar kation.....	46
4. Skema kerja penentuan konsentrasi optimum larutan logam terhadap serapannya.....	47
5. Aplikasi pada sampel limbah	48
6. Tabel Daya Tahan Biomassa Immobilisasi terhadap penggunaan berulang (pH 5 dan Konsentrasi 100 ppm)	49
7. Tabel Daya Tahan Resin terhadap penggunaan berulang (pH 5 dan Konsentrasi 100 ppm)	51
8. Tabel data aplikasi limbah dalam 500 ml.....	53
9. Contoh perhitungan	54

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, seperti Industri penyepuhan logam, tekstil, barang jadi lateks, serta industri lain yang mengandung logam berat (Mirezky, 2006).

Logam berat umumnya bersifat racun terhadap makhluk hidup, walaupun beberapa diantaranya diperlukan dalam jumlah kecil. Melalui berbagai perantara, seperti udara, makanan, maupun air yang terkontaminasi oleh logam berat, logam tersebut dapat terdistribusi ke bagian tubuh manusia dan sebagian akan terakumulasi. Jika keadaan ini berlangsung terus menerus, dalam jangka waktu lama dapat mencapai jumlah yang membahayakan kesehatan manusia (Supriyanto, dkk, 2007).

Ion logam berat seperti ion kobalt, tembaga, nikel, krom, timbal dan seng terkandung didalam limbah yang berasal dari hasil penambangan, industri, elektroplating dan petrokimia (Babarinde, 2006). Kobalt merupakan logam berat yang berguna untuk bahan magnet yang kuat pada *loudspeaker* atau *microphone*. Logam kobal digunakan juga untuk penyepuhan karena penampilan, kekerasan dan daya tahannya terhadap oksidasi. Logam berat ini memiliki sifat yang akumulatif di dalam tubuh manusia, biasanya melalui makanan yang tercemar logam berat tersebut.

Logam berat ini tidak dapat dikeluarkan lagi oleh tubuh sehingga makin lama jumlahnya akan semakin meningkat. Jika jumlahnya cukup besar, pengaruh negatif terhadap kesehatan mulai terlihat, biasanya logam-logam berat ini menumpuk di otak, syaraf, jantung, hati, ginjal yang dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan yang ditempatinya (Hasanah, RD,2006).

Limbah cair yang mengandung logam berat dapat diklasifikasikan sebagai limbah yang beracun dan berbahaya. Sehingga limbah tersebut tidak dapat dibuang secara langsung dan perlu pengolahan terlebih dahulu. Berbagai metode seperti penukar ion, penyerapan dengan karbon aktif dan pengendapan secara elektrolisis telah dilakukan untuk menyerap bahan pencemar beracun dari limbah. Penggunaan bahan biomaterial sebagai penyerap ion logam berat merupakan alternatif yang memberikan harapan. (Hasanah, RD, 2006)

Metoda yang sering digunakan untuk memisahkan logam berat dari limbah cair adalah pengendapan kimia, pertukaran ion, pemisahan dengan menggunakan membran dan ekstraksi pelarut (Miretzky, 2005). Metoda lain untuk pemisahan logam berat adalah menggunakan biomassa seperti : bakteri, alga, dan jamur, karena biomassa mampu mengikat logam berat dan biayanya lebih murah (Tiemann,1998), untuk adsorpsi air limbah, biomassa mampu mengikat logam berat dan tidak mencemari lingkungan (Hameed, 2006). Selain itu, biomassa memberikan keuntungan yaitu murah, efektif dan ekonomis (Babarinde,2007).

Beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan alga hijau sebagai biosorben untuk penyerapan ion-ion logam berat. Ilana (1995), mendesorpsi ion logam cadmium dari biosorben alga dan melaporkan bahwa kapasitas desorpsi

NaCl dan NH_4Cl pada konsentrasi 0,1 mol/L sangat kecil akan tetapi pada konsentrasi 1 mol/L diperoleh 100 % desorpsi. Mawardi (2006) menggunakan biomassa alga hijau *Chlorophyta* sebagai biosorben untuk menyerap ion-ion logam berat dalam limbah cair, dari hasil penelitian diperoleh bahwa secara umum immobilisasi biomassa menyebabkan naiknya daya serap biomassa.

Wahyuni, Ilva(2007) meneliti kajian biosorpsi ion kadmium(II) dan seng(II) oleh biomassa alga hijau (*Cladophora fracta*) air tawar yang diimmobilisasi pada natrium silikat, hasilnya immobilisasi alga hijau menyebabkan kapasitas serapan ion meningkat, 3,45% untuk ion Zn^{2+} dan 7,09% untuk ion Cd^{2+} . Kondisi optimum regenerasi kolom terhadap ion logam Zn(II) pada konsentrasi larutan HNO_3 0,05 M dan 0,5 M untuk ion logam Cd(II).

Amaria, dkk (2006) menggunakan biomassa *Saccharomyces cerevisiae* yang diimmobilisasi silika secara sol gel sebagai biosorben untuk menyerap ion logam seng(II), melaporkan bahwa waktu adsorpsi seng(II) dengan konsentrasi 100 mg/L oleh biomassa *Saccharomyces cerevisiae* immobil (SCI) dan non immobil (SCNI) mencapai kesetimbangan pada menit ke 60, sebesar 2,7003 mg/g dan 2,7383 mg/g. Kapasitas adsorpsi SCI terhadap seng(II) adalah 8,5251 mg/g lebih kecil dari SCNI yaitu sebesar 15,1057 mg/g.

Warlan (2001), menggunakan adsorben dari limbah cangkang kepiting hijau untuk menyerap ion logam kobalt (II) dan nikel (II) dalam medium air dan diperoleh kondisi optimum dengan waktu 120 menit dan pH 7. Selanjutnya adsorben didesorpsi secara berurutan menggunakan Na_2EDTA 0,1 M dan

ammonium asetat 0,1 M dan hasil eksperimen menunjukkan bahwa peranan pembentukan kompleks relatif lebih besar dibandingkan peranan mekanisme pertukaran ion.

Pada penelitian ini selain dengan penggunaan biomassa, penyerapan logam juga dilakukan dengan menggunakan resin penukar kation yang dipertukarkan dengan ion logam yang akan digunakan. Diyah Erlina Lestari, dkk (2007) mengkarakterisasi kinerja resin penukar anion pada sistem air bebas mineral menyatakan bahwa kualitas air pengeluran kolom resin penukar kation cenderung stabil dan bersifat asam dengan pH 3,2 – 3,3 dan konduktivitas 265 – 320 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sedangkan pada resin penukar anion mengalami kenaikan pH dan konduktivitas.

Berdasarkan latar belakang di atas maka dilakukan penelitian dengan judul ***”Biosorpsi Alga Hijau *Cladophora fracta* Terimmobilisasi Natrium Silikat Dibandingkan dengan serapan resin penukar kation terhadap ion kobalt(II)”***

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah penelitian ini adalah :

1. Berapa pH optimum larutan kobalt(II) terhadap serapan alga hijau *Cladophora fracta* terimmobilisasi natrium silikat dibandingkan dengan penggunaan resin penukar kation.
2. Berapa konsentrasi optimum larutan kobalt(II) terhadap serapan alga hijau *Cladophora fracta* terimmobilisasi natrium silikat dibandingkan dengan penggunaan resin penukar kation.

3. Bagaimana karakteristik spectrum FT-IR dari biomassa Murni, biomassa terimmobilisasi dan resin penukar kation yang digunakan.

C. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini masalah dibatasi pada :

1. Variasi pH yang digunakan dalam Biosorpsi ion Co^{2+} dengan alga hijau *Cladophora 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 Co^{2+} dengan alga hijau *Cladophora fracta* terimmobilisasi natrium silikat dibandingkan dengan penggunaan resin penukar kation yaitu 50, 75, 100, 125, dan 150.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan:

1. Memperoleh pH optimum larutan kobalt(II) terhadap serapan alga hijau *Cladophora fracta* terimmobilisasi natrium silikat dibandingkan dengan penggunaan resin penukar kation.
2. Memperoleh konsentrasi optimum larutan kobalt(II) terhadap serapan alga hijau *Cladophora fracta* terimmobilisasi natrium silikat dibandingkan dengan penggunaan resin penukar kation.
3. Memperoleh karakteristik spektrum FT-IR dari biomassa Murni, Biomassa Terimmobilisasi, Biomassa pH Optimum Konsentrasi optimum dan resin penukar kation (resin murni, resin pH optimum konsentrasi optimum).

4. Mengujicobakan penggunaan Biomassa *Cladophora fracta* terimmobilisasi dan resin sebagai biosorben pemisahan ion kobalt (II) dari limbah cair.

E. Manfaat Penelitian

Setelah mempelajari karakteristik biosorpsi ion Kobalt(II) oleh *Cladophora fracta* teriimmobilisasi dengan natrium silikat dan penggunaan resin penukar kation, maka:

1. Mengetahui daya serap dari Biomassa alga hijau *Cladophora fracta* terimmobilisasi dan resin penukar kation.
2. Memberikan informasi tentang karakteristik biosorpsi ion Kobalt(II) oleh *Cladophora fracta* yang diimmobilisasi pada natrium silikat sehingga bisa menjadi landasan untuk penelitian berikutnya.
3. Memberikan informasi tentang perbandingan serapan ion Kobalt(II) oleh alga hijau *Cladophora fracta* yang diimmobilisasi pada natrium silikat dengan penggunaan resin penukar kation.
4. Biomassa dan resin penukar kation dapat digunakan untuk mengatasi limbah yang mengandung logam berat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Biosorpsi

Biosorpsi merupakan proses penyerapan logam yang tidak bergantung pada metabolisme terutama terjadi pada permukaan dinding sel dan permukaan eksternal lain. Penyerapan terjadi melalui mekanisme kimia dan fisika, misalnya pertukaran ion, pembentukan kompleks dan adsorpsi. (Gadd, 1990). Biosorpsi merupakan proses yang dominan dari semua proses yang terlibat dari semua proses penyerapan logam, terutama untuk timbal, aluminium, uranium dan thorium. (Gadd, 1990).

Secara umum ada dua tipe interaksi logam pada biomaterial, yaitu: interaksi pasif yang melibatkan sel tak hidup sehingga mengakibatkan adanya adsorpsi fisika atau terjadinya pertukaran ion dan interaksi aktif pada sel hidup dimana 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 polisakarida. Gugus fungsi tersebut diantaranya amino, karboksil, hidroksil, karbonil, imidazol, sulfhidril 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^- , $S_2O_3^-$, 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 karas 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.

B. Alga Hijau (*Cladophora fracta*)

Alga termasuk tumbuhan berklorofil dengan jaringan tubuh yang relative yang tidak berdiferensiasi, tidak membentuk akar, batang dan daun. Kebanyakan alga merupakan tumbuhan berukuran kecil, namun banyak diantaranya tersusun dalam kelompok-kelompok yang makin membesar dengan adanya perkembangbiakan yang cepat sehingga danau-danau dan sungai-sungai yang airnya mengalir lambat dan belahan daerah tertentu dilautan juga dapat tumbuh alga, Alga hijau *Cladophora 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), *Chlorophyta* (alga hijau), dan jarang sekali berasal dari kelompok *Phaeophyta* (alga coklat), dan *Rhodophyta* (alga merah).

Klasifikasi dari alga hijau *Cladophora fracta* yang diperoleh dari perairan

Batang Air Dingin, Lubuk Minturun di Kota Padang:

Divisi : Chlorophyta

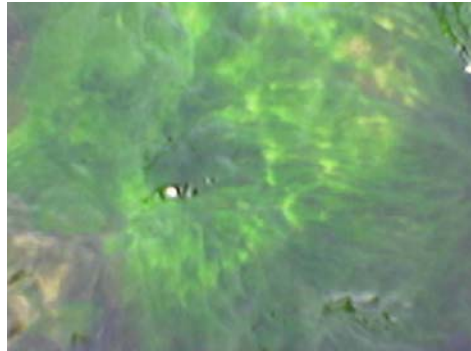
Klas : Chlorophyceae

Ordo : Cladophorales

Famili : Cladophoraceae

Spesies: *Cladophora fracta*

(Lab. Taksonomi tumbuh-tumbuhan UNAND)

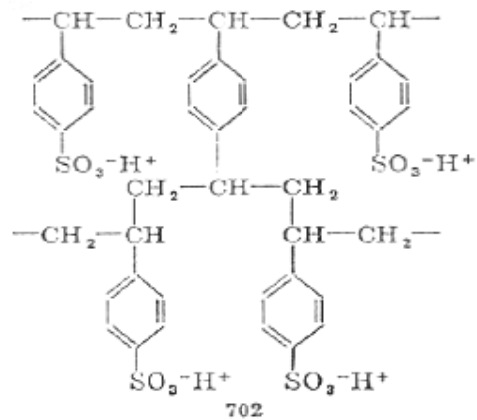


Gambar 1. Alga Hijau *Cladophora fracta*

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).

C. Resin

Resin penukar ion dapat berupa suatu zat dan penukar ion itu sendiri adalah zat padat tertentu yang dapat membebaskan ionnya kedalam larutan ataupun menggantikan ion lain dari larutan. Berupa butiran, biasanya disebut resin yang tidak larut dalam air. Dalam strukturnya resin ini memiliki gugus ion yang dapat dipertukarkan. (Yeli, andriyani, 2007).



Gambar 2. Resin penukar kation

Resin kation dirancang sebagai pelunak air hingga mampu mengurangi 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.

Sifat-sifat Penting Resin Penukar Ion adalah sebagai berikut:

1. Kapasitas Penukaran ion

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

2. Selektivitas

Sifat ini merupakan suatu sifat resin penukar ion yang menunjukkan aktifitas pilihan atas ion tertentu. Hal ini disebabkan karena penukar ion

merupakan suatu proses stoikiometrik dan dapat balik (*reversible*) dan memenuhi hukum kerja massa. Faktor yang menentukan selektivitas terutama adalah gugus ionogenik dan derajat ikat silang. Secara umum selektivitas penukar anion dipengaruhi oleh muatan ion dan jari-jari ion. Selektivitas resin penukar ion akan menentukan dapat atau tidaknya suatu ion dipisahkan dalam suatu larutan apabila dalam larutan tersebut terdapat ion-ion bertanda 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 di dalam polimer. Derajat ikat silang tidak hanya mempengaruhi kelarutan tetapi juga kapasitas pertukaran, perilaku mekaran, perubahan volume, selektivitas, 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 ionogenik di permukaan saja yang aktif.

5. Kestabilan resin

Kestabilan penukar ion ditentukan juga oleh mutu produk sejak dibuat. Kestabilan fisik dan mekanik terutama menyangkut kekuatandan ketahanan

gesekan. Ketahanan terhadap pengaruh osmotik, baik saat pembebanan maupun regenerasi, juga terkait jenis monomernya. Kestabilan termal jenis makropori biasanya lebih baik daripada yang gel, walau derajat ikat silang serupa. Akan tetapi lakukan panas penukar kation makropori agak mengubah struktur kisi ruang dan porositasnya (Diyah, dkk, 2007).

D. 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.

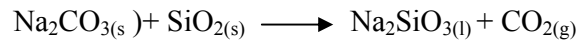
Immobilisasi biomassa dapat dilakukan dengan menggunakan (1) Matrik polimer seperti polietilena glikol, akrilat, (2) Oksida (oxides) seperti alumina, silika, (3) Campuran oksida (mixed oxides) seperti kristal aluminasilikat, asam polihetero, dan (4) Karbon (Eri bachtiar,2007).

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).

E. Natrium Silikat

Natrium silikat (Na_2SiO_3) juga dikenal dengan kaca cair, tersedia dalam bentuk padatan dan cairan. Reaksi pembuatan natrium silikat adalah sebagai berikut :



(Vogel,1990)

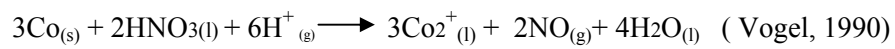
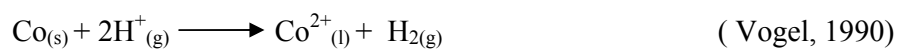
Senyawa ini adalah salah satu dari beberapa senyawa yang mengandung natrium oksida dan silika atau campuran natrium silikat dengan bervariasi perbandingan SiO_2 dan Na_2O . Natrium silikat stabil dalam larutan netral dan alkali, sedangkan dalam larutan asam ion silikat akan bereaksi dengan ion hidrogen membentuk asam silikat yang dengan pemanasan dan pengadukan membentuk silika gel (http://www.wikipedia//sodium_silicate). Pada penelitian ini natrium silikat digunakan sebagai immobiliser yang berfungsi sebagai pemerangkap biomassa dalam suatu polimer dengan tetap menjaga gugus-gugus fungsi dalam biomassa dapat dipakai lagi untuk penyerapan logam selanjutnya.

F. Kobalt

Kobalt dalam sistem periodik unsur termasuk unsur transisi yang memiliki nomor atom 27, nomor massa 58,93, titik lebur 1495°C dan titik didih 2870°C , logam berwarna abu-abu, bersifat feromagnetik dan tahan karat, dapat membentuk senyawa ion dan senyawa kompleks. Kobalt biasanya digunakan dalam bentuk alloy. Alnico

merupakan alloy magnetik yang terkenal dan kobalt juga digunakan untuk membuat baja nirkarat serta dalam alloy berkekuatan tinggi yang tahan oksidasi pada suhu tinggi.

Kobalt mudah melarut dalam asam-asam mineral encer. Pelarutan dalam asam nitrat disertai dengan pembentukan nitrogen oksida, reaksi yang terjadi adalah :



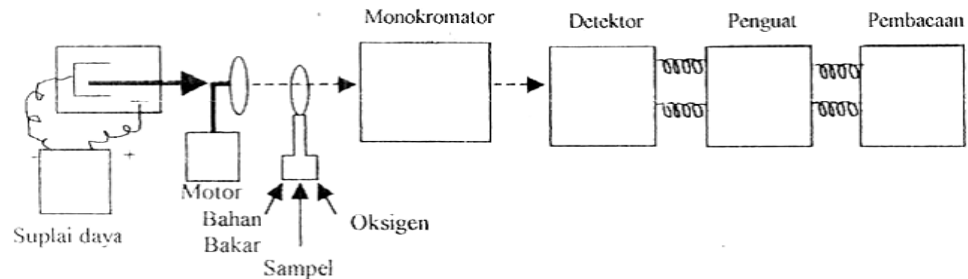
Dalam pelarut air, kobalt secara normal terdapat sebagai ion kobalt(II).

Senyawa-senyawa kobalt (II) yang tidak terhidrat berwarna biru.

G. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektroskopi Serapan Atom merupakan salah satu metode analisis kimia untuk menentukan kadar unsur-unsur logam dan semi logam yang terdapat dalam sampel (terutama pada kadar yang rendah : ppm, ppb).

Bila suatu berkas sinar (radiasi elektromagnetik) berinteraksi dengan materi maka sinar tersebut akan mengalami beberapa kemungkinan, yaitu sinar tersebut sebagian diteruskan (emisi), diserap (absorpsi), dipedarkan (fluoresensi) atau dihamburkan (scattering). Metode analisis kimia yang didasarkan atas pengukuran banyaknya radiasi elektromagnetik yang diserap oleh materi disebut metode spektroskopi absorpsi. Jika materi menyerap radiasi elektromagnetik tersebut berupa atom maka metode tersebut disebut spektroskopi serapan atom.



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

Spektrometer serapan atom terdiri dari lima komponen dasar, yaitu sumber cahaya, sistem pengatoman, monokromator, detektor dan rekorder. Adapun komponen dasar tersebut akan dijelaskan sebagai berikut :

a. Sumber Radiasi

Sumber radiasi yang paling banyak digunakan untuk pengukuran secara spektroskopi absorpsi atom adalah lampu katoda cekung (hallow cathode lamp), yang terdiri dari anoda tungsten (bermuatan positif) dan katoda selindris (bermuatan negatif), dimana kedua elektron tersebut (katoda dan anoda) berada didalam sebuah tabung gelas yang berisi gas neon (Ne) atau gas Argon (Ar) dengan tekanan 1 samapai 5 Toor.

b. Sistem pengatoman

Sistem pengatoman merupakan piranti (divice) untuk merubah materi manjadi atom-atom bebas. Karena umumnya atom-atom berada dalam keadaan berikatan pada suhu rendah, maka biasanya melibatkan suhu tinggi.

c. Monokromator

Monokromator berfungsi untuk mengisolasi salah satu garis resonansi dari sekian banyak spektrum yang dihasilkan oleh lampu katoda cekung. Peralatan yang digunakan terdiri dari cermin, lensa, filter dan celah.

d. Detektor

Fungsi dari detector adalah mengubah energi sinar menjadi energi listrik dan energi listrik yang dihasilkan tersebut dapat menggerakkan jarum (bila sistem pembacanya merupakan penyimpanan jarum), mengeluarkan angka digital atau menggerakkan pen pada rekorder, maupun mengeluarkan angka pada layar monitor.

e. Rekorder

Rekorder berfungsi untuk menampilkan bentuk sinyal listrik menjadi satuan yang dapat dibaca. Tampilan yang terdapat pada layar menunjukkan data absorbansi.

H. 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).

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

Tabel 2. Daerah serapan inframerah beberapa gugus fungsi

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. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kondisi optimum penyerapan ion kobalt(II) oleh biomassa alga hijau *Cladophora fracta* terimmobilisasi dan resin penukar kation pada pH 5 dan konsentrasi 100 ppm.
2. Jumlah serapan ion kobalt(II) pada biomassa lebih besar dibandingkan dengan serapan resin penukar kation.
3. Biomassa dan resin dikarakterisasi dengan FT-IR, pada spektrumnya mengalami pergeseran gugus fungsi dan intensitas serapan, namun masih dalam range gugus fungsi yang sama.
4. Biomassa alga hijau *Cladophora fracta* yang terimmobilisasi dan resin penukar kation dapat dimanfaatkan untuk menyerap ion kobalt(II) dari limbah cair.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diharap untuk :

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan biomassa sebagai biosorben untuk menyerap ion kobalt(II).

2. Perlu diadakan penelitian dengan memvariasikan beberapa variabel lain seperti suhu, waktu kontak dan sebagainya.
3. Perlu diadakan penelitian mengenai daya serap biomassa dan resin terhadap penggunaan berulang untuk kation-kation logam lain.
4. Perlu diadakan penelitian dengan menggunakan sampel alga hijau *Cladophora fracta* seperti pemanfaatan alga sebagai energi alternatif dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaria, dkk, 2006. *Adsorpsi Seng(II) Menggunakan Biomassa Saccharomyces Cerevisiae yang Diimmobilisasi pada Silika secara Sol Gel*, Lembaga Penelitian, Universitas Negeri Surabaya.
- Amran, Ali, dkk.1981. *Adsorpsi dan Koloid*.Jurusan Kimia : FKIE-IKIP Padang
- Aziz, Vina. 2007. *Analisis Kandungan Sn, Zn dan Pb dalam Susu Kental Manis Kemasan Kaleng Secara Spektrofotometri Serapan Atom*. Skripsi Universitas Islam Indonesia : Jogjakarta.
- 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 1251-1256.
- Babarinde, N. A. Adesola, et al, 2007. Isoterm and Thermodynamic Studies of The Biosorption of Copper (II) Ions By *Erythrodontium* Bacteri. *International Journal of Physical Science*, Vol. 2, pp 300-304.
- Bunluesin, Sushera, et al, 2007. Batch and Continuous Packed Column Studies of Cadmium Biosorption by *Hydrilla verticillata* Biomass, *Journal of Bioscience and Bioengineering* 103, 6, Hal 509-513.
- Diyah Erlina Lestari dan Setyo Budi Utomo, 2007. *Karakteristik Kinerja Resin Penukar Ion Pada Sistem Air Bebas Mineral (GCA 01) RSG Gas*. Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir, Pusat Reaktor Serba Guna BATAN.
- Gadd, G. M., 1990. Biosorption, *Chemistry & Industry*, 13: 421-426.
- 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 Conference 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.
- Hasanah, RD 2006. Studi Penggunaan Na_2EDTA Dalam Desorpsi Ion Logam Kobalt (II) Pada Kitin Terdeasilasi Dari Limbah Cangkang Kepiting Hijau (*Scylla serrata*) Dalam Medium Air Lembaga Penelitian, Universitas Negeri Semarang.