

**PENGARUH pH LARUTAN TERHADAP KARAKTERISASI  
PERTUKARAN ION PADA BIOSORPSI ION TEMBAGA (II)  
OLEH BIOMASSA ALGA HIJAU (*Cladophora fracta*)  
TERIMMOBILISASI DAN TERMODIFIKASI**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan Kepada Tim Penguji Tugas Akhir Jurusan Kimia  
Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu*



Oleh:

**NOVIA NELZA  
NIM. 84240/2007**

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

**HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN TUGAS AKHIR**

**Dengan ini menyatakan bahwa :**

**Nama** : Novia Nelza  
**NIM** : 84240  
**Program Studi** : Kimia  
**Jurusan** : Kimia  
**Fakultas** : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**Dengan judul tugas akhir :**

**PENGARUH pH LARUTAN TERHADAP KARAKTERISASI  
PERTUKARAN ION PADA BIOSORPSI ION TEMBAGA (II)  
OLEH BIOMASSA ALGA HIJAU (*Cladhopora fracta*)  
TERIMMOBILISASI DAN TERMODIFIKASI**

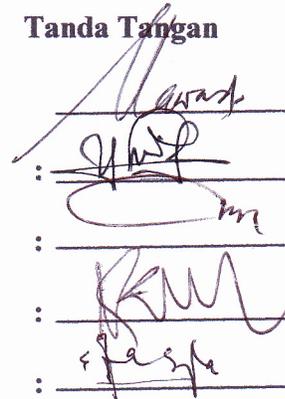
***Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Penguji Tugas Akhir  
Program Studi Kimia Jurusan Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang***

**Padang, 26 Juli 2011**

**TIM PENGUJI**

- 1. Ketua** : Dr. Mawardi, M.Si. :  
**2. Sekretaris** : Yerimadesi, S.Pd. M.Si. :  
**3. Anggota** : Drs. Amrin, M.Si. :  
**4. Anggota** : Drs. Zul Afkar, M. S. :  
**5. Anggota** : Edi Nasra, S.Si. M.Si. :

**Tanda Tangan**



**PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

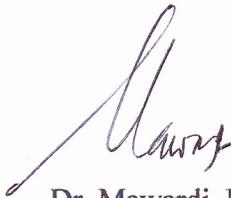
**PENGARUH pH LARUTAN TERHADAP KARAKTERISASI  
PERTUKARAN ION PADA BIOSORPSI ION TEMBAGA (II)  
OLEH BIOMASSA ALGA HIJAU (*Cladhopora fracta*)  
TERIMMOBILISASI DAN TERMODIFIKASI**

Nama : Novia Nelza  
NIM : 84240  
Program Studi : Kimia  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 26 Juli 2011

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I



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

Dosen Pembimbing II



Yerimadesi, S.Pd. M.Si  
NIP. 19740917 200312 2 001

## ABSTRAK

Novia Nelza (2011) : **Pengaruh pH Larutan Terhadap Karakterisasi Pertukaran Ion Pada Biosorpsi Ion Tembaga (II) oleh Biomassa Alga Hijau (*Cladophora fracta*) Terimmobilisasi dan Termodifikasi.**

Penggunaan biomassa alga hijau sebagai biosorben logam berat telah banyak dilakukan, salah satunya dengan menggunakan biomassa Alga Hijau (*Cladophora fracta*) yang memiliki kemampuan menyerap yang cukup baik karena adanya gugus aktif karboksil, amina dan karbonil. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh pH larutan terhadap karakterisasi pertukaran ion pada biosorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh biomassa alga hijau (*Cladophora fracta*) yang terimmobilisasi dan termodifikasi gugus karboksilatnya. Karakterisasi pertukaran ion pada biomasa dapat diketahui melalui proses elusi larutan  $\text{Cu}^{2+}$  di dalam kolom yang dilakukan pada biosorben yang terlebih dahulu diperlakukan dengan  $\text{CaCl}_2$  0,2 M sehingga ion  $\text{Cu}^{2+}$  dapat menggantikan ion  $\text{Ca}^{2+}$  yang telah terikat. Karakterisasi ini dapat dilihat melalui spektrum FTIR. Sedangkan untuk mengetahui peranan dari gugus fungsi karboksil, dilakukan dengan memodifikasi gugus ini menjadi ester melalui proses esterifikasi dengan metanol dan asam klorida. Dari hasil penelitian diperoleh pengaruh pH pada penyerapan ion  $\text{Cu}^{2+}$  dan pertukaran ion berpengaruh secara signifikan. Jumlah serapan optimum terjadi pada pH 5 yaitu 6,75 mg/g (modifikasi), 6,76 mg/g (treatment) dan 6,74 mg/g (modifikasi dan treatment) dan ion  $\text{Ca}^{2+}$  yang tergantikan serbesar 2,58 mg/g (treatment) dan 2,03 mg/g (modifikasi dan treatment). Untuk melihat peranan gugus fungsi karboksil, biomassa non modifikasi penyerapan yang terjadi lebih besar yaitu 6,152 mg/g dan 6,153 mg/g dibandingkan dengan biomassa yang mengalami modifikasi 6,09 mg/g dan 6,1 mg/g.

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya terutama nikmat waktu dan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini yang berjudul "Pengaruh pH Larutan Terhadap Karakterisasi Pertukaran Ion Pada Biosorpsi Ion Tembaga (II) oleh Biomassa Alga Hijau (*Cladophora fracta*) Terimmobilisasi dan Termodifikasi". Shalawat 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 tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, arahan dan petunjuk dari 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 dosen pembimbing I.
2. Ibu Yerimadesi, S.Pd., M.Si. sebagai dosen pembimbing II dan sekaligus penasehat akademik.
3. Bapak Drs. Amrin, M.Si. sebagai dosen penguji.
4. Bapak Drs. Zul Afkar, M.S, sebagai dosen penguji serta Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Edi Nasra, S.Si., M.Si sebagai dosen penguji.
6. Bapak Drs. Bahrizal, M.Si. sebagai Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.

7. Bapak Drs. Nazir K. S, M.Pd., M.Si. sebagai Ketua Prodi Kimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.
8. Bapak dan Ibu seluruh staf, dosen, karyawan dan karyawan di lingkungan Jurusan Kimia FMIPA UNP.
9. Semua pihak yang telah ikut serta memberi bantuan dan dorongan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dengan bantuan semua pihak penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik, semoga bantuan, dorongan dan pengorbanan yang telah diberikan menjadi amal ibadah dan dibalas oleh Allah SWT. Amiin. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca untuk perkembangan ilmu pengetahuan.

Padang, Juli 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK</b>	
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Pembatasan Masalah .....	3
D. Tujuan Penelitian .....	4
E. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Biosorpsi .....	5
B. Alga Hijau ( <i>Cladophora Fracta</i> ) .....	8
C. Immobilisasi .....	10
D. Tembaga (Cu) .....	11
E. Natrium Silikat .....	13
F. Pertukaran Ion .....	13
G. Modifikasi Gugus - Gugus Fungsional .....	14
H. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).....	16

I. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) .....	20
---	----

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	22
B. Objek Penelitian .....	22
C. Alat dan Bahan .....	22
1. Alat Yang Digunakan .....	22
2. Bahan Yang Digunakan .....	22
D. Pembuatan Reagen .....	23
E. Metode Penelitian .....	24
1. Pengambilan Sampel .....	24
2. Persiapan Biosorben .....	24
3. Immobilisasi Alga Hijau Dengan Natrium Silikat .....	25
4. Modifikasi Gugus Karboksilat .....	25
5. Pretreatment Biomassa <i>C. fracta</i> .....	25
6. Penelitian Secara Umum .....	26
7. Prosedur Kerja .....	26
a. Karakterisasi Biomassa .....	26
b. Pengaruh Variasi pH Terhadap Daya Serap Biomassa ....	27

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Pengaruh Variasi pH Terhadap Penyerapan Ion Logam $\text{Cu}^{2+}$ ...	28
B. Karakterisasi Pertukaran Ion $\text{Ca}^{2+}$ dengan Ion $\text{Cu}^{2+}$ Pada .....	31
C. Perana Gugus Karboksilat Terhadap Daya Serap Biosorben ...	36

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan ..... 40

B. Saran ..... 41

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Klasifikasi asam-basa keras dan lunak.....	7
2. Daerah Serapan Inframerah Khas Beberapa gugus Fungsi.....	21
3. Hasil Analisis Kapasitas Serapan Biomassa Pada Variasi pH Larutan.....	28
4. Hasil Spektrum Pengukuran Biomassa <i>C. fracta</i> Setelah Perlakuan .....	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Alga Hijau <i>C. fracta</i> .....	9
2. Alat Apektrofotometer Serapan Atom (SSA) .....	17
3. Kurva Hubungan pH Larutan $\text{Cu}^{2+}$ terhadap Serapan Biomassa .....	29
4. Reaksi Esterifikasi yang Terjadi Pada Proses Modifikasi Pada .....	31
5. Spektrum FTIR Biomassa <i>C. fracta</i> yang Terimmobilisasi dan .....	32
6. Kurva Hubungan Variasi pH larutan Terhadap Pertukaran .....	33
7. Kurva Perbandingan Pertukaran Ion $\text{Ca}^{2+}$ dengan Ion $\text{Cu}^{2+}$ Terhadap ...	34
8. Spektrum FTIR Biomassa <i>C. fracta</i> yang Terimmobilisasi dan Tertrea....	35
9. Spektrum FTIR biomassa <i>C. fracta</i> yang Terimmobilisasi, Biomassa .....	36
9. Kurva Pengaruh Adanya Gugus Karboksil yang Terdapat pada.....	39

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pengambilan Sampel .....	44
2. Skema Kerja Persiapan Biosorben .....	45
3. Skema Kerja Immobilisasi Biomassa .....	46
4. Modifikasi Gugus Karboksilat .....	47
5. Pretreatment Biomassa .....	48
6. Karakterisasi Biomassa Terimobilisasi dan Termodifikasi.....	49
7. Penentuan Pengaruh Variasi pH Logam Tembaga(II) Pada Konsentrasi .	50
8. Penentuan Peranan Gugus Karboksilat Dalam Biosorpsi Ion $\text{Cu}^{2+}$ .....	51
9. Data Optimasi pH.....	52
10. Data Perbandingan Perlakuan Pada pH Optimum (pH 5).....	53
11. Data $\text{Ca}^{2+}$ Yang Tertukarkan Pada Perlakuan Optimasi pH .....	54
12. Data $\text{Ca}^{2+}$ Yang Tertukarkan Pada Kondisi Optimum pH 5 .....	55
13. Perbandingan Serapan $\text{Cu}^{2+}$ dan $\text{Ca}^{2+}$ Oleh Biomassa Terimmobilisasi ...	56
14. Perbandingan Serapan $\text{Cu}^{2+}$ Oleh Biomassa Terimmobilisasi dengan .....	57

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Lingkungan merupakan faktor eksternal yang secara langsung maupun tidak langsung sangat mempengaruhi pertumbuhan makhluk hidup yang ada di dalamnya. Kehidupan dan pertumbuhan makhluk hidup akan terganggu apabila lingkungan tercemar. Pencemaran lingkungan antara lain disebabkan oleh limbah yang dihasilkan oleh industri-industri maupun produk yang dihasilkannya. Salah satu pencemaran yang berbahaya adalah pencemaran logam tembaga (Cu).

Tembaga merupakan salah satu logam berat yang banyak dimanfaatkan dalam industri, terutama dalam industri elektroplating dan industri logam (alloy). Keberadaan tembaga dalam jumlah kecil sangat berguna bagi makhluk hidup karena merupakan logam berat *essensial*, tapi dalam jumlah besar dapat mengakibatkan berbagai masalah kesehatan karena sifatnya yang toksik. Ion logam tembaga dapat terakumulasi di otak, jaringan kulit, hati, pankreas dan miokardium. Dengan demikian penanganan limbah logam tembaga harus dilakukan.

Metode yang umum digunakan untuk mengurangi logam berat dari air limbah meliputi proses pengendapan secara kimia, pertukaran ion, filtrasi, penguapan dan pemisahan dengan menggunakan membrane, namun metode yang dibahas adalah karakter pertukaran ion (Gardea,1996).

Biosorpsi logam terjadi karena kompleksitas ion logam yang bermuatan positif dengan pusat aktif yang bermuatan negatif pada permukaan dinding sel atau dalam polimer-polimer ekstraseluler, seperti protein dan polisakarida sebagai sumber gugus fungsi yang berperan penting dalam mengikat ion logam. Proses penyerapan ini berlangsung cepat dan terjadi pada sel hidup maupun sel yang telah mati (Volesky, 2000).

Selain itu biosorpsi juga terjadi karena adanya peristiwa pertukaran ion dimana ion monovalent dan divalent seperti  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  pada dinding sel digantikan oleh ion-ion logam berat (Suhendrayatna, 2001). 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. Dalam biosorpsi salah satu gugus fungsi yang berperan besar terhadap interaksi pertukaran ion adalah gugus karboksilat (Wang, 2009).

Dalam proses biosorpsi, kontak antara biosorben dengan larutan logam dapat dilakukan dengan sistem perendaman (*batch*) dan sistem kontinu, sehingga biosorben yang digunakan dapat berupa sel bebas atau sel terimmobilisasi. Penggunaan biomassa terimmobilisasi memberikan keuntungan, diantaranya biosorben dapat digunakan dalam *bed reactor* dan memperkaya pusat aktif biosorben. Selain itu, keuntungan sel biomassa yang diimmobilisasi adalah biosorben dapat digunakan secara berulang (Mawardi, 2008). Biomassa diimmobilisasi dengan menggunakan silika,

yang menyebabkan peningkatan kereaktifan gugus fungsi dan ketahanan ikatan (Bag, 1999). Pada proses biosorpsi, optimasi pH menjadi faktor penting yang tidak dapat dikesampingkan. pH berpengaruh terhadap keberadaan proton-proton yang dapat menghasilkan kompetisi dengan kation logam berat dalam berikatan dengan sisi aktif biomassa.

Berdasarkan latar belakang di atas maka dilakukan penelitian dengan judul "Pengaruh pH Larutan Terhadap Karakterisasi Pertukaran Ion Pada Biosorpsi Ion Tembaga (II) Oleh Biomassa Alga Hijau (*Cladophora fracta*) Terimmobilisasi dan Termodifikasi".

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah penelitian ini adalah : bagaimana pengaruh pH larutan terhadap karakterisasi pertukaran ion pada biosorpsi ion tembaga (II) oleh biomassa Alga Hijau (*C. fracta*) terimmobilisasi dan termodifikasi ?

## **C. Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini diberi batasan masalah sebagai berikut :

1. Biomassa yang digunakan merupakan alga hijau (*C. fracta*) yang terimmobilisasi dengan natrium silikat dengan pH larutan tembaga (II) yang divariasikan yaitu pH 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 pada konsentrasi optimum 250 ppm.
2. Ion yang dipertukarkan adalah ion  $\text{Ca}^{2+}$ .

3. Gugus fungsi yang akan dimodifikasi adalah gugus karboksilat.

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

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan:

1. Mempelajari pengaruh pH larutan logam terhadap karakterisasi pertukaran ion pada biosorpsi ion tembaga (II) oleh biomassa *C. fracta* terimmobilisasi dan termodifikasi.
2. Mempelajari karakterisasi pertukaran ion pada biosorpsi ion tembaga (II) dengan biomassa *C. fracta* terimmobilisasi dan termodifikasi pada pH optimum.
3. Mempelajari pengaruh modifikasi gugus karboksilat terhadap penyerapan ion tembaga (II) oleh biomassa *C. fracta*.

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

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang karakteristik biosorpsi ion tembaga (II) oleh biomassa *C. fracta*, sehingga bisa menjadi salah satu alternatif dalam penanganan limbah yang mengandung logam berat dan memberikan manfaat bagi perkembangan penelitian kimia, khususnya dalam bidang biosorpsi dengan biomassa terimmobilisasi dan termodifikasi gugus fungsi karboksilat.