

**STUDI ADSORPSI ION  $\text{Cu(II)}$  DENGAN MENGGUNAKAN  
KITIN DAN MEMBRAN KITIN SEBAGAI PENYERAP**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**

Oleh :

**AMELIA GUSVALINA**

**08061003028**



**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

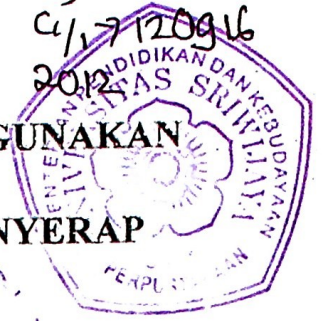
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2012**

R 22031  
22495

S  
660-020 7  
C1/1  
Ame  
S  
C/1/7/20916  
2012

**STUDI ADSORPSI ION  $\text{Cu(II)}$  DENGAN MENGGUNAKAN  
KITIN DAN MEMBRAN KITIN SEBAGAI PENYERAP**



**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**

Oleh :

**AMELIA GUSVALINA**

**08061003028**



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**



**2012**

## HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul skripsi : **STUDI ADSORPSI ION Cu(II) DENGAN  
MENGUNAKAN KITIN DAN MEMBRAN KITIN  
SEBAGAI PENYERAP**  
Nama Mahasiswa : Amelia Gusvalina  
NIM : 08061003028  
Jurusan : Kimia  
Telah disetujui untuk disidangkan pada tanggal 19 maret 2012

Indralaya, Maret 2012

Pembimbing :

1. Dr. Suheryanto, M.Si : ..... 
2. Widia Purwaningrum, M.Si : ..... 

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

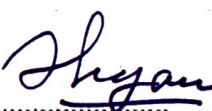
Judul skripsi : **STUDI ADSORPSI ION Cu(II) DENGAN  
MENGUNAKAN KITIN DAN MEMBRAN KITIN  
SEBAGAI PENYERAP**  
Nama Mahasiswa : Amelia Gusvalina  
NIM : 08061003028  
Jurusan : Kimia

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 19 Maret. Dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan Panitia Sidang Ujian Skripsi.

Indralaya, Maret 2012

Ketua :

1. Dr. Suheryanto, M.Si

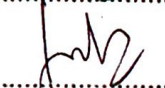
: 

Anggota :

2. Widia Purwaningrum, M.Si

: 

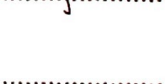
3. Dra. Fatma, M.S

: 

4. Dr. Ferlina Hayati, M.Si

: 

5. Zainal Fanani, M.Si

: 

Indralaya, Maret 2012.  
Ketua Jurusan Kimia,



## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Amelia Gusvalina  
NIM : 08061003028  
Jurusan : Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak, telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya,      Maret 2012  
Penulis,



Amelia Gusvalina  
NIM. 08061003028

## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Amelia Gusvalina  
NIM : 08061003028  
Fakultas/Jurusan : MIPA / Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: **“STUDI ADSORPSI ION Cu(II) DENGAN MENGGUNAKAN KITIN DAN MEMBRAN KITIN SEBAGAI PENYERAP”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia, memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Maret 2012  
Yang menyatakan,



Amelia Gusvalina  
NIM. 08061003028

*Bagi Jiwa Yang Selalu Memeluk Jiwaku  
Bagi Hati Yang Selalu Membisikan Doa Untukku  
Bagi Tangan Yang Selalu Meringankan Bebanku  
Dan Bagi Lisan Yang Selalu Melecutku Dengan Kobaran Semangat*

- ♥ *Allah SWT atas jutaan mukjizatNYA sepanjang hidupku*
- ♥ *Papa dan Mama yang telah diamanahkan akan nafas dan denyut jantungku, dan telah mengamanahkan pula padaku suatu kepercayaan*
- ♥ *Orang-orang yang selalu mencintaimu*
- ♥ *Almamaterku*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“STUDI ADSORPSI ION Cu(II) DENGAN MENGGUNAKAN KITIN DAN MEMBRAN KITIN SEBAGAI PENYERAP”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains bidang studi kimia, universitas sriwijaya.

Selama pelaksanaan tugas akhir dan penyusunan skripsi ini, penulis banyak sekali mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikannya dengan baik. Maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Suheryanto, M.Si selaku pembimbing utama dan Ibu Widia purwaningrum, M.Si selaku pembimbing pembantu atas bimbingan dan dukungannya. Selain itu penulis juga ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada :

1. Bapak Aldes Lesbani, Ph.D, selaku Pembimbing Akademik
2. Seluruh staf dosen pengajar, staf administrasi, seluruh analis laboratorium Jurusan Kimia FMIPA UNSRI yang telah banyak membantu selama penelitian.
3. Papa dan Mama serta Ayah dan Bunda yang telah memberikan limpahan kasih sayang, dukungan, dan doa yang tulus tiada henti. Terimakasih atas kepercayaannya sampai saat ini.
4. Tante Evi, Tante Yel, Tante Fit, Om Ir, Om Eno, Om Imam, Adek Yona, Adek Sherly, Abang Ryan, Abang Zandri, Kakak Kiki, adek Andra, Adek



Dhea, Martin yang tak henti memberikan informasi, dukungan, doa dan hiburan disaat aku letih.

5. Adit dan Mas Angga yang tak pernah letih mendengar keluhanku, memberi support, dan selalu ada kapanpun untukku, *thanks sweeto* ☺ ☺
6. My Chitin Team's, Novi, Fitri, dan Yuyun, makasi untuk semua bantuan dan pengertiannya selama berjuang di LabPen dan semua teman2 Miki 06, makasi untuk semua kenangan dan cerita berharganya.
7. My *ŦŦöŦŦ* Boarding House, Ŧina, Ŧona, Ŧiza, Ŧkta, Ŧika, Ŧuli dan Nana yang selalu menemani, membantu, mengerti dan menjadi cermin dalam proses akhirku dan mengingatkan bahwa arti keluarga bukan hanya sekedar "tinggal satu atap" tapi keluarga adalah mereka yang selalu hadir didalam hati dengan kata-kata seindah doa, dan Dwi serta Mayang atas *therapysh of futurenya* ♥♥
8. Sahabat<sup>2</sup>ku para "Miner" Dito, Duan, Adrian, Moses, Joni, Billy, Cya, Manzil, makasi untuk keriangannya, tawa, canda, info, dukungan doa serta hari2 yang telah kita lewati bersama dengan berbagai suka duka yang mengajarkan aku arti dari sebuah persahabatan. Semoga kita akan menjadi kisah klasik ♪♪...

Penulis menyadari sepenuhnya masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini, karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak untuk memperbaiki laporan ini, sehingga dapat berguna bagi usaha penanggulangan limbah.

Palembang, Maret 2012

Penulis

**ADSORPTION STUDY OF Cu(II) USING  
CHITIN AND CHITIN MEMBRANE AS ADSORBENT**

**By**

**AMELIA GUSVALINA**

**08061003028**

**ABSTRACT**

Research performance of chitin and chitin membrane made of shrimp shell waste from PT Lolamina Palembang for adsorption of copper metal ions has been done. Isolation for that were done consist of demineralization use HCl 3 M and deproteination use NaOH 3.5% Membrane was produced with weight composition of chitin and PVC 0.32 % each, DMA and NMP 48.66 % each, and LiCl 2.02 %. Parameters observed were variation of contact time and concentration. Cu (II) ion concentration in solution was measured by Atomic Absorption Spectrophotometry method. Characteristic of chitin result isolation obtained water content of 3.73 %, ash content of 0.66 %, and degree aetilation of 39.479%. Measurement results with use AAS showed that optimum adsorption of Cu (II) ion to chitin was achieved in 5.6 hour contact time and 40 mg/L concentration, with adsorption capacity of 2.196 mg/g, and also optimum adsorption of Cu (II) ion to chitin membrane was achieved in 5.6 hour, 40 mg/L concentration with adsorption capacity of and 7.19 mg/g.

**Keywords : Adsorption, Chitin, Chitin Membrane, Copper (II) ion.**

# **STUDI ADSORPSI ION Cu(II) DENGAN MENGGUNAKAN KITIN DAN MEMBRAN KITIN SEBAGAI PENYERAP**

**Oleh :**

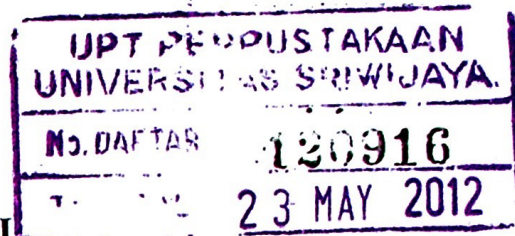
**AMELIA GUSVALINA**

**08061003028**

## **ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian tentang kemampuan kitin dan membran kitin dari hasil isolasi limbah cangkang udang galah PT Lolamina Palembang untuk adsorpsi ion tembaga. Isolasi yang dilakukan yaitu demineralisasi menggunakan HCl 3 M dan deproteinasi menggunakan NaOH 3,5 %. Membran dibuat dengan komposisi berat kitin dan PVC masing-masing 0,32 %, DMA dan NMP masing-masing 48,66 %, dan LiCl 2,02 %. Parameter yang diteliti adalah variasi waktu kontak dan variasi konsentrasi. Pengukuran konsentrasi ion Cu(II) dalam larutan dilakukan dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom. Karakteristik kitin hasil isolasi didapatkan kadar air 3,73 %, kadar abu 0,66 % dan derajat deasetilasi 39,479%. Hasil pengukuran menggunakan SSA menunjukkan bahwa penyerapan optimum kitin terhadap ion Cu(II) diperoleh pada waktu kontak 5,6 jam dan konsentrasi 40 mg/L dengan kapasitas adsorpsi 2,196 mg/g dan penyerapan optimum membran kitin terhadap ion Cu(II) diperoleh pada waktu kontak 5,6 jam dan konsentrasi 40 mg/L dengan daya serap 7,10 mg/g.

**Kata Kunci : Adsorpsi, Kitin, Membran Kitin, Ion Tembaga (II).**



DAFTAR ISI

Hal

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	v
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>ABSTRAK</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Kitin.....	6
2.2 Logam Tembaga.....	9
2.3 Interaksi Logam Dengan Kitin.....	11
2.4 Adsorpsi .....	13
2.5 Spektrofotometri Serapan Atom .....	16
2.6 Spektrometri Inframerah .....	18
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat .....	20
3.2 Alat dan Bahan.....	20

3.2.1 Alat Penelitian.....	20
3.2.2 Bahan Penelitian .....	21
3.3 Langkah Kerja Penelitian .....	21
3.3.1 Persiapan Sampel .....	21
3.3.2 Isolasi Kitin.....	21
3.3.3 Uji Kualitas Kitin.....	22
3.3.3.1 Penentuan Kadar Air .....	22
3.3.3.2 Penentuan Kadar Abu.....	22
3.3.3.3 Identifikasi Gugus Fungsi Kitin dengan Spektroskopi Inframerah .....	22
3.3.4 Pembuatan Membran Kitin .....	22
3.3.5 Karakterisasi Adsorpsi Kation Cu(II) dengan Kitin dan Membran Kitin .....	23
3.3.5.1 Pembuatan Kurva Kalibrasi .....	23
3.3.5.2 Penentuan Daya Serap Adsorben Kitin untuk Variasi Waktu Kontak .....	23
3.3.5.3 Penentuan Daya Serap Adsorben Membran Kitin untuk Variasi Waktu Kontak .....	23
3.3.5.4 Penentuan Daya Serap Adsorben Kitin untuk Variasi Konsentrasi.....	24
3.3.5.5 Penentuan Daya Serap Adsorben Membran Kitin untuk Variasi Konsentrasi .....	24
<b>BAB IV PEMBAHASAN</b>	
4.1 Isolasi Kitin dari Cangkang Udang Galah .....	25
4.2 Identifikasi Gugus Fungsi dan Persentase Derajat Deasetilasi Kitin.....	26
4.3 Kadar Air dan Kadar Abu .....	28
4.4 Karakterisasi Adsorpsi Kation Cu(II) dengan Kitin dan Membran Kitin .....	29
4.4.1 Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Daya Serap Adsorben Kitin dan Membran Kitin.....	29

4.4.2 Pengaruh Variasi Konsentrasi Terhadap Daya Serap Adsorben Kitin dan Membran Kitin.....	30
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	33
5.2 Saran.....	34
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>35</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>37</b>

## DAFTAR TABEL

	<b>Hal</b>
Tabel 1 Kualitas Standar Kitin .....	9
Tabel 2 Klasifikasi Asam Basa Keras Lunak .....	12
Tabel 3 Karakteristik Kitin Hasil Isolasi dari Cangkang Udang Galah ....	25
Tabel 4 Daerah Spektrum Inframerah Kitin dari Cangkang Udang Galah	27



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Hal</b>
Gambar 1 Struktur Kitin dan Kitosan.....	7
Gambar 2 Diagram Blok Spektrometri Serapan Atom.....	17
Gambar 3 Spektra Inframerah Kitin dari Cangkang Udang Galah .....	26
Gambar 4 Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Daya Serap Adsorben Kitin dan Membran Kitin.....	29
Gambar 5 Pengaruh Variasi Konsentrasi Terhadap Daya Serap Adsorben Kitin dan Membran Kitin.....	31

# BAB I PENDAHULUAN



## 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang mempunyai potensi cukup besar sebagai penghasil jenis ikan dan hewan laut seperti udang, dimana udang merupakan salah satu komoditi ekspor andalan. Pada umumnya udang di ekspor sebagai daging yang telah dipisahkan dari kepala, ekor dan kulitnya. Hal ini tentu akan menghasilkan limbah berupa cangkang udang. Penyusun cangkang udang adalah kitin, merupakan polisakarida alami yang mempunyai banyak kegunaan, seperti bahan pengkelat, pengemulsi, dan adsorben (Anonim, <http://warintekprogresio.or.id>, 2000).

Udang galah (*Crypios rosenbergii*) merupakan jenis udang yang banyak terdapat di sungai dan rawa dekat pantai. Udang ini merupakan hasil perairan yang cukup melimpah di Sumatera Selatan. Udang galah dapat diperoleh dari sungai musi dan anak-anak sungainya serta rawa-rawa yang tersebar luas di wilayah Sumatera Selatan. Cangkang udang galah (*Crypios rosenbergii*) merupakan limbah yang belum banyak dimanfaatkan. Menurut Santoso (1990), cangkang udang galah mengandung kitin sebesar 25 %.

Adsorpsi merupakan salah satu metode perlakuan logam berat yang paling banyak digunakan karena metode ini aman, tidak memberikan efek samping yang

membahayakan kesehatan, tidak memerlukan peralatan yang rumit dan mahal, mudah pengerjaannya dan dapat didaur ulang. Penggunaan kitin sebagai adsorben mempunyai keuntungan antara lain selektivitas yang tinggi untuk jenis-jenis logam transisi seperti Cu, Fe dan Zn (Muzarelli, 1977), ramah terhadap lingkungan dan persen regenerasi hasil relatif tinggi.

Kitin umumnya terdapat pada kerangka hewan antropoda, annelida, molusca, coelentrata, nematoda serta beberapa kelas serangga dan jamur. Di alam umumnya terdapat dalam keadaan bebas tetapi berikatan dengan protein, mineral berbagai macam pigmen. Kitin memiliki kemampuan mengikat ion-ion logam karena atom nitrogen yang terdapat dalam gugus-gugus amino berfungsi sebagai basa lewis yaitu donor pasangan elektron untuk berikatan kovalen koordinasi dengan ion logam (Suhardi, 1992).

Sifat kitin yang tidak beracun dan mudah terdegradasi mendorong dilakukannya modifikasi kitin dengan tujuan mengoptimalkan kegunaan maupun memperluas bidang aplikasi kitin. Senyawa ini merupakan biopolimer alam yang dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti absorpsi logam, penyerap zat warna tekstil, bahan pembuat kosmetik, dan agen antibakteri. (Bhuvana, 2006)

Karakteristik kitin sangat mempengaruhi perilakunya sebagai adsorben, sehingga dalam penelitian ini dipakai metode dari penelitian Aritonang (2008) sebagai acuan. Isolasi kitin dari cangkang keong mas yang dilakukan dengan tahapan proses demineralisasi menggunakan HCl 1 M dan deproteinasi menggunakan NaOH 3,5% menghasilkan karakterisasi kadar air sebesar 0,2997%,

kadar abu 7,039%, dan derajat deasetilasi 59,236%. Penyerapan optimum kitin terhadap ion logam tembaga diperoleh pada waktu kontak 120 menit, konsentrasi 1000 mg/L dengan daya serap 93,85 mg/g.

Metode adsorpsi lainnya dapat dengan menggunakan membran kitin, dimana komposisinya diambil dari metode terbaik penelitian Pariga (2010) yang dibuat dengan melarutkan kitin dengan LiCl (Litium Klorida), DMA (N,N-dimetil asetamida) dan NMP (1-metil,2-pirolidon), serta penggunaan PVC (Polivinil Klorida) sebagai matriks pendukung membran. Membran kitin memiliki keuntungan antara lain tidak memerlukan pemisahan setelah proses adsorpsi dan dapat digunakan untuk beberapa kali penyerapan dikarenakan waktu hidup membran yang cukup lama dan dapat diregenerasi.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini mempelajari penggunaan kitin yang dihasilkan dari cangkang udang galah untuk mengadsorpsi ion logam Cu(II). Kualitas kitin yang akan diuji mutunya meliputi kadar air, kadar abu, identifikasi gugus fungsi dan derajat deasetilasi. Karakterisasi adsorpsi dipelajari dengan penentuan daya serap adsorpsi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pada penelitian ini akan dipelajari penggunaan kitin sebagai penyerap ion Cu(II). Dimana upaya mengatasi limbah cair yang mengandung logam berat khususnya Cu(II) dengan teknik adsorpsi, memerlukan adsorben alternatif dan selektif yang dapat mengikat logam berat. Cangkang udang galah merupakan limbah yang belum banyak dimanfaatkan padahal dalam cangkang tersebut

terkandung 25 % kitin. Kitin dapat digunakan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi logam berat. Oleh sebab itu perlu diteliti (1) karakteristik kitin hasil isolasi cangkang udang galah, (2) mengetahui kemampuan kitin dan membran kitin sebagai adsorben terhadap ion logam Cu dan faktor-faktor yang mempengaruhinya melalui penentuan kondisi optimum penyerapan meliputi variasi waktu kontak, variasi konsentrasi, serta kapasitas adsorpsi kitin terhadap ion logam Cu(II).

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menentukan kualitas kitin hasil preparasi cangkang udang galah meliputi kadar air, kadar abu dan derajat deasetilasi.
2. Identifikasi gugus fungsi kitin berdasarkan spektra IR.
3. Mempelajari faktor-faktor yang mempengaruhinya adsorpsi logam Cu pada adsorben kitin dan membran kitin melalui penentuan kondisi optimum penyerapan meliputi variasi waktu kontak, dan variasi konsentrasi.
4. Menentukan daya serap kitin dan membran kitin hasil isolasi cangkang udang galah terhadap kation logam Cu.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi alternatif dalam pengolahan limbah cangkang udang galah menjadi adsorben kitin sekaligus alternatif pengolahan limbah logam Cu dengan menggunakan kitin dan membran kitin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alberty, A Robert dan Daniel, Farrington, 1992, *Kimia Fisika Edisi V*, Erlangga : Jakarta.
- Anonim, <http://warintekprogresio.or.id>, 2000
- Aritonang, D.R.T, 2008, *Karakteristik Adsorpsi Cu(II) pada Adsorben Kitin yang Diisolasi dari Cangkang Keong Mas*, FMIPA, Universitas Sriwijaya.
- Bastaman, S, 1989, *Studies on Degradation and Extraction of Chitin and Chitosan From Prawn Shells*, Thesis, The Queen's University of Belfast England.
- Bhuvana, 2006, *Studies on Frictional Behavior of Chitosan Coated Fabrics*, Aux.
- Fessenden & Fessenden, 1992, *Kimia Organik*, Edisi Ketiga, Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Folson, B.R., Propes Cu, N.A., and Wood, J.M, 1986, *Comparative Study of Aluminium and Cooper Transport and Toxicity in an Acid Tolerant Freshwater Green Alga*, Environ, Sci, Technol.
- Ismail, S., 1996, *Kinetika Kimia*, Penerbit Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Kaban, 2009, *Modifikasi kimia dari Kitosan dan Aplikasi Produk*, Fakultas MIPA, Universitas Sumatra Utara.
- Khan, A., Peh, K., and Cing, S., 2002, *Reporting degree of Deacetylation Values of Chitosan : The Influence of analytical Methode*, J.Pharm Pharmaceut sci 5 (3) : 205-212.
- Knorr, D., 1984, *Use of Chitinnous Polymers in Food*, Food Technology.
- Lesbani, A., dkk, *Karakteristik Kitin dan Kitosan dari Cangkang Kepiting Bakau*, Jurnal Penelitian Sain.Vol 14.
- Mardalena, 2005, *Studi Adsorpsi Ion Tembaga (II) dengan Menggunakan Batu Apung*, FMIPA, Universitas Sriwijaya.
- Marganof, 2003, *Potensi Limbah Udang sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Kadmium, dan Tembaga) di Perairan*, <http://rudycr.topcities.com>, dikunjungi Desember 2011.
- Maria, T., 1999, *Sains Kimia*, Bumi Aksara, Jakarta.

- Muzarelli, R. A. A., 1977, *Chitin*, Pengaman Press.
- Oscik, J., 1982, *Adsorption*, John Wiley, New York.
- Pariga, 2010, *Pembuatan dan Uji Kinerja Membran Elektroda Selektif Ion Cd dan Zn dengan Ionofor Kitin*, Skripsi, Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Saeni, M. S., 1997, *Penentuan Tingkat Pencemaran Logam Berat dengan Analisis Rambut. Orasi Ilmiah*, Guru Besar Tetap Ilmu Kimia Lingkungan, Fakultas MIPA IPB, Bogor.
- Santoso, U, 1990, *Studi Tentang Kitin Cangkang Udang Menggunakan Actinase EDTA*, Agritech.
- Scott, L. Kittley., 1955, *Physical Chemistry*, Book Sellers, Barner and Noble, Inc. New York.
- Suhardi, 1992, *Buku monograf Kitin dan Kitosan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Sukarjo, 1984, *Kimia Anorganik*, Bina Aksara, Yogyakarta.
- Sutamihardja, R. T. M., Adnan, K., dan Sanusi, 1982, *Perairan Teluk Jakarta Ditinjau dari Tingkat Pencemarannya*, Fakultas Pasca Sarjana, Jurusan PLS, IPB.
- Underwood, A. L., dan Day, R. A., 1992, *Analisa Kimia Kuantitatif*, Edisi Kelima, Erlangga, Jakarta.
- Vogel, 1985, *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semi Mikro*, Edisi I, PT Kalman Media Pustaka, Jakarta.
- Wahidah, N., Ani, A.A, Ifitahurrohmah, A, 2008, *Pengaruh Chitosan pada Limbah Kerang Terhadap Kadar Kolesterol, LDL-Kolesterol, HDL-Kolesterol dan Trigliserida pada Tikus Putih (Kattus Norvegicus)*, PKM Penelitian, Universitas Negeri Semarang.