

**ADSORPSI ION Pb^{2+} DAN Ni^{2+} MENGGUNAKAN KITIN DAN KITOSAN
SEBAGAI ADSORBEN**

SKRIPSI

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



Oleh :

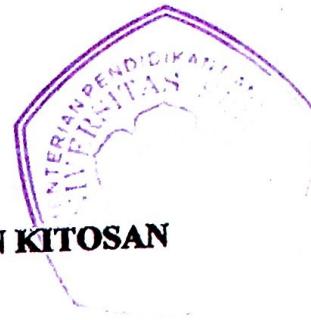
**RINA ANGRAENA
09053130016**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2012**

9
66.207

Rin

24676 / 25237



a
**ADSORPSI ION Pb^{2+} DAN Ni^{2+} MENGGUNAKAN KITIN DAN KITOSAN
SEBAGAI ADSORBEN**
2012

SKRIPSI

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



Oleh :

**RINA ANGRAENA
09053130016**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2012**

Lembar Pengesahan

**ADSORPSI ION Pb²⁺ DAN Ni²⁺ MENGGUNAKAN KITIN DAN KITOSAN
SEBAGAI ADSORBEN**

SKRIPSI

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

OLEH :

**RINA ANGRAENA
09053130016**

Indralaya, 16 Februari 2012

Pembimbing Pembantu

**Widia Purwaningrum, S.Si., M.Si
NIP. 19730403 199903 2 001**

Pembimbing Utama

**Addy Rachmat, S.Si., M.Si
NIP. 19740928 200012 1 001**



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama mahasiswa : Rina Angraena

NIM : 09053130016

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/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 lainnya.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang 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, 16 Februari 2012
Penulis,

Rina Angraena
NIM. 09053130016

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama mahasiswa : Rina Angraena

NIM : 09053130016

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/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 lainnya.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang 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, 16 Februari 2012
Penulis,

Rina Angraena
NIM. 09053130016

Sebuah tanda cinta Kupersembahkan kepada :

- ♥ *Kedua Orang Tuaku papa dan mama tercinta, yang membesarkan, mendidik serta mengasihiku, makasih buat do'a dan kasih sayangnya.*
- ♥ *Saudari-saudariku tersayang, yuk Dewi, yuk Fera, Riny, adikku desy.*
- ♥ *Orang-orang yang selalu mendukung dan mendo'akanku.*
- ♥ *Seseorang yang kelak akan menjadi imamku, semoga engkau pilihan terbaik dari Allah untuk menemani dan mendampingiku selamanya, Aamiin Ya Robbal 'Alamin..*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi yang berjudul **“Adsorpsi Ion Pb²⁺ dan Ni²⁺ Menggunakan Kitin dan Kitosan Sebagai Adsorben”** dapat terselesaikan yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selama penelitian, penulisan dan akhirnya terselesaikan skripsi ini, penulis telah banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak baik secara moril maupun materil. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Addy Rachmat, S.Si., M.Si selaku pembimbing pertama dan Ibu Widia Purwaningrum S.Si., M.Si selaku pembimbing kedua yang telah memberikan pengarahan dan bimbingannya dari awal penelitian hingga penulisan skripsi ini. Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. M. Irfan, M.T selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Dra. Fatma, M.S selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya dan selaku pembimbing akademik yang telah memberikan pengarahan dan bimbingannya selama penulis kuliah.

3. Seluruh dosen dan karyawan di Jurusan Kimia FMIPA UNSRI yang telah banyak membantu penulis.
4. Papa dan Mama tercinta yang selalu memberikan untaian do'anya serta selalu memberikan motivasi, nasihat dan arahan kepadaku.
5. Saudari-saudariku yang tersayang, yuk Dewi dan K'Akbar, yuk Fera dan K'Yudhi, Riny"my twince", adikku desy, yang selalu mendukungku.
6. Seseorang bernama Angga Hariska, thanks for all you've given me.
7. Sahabat terbaikku Alyn, Dassy, Mega, yang selalu ada dibelakangku yang tak henti-hentinya memberiku semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Pak Herry Kusmayadi selaku pembimbing di PT. Pusri , Pak Arman, Pak Hasbi, Pak Chairil, K'M.Muslim, S.Si, K'Ferly, K'Nandar, K'Rachmat, K'Anto, Mas Pebri dan seluruh staf karyawan PT. Pusri di Dinas Laboratorium Pusat terima kasih atas semua bantuan, dukungan, ilmu dan do'anya untuk menyelesaikan penelitian ini.

Demikianlah skripsi ini penulis persembahkan dengan segala keterbatasan dan kekurangan penulis miliki, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun, semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi kita semua.

Indralaya, Januari 2012

Penulis

ADSORPTION OF Pb²⁺ AND Ni²⁺ IONS USING CHITIN AND CHITOSAN AS ADSORBENT

By :

**RINA ANGRAENA
09053130016**

ABSTRACT

The research about the adsorption of Pb²⁺ and Ni²⁺ ions used chitin and chitosan from prawn shells have been done. Characterisation of chitin and chitosan was determined by measuring the water content, ash content, and identification of functional group. Adsorption of Pb²⁺ and Ni²⁺ with chitin and chitosan was determined through the measure of equilibrium time, optimum concentration, and adsorption capacity. The results showed the water content of 33,98% chitin and 41,66% of chitosan. While for the ash content of 24,27% on chitin and ash content 19,41% on the chitosan. Adsorption equilibrium of Pb²⁺ and Ni²⁺ by chitin, was 25 minutes and 30 minutes, respectively. The optimum concentration was 12 ppm and 20 ppm while the adsorption capacity was 1.0104 mg/g and 1.4352 mg/g. Adsorption equilibrium of Pb²⁺ and Ni²⁺ by chitosan, was 30 minutes and 100 minutes, respectively. The optimum concentration adsorption was 12 ppm and 10 ppm, while the adsorption capacity was 0.9894 mg/g and 0.4650 mg/g. The research can be conclusion that chitin and chitosan can adsorb Pb²⁺ and Ni²⁺ ions.

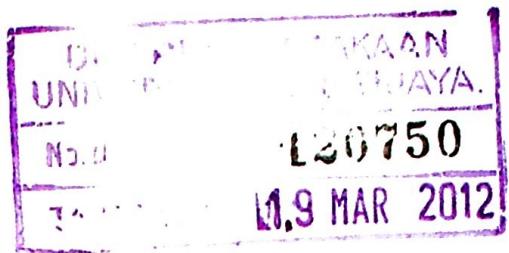
ADSORPSI ION Pb²⁺ DAN Ni²⁺ MENGGUNAKAN KITIN DAN KITOSAN SEBAGAI ADSORBEN

OLEH :

**RINA ANGRAENA
09053130016**

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang adsorpsi ion Pb²⁺ dan Ni²⁺ menggunakan kitin dan kitosan dari cangkang udang galah. Karakterisasi kitin dan kitosan hasil isolasi melalui pengukuran kadar air, kadar abu, serta identifikasi gugus fungsional. Adsorpsi Pb²⁺ dan Ni²⁺ dengan adsorben kitin dan kitosan ditentukan melalui pengukuran waktu setimbang, konsentrasi optimum adsorpsi, dan kapasitas adsorpsi. Dari hasil penelitian diperoleh, kadar air kitin sebesar 33,98% dan kitosan sebesar 41,66%. Sedangkan untuk kadar abu kitin sebesar 24,27% dan kadar abu kitosan sebesar 19,41%. Waktu setimbang adsorpsi Pb²⁺ dan Ni²⁺ oleh kitin masing-masing adalah 25 menit dan 30 menit dengan konsentrasi optimum adalah 12 ppm dan 20 ppm, sedangkan kapasitas adsorpsi adalah 1,0104 mg/g dan 1,4352 mg/g. Waktu setimbang adsorpsi Pb²⁺ dan Ni²⁺ oleh kitosan masing-masing adalah 30 menit dan 100 menit dengan konsentrasi optimum adalah 12 ppm dan 10 ppm sedangkan kapasitas adsorpsi adalah 0,9894 mg/g dan 0,4650 mg/g. Hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa kitin dan kitosan mampu menyerap ion Pb²⁺ dan Ni²⁺.



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRACT.....	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Perumusan masalah.....	3
1.3. Tujuan penelitian.....	3
1.4. Manfaat penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Udang galah (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>).....	4
2.2. Kitin.....	4
2.3. Kitosan.....	5
2.4. Limbah cair.....	7
2.5. Logam Pb.....	8
2.6. Logam Ni.....	8
2.7. Adsorpsi.....	9
2.8. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).....	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Waktu dan tempat.....	12

3.2. Alat dan bahan.....	12
3.3. Prosedur penelitian.....	13
3.3.1. Pembuatan larutan Pb ²⁺	13
3.3.2. Pembuatan larutan Ni ²⁺	13
3.3.3. Penyiapan kitin dan transformasi kitin menjadi kitosan.....	14
3.3.4. Karakterisasi kitin dan kitosan.....	15
3.3.5. Pembuatan kurva kalibrasi.....	16
3.3.6. Penentuan waktu setimbang Pb ²⁺ dan Ni ²⁺ dengan adsorben kitin dan kitosan.....	16
3.3.7. Penentuan konsentrasi optimum Pb ²⁺ dan Ni ²⁺ adsorben kitin dan kitosan.....	18
3.3.8. Penentuan kapasitas adsorpsi Pb ²⁺ dan Ni ²⁺ adsorben kitin dan kitosan.....	19
3.3.9. Perhitungan kapasitas Adsorpsi.....	19

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil isolasi kitin dan kitosan dari cangkang udang galah....	20
4.2. Karakterisasi kitin dan kitosan.....	20
4.2.1. Hasil penentuan kadar air.....	20
4.2.2. Hasil penentuan kadar abu.....	21
4.2.3. Hasil identifikasi gugus fungsi.....	21
4.3. Adsorpsi Pb ²⁺ dan Ni ²⁺	24
4.2.1. Hasil penentuan waktu setimbang.....	24
4.2.2. Hasil penentuan konsentrasi optimum adsorpsi.....	27
4.4. Hasil kapasitas adsorpsi Pb ²⁺ dan Ni ²⁺	28

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	30
5.2. Saran.....	30

DAFTAR PUSTAKA.....

LAMPIRAN.....

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Kualitas standar kitin.....	7
--------------------------------------	---

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Struktur kitin.....	5
Gambar 2. Deasetilasi kitin menjadi kitosan.....	6
Gambar 3. Spektrum (FT-IR) kitin hasil isolasi cangkang udang galah.....	22
Gambar 4. Spektrum (FT-IR) kitosan hasil isolasi cangkang udang galah..	23
Gambar 5. Grafik penentuan waktu setimbang Pb^{2+}	25
Gambar 6. Grafik penentuan waktu setimbang Ni^{2+}	26
Gambar 7. Grafik penentuan konsentrasi optimum adsorpsi Pb^{2+}	27
Gambar 8. Grafik penentuan konsentrasi optimum adsorpsi Ni^{2+}	28
Gambar 9. Kapasitas adsorpsi Pb^{2+} dan Ni^{2+}	29

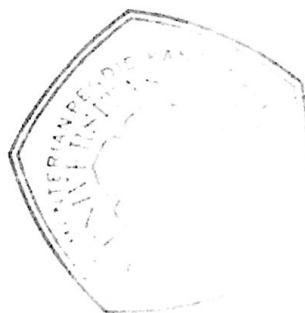
DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Perhitungan persentasi kitin dan kitosan hasil isolasi cangkang udang galah.....	33
Lampiran 2. Perhitungan kadar air kitin dan kitosan.....	34
Lampiran 3. Perhitungan kadar abu kitin dan kitosan.....	35
Lampiran 4. Data kurva kalibrasi.....	36
Lampiran 5. Data penentuan waktu setimbang dengan adsorben kitin.....	40
Lampiran 6. Data penentuan waktu setimbang dengan adsorben kitosan.....	42
Lampiran 7. Data penentuan konsentrasi optimum adsorpsi dengan adsorben kitin.....	44
Lampiran 8. Data penentuan konsentrasi optimum adsorpsi dengan adsorben kitosan.....	46
Lampiran 9. Perhitungan kapasitas adsorpsi.....	48

BAB I

PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Semakin pesatnya perkembangan industri dan semakin ketatnya peraturan mengenai limbah industri serta tuntutan untuk mewujudkan pembangunan yang berwawasan lingkungan, maka teknologi pengolahan limbah yang efektif dan efisien menjadi sangat penting. Bahan buangan yang berasal baik dari limbah rumah tangga maupun limbah industri merupakan sumber pencemaran air. Salah satu bahan pencemar tersebut adalah logam berat yang tidak bisa terurai secara kimia dan merupakan racun apabila masuk dalam tubuh manusia. Pengolahan limbah dari bahan buangan industri dimaksudkan untuk mengurangi pencemaran lingkungan (Wisnu, 1995). Berdasarkan sifat kimia dan fisikanya, maka tingkat atau daya racun logam berat terhadap hewan air dapat diurutkan (dari tinggi ke rendah) yaitu merkuri (Hg), kadmium (Cd), seng (Zn), timbal (Pb), krom (Cr), nikel (Ni), dan kobalt (Co) (Sutamihardja, 1982).

Adsorpsi merupakan teknik yang sering digunakan untuk pengolahan limbah karena prosesnya sederhana dan biaya yang diperlukan relatif murah. Beberapa jenis adsorben telah digunakan seperti karbon aktif (dari batubara, tempurung kelapa, sekam padi, kayu, dan lain-lain), zeolit, tanah lempung, bioadsorben seperti alga, bakteri, ganggang, kitin dan kitosan (Suhardi, 1992). Pada proses pengolahan udang, akan dihasilkan limbah sekitar 25-30% dari berat total, limbah tersebut diantaranya adalah cangkang udang. Pada cangkang udang

terdapat 25% kitin yang dapat digunakan sebagai adsorben, dimana kitin dapat diisolasi dari cangkang udang galah.

Kitin dan kitosan dapat digunakan sebagai adsorben karena mudah didapat dari limbah, mengandung gugus fungsional yaitu amida dan amina yang memiliki kemampuan mengikat ion-ion logam, dan didapat dengan cara yang sederhana, yaitu dengan cara demineralisasi dan deproteinasi. Kitin yang diperoleh dapat dideasetilasi menjadi kitosan (Noerati dan Sanir, 2000; Riswiyanto, 2001). Penggunaan kitin sebagai adsorben mempunyai keuntungan antara lain selektivitas yang tinggi untuk jenis-jenis logam transisi (Muzarelli, 1977), ramah terhadap lingkungan dan persen regenerasi hasil relatif tinggi. Dengan demikian, penggunaan kitin sebagai adsorben dapat mengatasi dua masalah sekaligus yaitu limbah pengolahan udang (cangkang udang) dan limbah logam berat.

Hasil penelitian yang dilakukan Amalia (2010) menjelaskan bahwa kitin yang diisolasi dari cangkang udang galah mampu menyerap Mn^{2+} sebesar 0,9698 mg/g dan menyerap Cr^{3+} sebesar 9,6792 mg/g. Agusnar (2006) melaporkan bahwa kitosan sebagai adsorben mampu menyerap Co^{2+} dengan kapasitas penyerapan sebesar 87%. Hasil penelitian Meriatna (2008) melaporkan bahwa penggunaan membran kitosan dari kulit udang dapat menurunkan kadar logam Ni dimana daya serapnya dapat mencapai 99,13%. Pada penelitian ini kitin dan kitosan diperoleh dari cangkang udang galah yang berasal dari limbah pengolahan udang PT. Lolamina Palembang. Adsorpsi ion Pb^{2+} dan Ni^{2+} menggunakan kitin dan kitosan di atas dipelajari untuk mendapatkan kondisi optimum penyerapan dengan analisis menggunakan metode SSA.

1.2 Perumusan Masalah

Kitin dan kitosan dapat digunakan sebagai adsorben untuk pengolahan limbah. Kedua adsorben ini dapat diisolasi dari cangkang udang galah yang diperoleh dari limbah pengolahan udang PT. Lolamina. Pb^{2+} dan Ni^{2+} merupakan salah satu pencemar yang sangat toksik yang banyak dihasilkan dari kegiatan industri. Pada penelitian ini akan diteliti bagaimana karakterisasi adsorpsi kitin dan kitosan di atas terhadap Pb^{2+} dan Ni^{2+} yang meliputi, penentuan waktu setimbang, konsentrasi adsorpsi optimum, serta kapasitas adsorpsi kitin dan kitosan terhadap Pb^{2+} dan Ni^{2+} .

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengisolasi kitin dan kitosan dari cangkang udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*).
2. Menentukan kualitas kitin dan kitosan hasil isolasi meliputi penentuan kadar air, kadar abu dan identifikasi gugus fungsi.
3. Mempelajari adsorpsi Pb^{2+} dan Ni^{2+} dengan adsorben kitin dan kitosan melalui penentuan waktu setimbang, konsentrasi optimum adsorpsi serta kapasitas adsorpsinya.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan dalam pemanfaatan kitin dan kitosan dari limbah cangkang udang galah untuk membantu mengatasi permasalahan lingkungan khususnya limbah logam berat Pb^{2+} dan Ni^{2+} .

DAFTAR PUSTAKA

- Agusnar, H., 2006, "Kegunaan Kitosan Sebagai Penyerap Terhadap Unsur Kobalt(Co^{2+}) Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)", *Jurnal Sains Kimia*, FMIPA Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Altschul, A., 1976, *New Protein Foods*, Academic Press: New York.
- Amalia, A., 2010, *Analisis Ion Mn (II) dan Cr (III) Hasil Adsorpsi Kitin dan Kitosan Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)*, Skripsi Jurusan Kimia FMIPA UNSRI, Indralaya.
- Anonim, <http://id.wikipedia.org/wiki/limbah>. Diakses tanggal 23-07-2010.
- Anonim, <http://id.wikipedia.org/wiki/Nikel>, 2010. Diakses tanggal 3-08-2010.
- Bastaman, S., 1989, *Studies on Degradation and Extraction of Chitin and Chitosan From Prawn Shell (*Nephrosnorregicus*)*, Thesis, The Departement of Mechanical, Manufacturing, Aeronautical and Chemical Engineering, The Queen's University, Belfast, 143 p.
- Clayton, E., & Florence C., 1981, *Hygiene and toxicology), Volume II*, John Willey and Sains.
- Darwono, 1995, *Logam Di dalam Sistem Biologi Hidup*, UI-Press, Jakarta.
- Fitriani, D., 2002. *Adsorpsi Ion Logam Timbal dengan Sabut Kelapa Pada Limbah Industri Pelapisan Seng*, Skripsi Jurusan Kimia FMIPA UNSRI, Indralaya.
- Gordon, M. B., 1984, *Physical Chemistry Internal Student Edition*, Fourth Edition.
- Henberg, S., 1977, *Lead In Occupotional Medicine: Principles and Practical Application*, Year Book Medical Publishing, Chicago.
- Khopkar, S. M., 1990, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Penerjemah oleh Saptohardjo, A., Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Meriatna, 2008, "Penggunaan Membran Kitosan Untuk Menurunkan Kadar Logam Krom (Cr) dan Nikel (Ni) dalam Limbah Cair Industri Pelapisan Logam", *Jurnal Sains dan Matematika*, FMIPA Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Muzzarelli, R. A. A., 1977, *Chitin in teh Polysacharides*, Vol 13, 147, Academic Press Inc, Orlando, San Diego.

- Noerati dan Sanir, L., 2000, "Transformasi Kitin Hasil Isolasi dari Limbah Udang Menjadi Kitosan Untuk Berbagai Keperluan Industri", *Warta AKAB*, 11:98-107.
- Pallar, H., 1994, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Rahmiati, S. O., 2005, *Karakterisasi Adsorpsi Cd(II) Pada Adsorben Kitosan Hasil Preparasi Cangkang Udang Galah(Cryphios rosenbergii)*, Skripsi Jurusan Kimia FMIPA UNSRI, Indralaya.
- Riswiyanto, 2001, *Isolation and Characterisation of Chitosan From of White Shrimp, Pras, and Cricked*, International Seminar on Natural Produk Chemistry and Utilisation of Natural Resource, UI.
- Saeni, M. S., 1997, *Penentuan Tingkat Pencemaran Logam Berat dengan Analisis Rambut*, Orasi Ilmiah, Guru Besar Tetap Ilmu Kimia Lingkungan, FMIPA IPB, Bogor.
- Scott, L. K., 1955, *Physical Chemistry Publishers Book Sellers*, Barner and Noble, Inc, New York.
- Soetarno, A. K., 1992, *Budidaya Udang*, Aneka Ilmu, Semarang.
- Suhardi., 1992, *Khitin dan Khitosan*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Fasilitas Bersama antar Universitas/IUC (Bank Dunia XVII), Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, UGM, Yogyakarta.
- Susanto, Y., 2009, *Peralatan Flame SSA*, Pusat Penelitian Kimia LIPI. Bandung.
- Sutamihardja, 1982, *Perairan Teluk Jakarta Ditinjau dari Tingkat Pencemarannya*, Fakultas Pascasarjana, Jurusan PSL, IPB, Bogor.
- Underwood, A. L., 1992, *Analisa Kimia Kualitatif*, Terjemahan Aloysius Hudyana Pudjamaka, Edisi ke 5, Erlangga, Jakarta.
- Wisnu, A. W., 1995, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Andi Offset, Yogyakarta.