ADSORPSI DESORPSI ION LOGAM MANGAN (II) MENGGUNAKAN ADSORBEN KITIN-SELULOSA

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
di bidang studi Kimia pada Fakultas MIPA

Oleh :

EMA V. TURNIP

08081003041

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2013

S
541.3307
Ema
a
2013

22958/23503

KEMENTERIAN PENDIDIKAN UNIVERSITAS
UPT PERPUSTAKAAN

ADSORPSI DESORPSI ION LOGAM MANGAN (II) MENGGUNAKAN ADSORBEN KITIN-SELULOSA

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di bidang studi Kimia pada Fakultas MIPA

Oleh :

EMA V. TURNIP

08081003041

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2013

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

ADSORPSI DESORPSI ION LOGAM MANGAN (II) MENGGUNAKAN ADSORBEN KITIN-SELULOSA

SKRIPSI

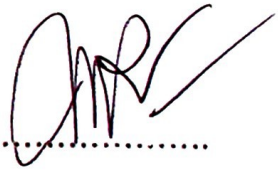
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
di bidang studi Kimia pada Fakultas MIPA

Oleh :

Ema V. Turnip

08081003041

Pembimbing :

1. Aldes Lesbani, Ph.D ..... 

2. Nurlisa Hidayati, M.Si .....

Indralaya, Februari 2013

Ketua Jurusan kimia,

Dr. Suheryanto, M.Si

NIP. 196006251989031006

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi	:	Adsorpsi desorpsi ion logam mangan (II) menggunakan adsorben kitin-selulosa
Nama Mahasiswa	:	Ema V.Turnip
NIM	:	08081003041
Jurusan	:	Kimia

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 26 Februari 2013. Dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang ujian skripsi.

Indralaya, Februari 2013

Ketua :

1. Aldes Lesbani, Ph.D .....

Anggota :

2. Nurlisa Hidayati, M.Si .....
3. Zainal Fanani M.Si .....
4. Elfita, M.Si .....
5. Nova Yuliasari M.Si .....

Mengetahui,
Ketua Jurusan kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya

Dr. Suheryanto, M.Si
NIP.196006251989031006

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa	: Ema V.Turnip
NIM	: 08081003041
Fakultas/Jurusan	: MIPA/ 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 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, Maret 2013
Penulis,

Ema V. Turnip
NIM. 08081003041

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa	: Ema V.Turnip
NIM	: 08081003041
Fakultas/Jurusan	: MIPA /Kimia
Jenis Karya	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "hak bebas royalti non-ekslusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :
"Adsorpsi desorpsi ion logam mangan (II) menggunakan adsorben kitin-selulosa". Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-ekslusif ini, Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/ memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), 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 2013
Yang menyatakan,

Ema V.Turnip
NIM. 08081003041

HALAMAN PERSEMBAHAN

Disaat aku jatuh,
Aku berusaha untuk berSABAR
Karena dengan sabar, aku bisa belajar untuk dewasa
Disaat aku merasa kecewa,
Aku berusaha untuk IKHLAS,
Karena dengan ikhlas aku merasa semua menjadi mudah untuk kujalani,
Dan disaat aku diberi kenikmatan,
Aku berusaha untuk selalu BERSYUKUR,
Karena dengan bersyukur aku bisa merasakan betapa indahnya hidup.

"Tetapi kamu ini, kuatkanlah hatimu, jangan lemah semangatmu, karena ada upah bagi usahamu" 2 Tawarikh 15:7

Sebuah tanda cinta kupersembahkan untuk :

- ♥ Tuhan Yesus Kristus yang menciptakanku dan seisi alam semesta ini,
- ♥ Kedua Orang tuaku tersayang, beribu-ribu terimakasihku atas kasih sayang dan doa yang selalu menyertaiku selama ini,
- ♥ Eva, Erwis, Ewanti, Eduarjon, Eggresyana They're the best sister and brother,
- ♥ Sahabat dan teman seperjuangan,
- ♥ Pendamping hidupku kelak,
- ♥ ALMAMATER ku

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus karena berkat karunia-Nya penulis mampu menyelesaikan Tugas akhir dan Skripsi yang berjudul "**Adsorpsi desorpsi ion logam mangan (II) menggunakan adsorben kitin-selulosa.** Adapun skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi syarat menyelesaikan tugas akhir serta untuk memperoleh gelar sarjana sains jurusan kimia FMIPA UNSRI.

Penulis juga ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besar nya kepada semua pihak yang berperan secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian Tugas Akhir dan Skripsi ini. Ucapan yang tulus penulis ucapkan kepada:

- Bapak Aldes Lesbani, M.Si., Ph.D sebagai pembimbing utama Tugas Akhir, atas waktu, tuntunan, dukungan dan segala kesabaran dan keikhlasannya memberikan bimbingan selama penelitian hingga selesainya penulisan skripsi ini.
- Ibu Nurlisa Hidayati, M.Si selaku pembimbing kedua atas waktu, dukungan serta bimbingannya.
- Ibu Muharni, M.Si selaku pembimbing akademik atas semua bimbingan selama masa perkuliahan.

- Bapak Dosen Pembahas Zainal Fanani, M.Si, Ibu Elfita, M.Si, dan Ibu Nova Yuliasari, M.Si yang telah memberi masukan-masukan yang sangat membangun dalam skripsi ini.
- Dosen-dosen yang amat berjasa dalam memberikan pendidikan dan pengetahuan kepada penulis.
- Para analis Laboratorium Jurusan Kimia, staf karyawan dan karyawati jurusan kimia dan Fakultas MIPA.
- Kedua orang tuaku tersayang (ibu dan bapak) yang telah mencurahkan kasih sayang, doa, dan melakukan yang terbaik untukku, yang selalu menjadi penerang dalam gelapku.
- Kakak, abang dan adikku (Eva, Ewanti, Erwis, Eduarjon, Eggresyana) yang selalu mendukung dan menjadi penyemangatku.
- Keluarga besarku yang selalu mendukung dan mendoakanku.
- Teman2 satu markas di Lab. Kimia Anorganik, Desi, Ena, Serly yang selalu membantu dalam suka duka, melengkapi segala kekuranganku.
- Teman – teman Kimia angkatan 08 yang selalu memberikan bantuan, dukungan dan doa, Risma, Ambi Friska, Silvi, Palita, Gihon, Tari, Airani, niken, wita, dan.. (tak bisa kusebut satu persatu), untuk tiap kenangan indah di bangku kuliah.
- Untuk soy ku bedeng ijo (Juhadi, Winson, Timbul, Joko, Sahat, Benny, Zestin, Teo, Yunus, Leo, Tika yang selalu memberikan keceriaan, buat

bantuan kalian, kebersamaan dan kenangan yang kalian ukir dalam hidupku. Buat kesayangan aku, Sania terimakasih untuk setiap kebersamaan, dukungan, semangat, dan yang selalu mengerti aku.

- Lae terbaikku Joy surbakti, terimakasih buat kebersamaan, dukungan, dan bantuan dalam penelitianku.
- Sibolis Community (Bedeng Jessa) Saydah, Ria, Desi, Fricylia, Helen, Evi, Ribka, Riris, Yuni, Juwita, itok Samuel, edo., terimaksih buat segala bantuan, kebersamaan, dukungan, dan doanya.
- Buat semua orang yang mendukung, memberikan semangat yang tak bisa kusebutkan satu persatu.
- untuk adik-adik 2009-2012, semangat majukan kimia!

Penulis juga menyadari akan kekurangan disana-sini dalam pembuatan Tugas Akhir dan skripsi ini. Penulis juga mengharapkan saran dan kritik yang mampu menjadikan Tugas Akhir ini menjadi lebih baik untuk kedepannya, demikianlah penulis harapkan agar karya ini mampu berguna bagi kita semua.

Indralaya, Maret 2013

Penulis

ADSORPTION DESORPTION ION METAL MANGAN (II) USING ADSORBENT CHITIN-CELLULOSE

By :

Ema V. Turnip
08081003041

ABSTRACT

The research about adsorption and desorpstion of Mn^{2+} in of chitin-cellulose adsorbent has been carried out. Chitin was extracted from snail shell and cellulose from plant rice. Characterization of chitin and cellulose was conducted by determination of water and ash content. Adsorption of Mn^{2+} has been in chitin, cellulose and modification of chitin cellulose has been studied through determination of kinetic and thermodynamic parameter. Kind of interaction between with Mn^{2+} studied by desorption. The result showed the highest water content in chitin was 0.0328 % and the highest ash content was 0.0779 %. The result showed the highest water content in cellulose was 0.184% and the highest ash content was 0.165%. Adsorption rate constant in Mn^{2+} follow the orde 1 with chitin-cellulose largest than cellulose and largest than chitin. Interaction adsorbent modification with Mn^{2+} has higher adsorption on capacity than chitin and cellulose. The largest percentage desorption was found in EDTA as a desorption reagent with desorption of Mn^{2+} was 68,39 % showed chemical interaction between Mn^{2+} adsorbent with formation of complex.

Keywords : chitin, cellulose, adsorption, Mn^{2+}

ADSORPSI DESORPSI ION LOGAM MANGAN (II) MENGGUNAKAN ADSORBEN KITIN-SELULOSA

Oleh :

Ema V. Turnip
08081003041

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang adsorpsi ion logam Mn^{2+} pada material kitin, selulosa, dan kitin-selulosa. Kitin yang dipakai merupakan hasil ekstraksi dari cangkang bekicot dan selulosa dari jerami padi. Karakterisasi kitin dan selulosa dilakukan melalui pengukuran kadar air dan kadar abu. Proses adsorpsi Mn^{2+} pada kitin, selulosa dan modifikasi kitin-selulosa dipelajari melalui penentuan parameter kinetik dan termodinamika serta studi ikatannya. Dari hasil penelitian, diperoleh kadar air tertinggi pada kitin sebesar 0,0328%, sedangkan kadar abu tertinggi sebesar 0,0779%. Konstanta laju adsorpsi ion logam Mn^{2+} mengikuti orde 1, dengan adsorben kitin-selulosa lebih besar dari selulosa dan lebih besar dari kitin. Adsorben kitin-selulosa pada ion logam Mn^{2+} memiliki kapasitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan kitin dan selulosa. Persentase desorpsi yang besar diperoleh dengan menggunakan reagen EDTA sebagai pendesorpsi dengan persentase ion logam yang terdesorpsi sebesar 68,39% yang menunjukkan interaksi kimia dengan pembentukan kompleks Mn^{2+}.

Kata kunci : Kitin, selulosa, adsorpsi, Mangan (II)

UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
NO DAFTAR: 230895
TANGGAL: 04 42013

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH v
HALAMAN PERSEMBAHAN vi
KATA PENGANTAR vii
ABSTRACT x
ABSTRAK xi
DAFTAR ISI xii
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR LAMPIRAN xvi
BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Komponen Kimia Kayu 5
2.2 Kitin 6
2.3 Komponen kimia padi 7
2.4 Selulosa 8
2.5 Logam Mn 10
2.6 Isoterm Adsorpsi 14
2.7 Desorpsi 20
2.8 Spektrofotometri Serapan Atom 21

BAB III METODOLOGI PENELITIAN
3.1 Waktu dan Tempat 24
3.2 Alat dan Bahan 24
3.2.1 Alat 24
3.2.2 Bahan 24
3.3 Prosedur Penelitian 24
3.3.1 Preparasi Sampel 24
3.3.2 Ekstraksi kitin dari cangkang bekicot 25
3.3.3 Karakterisasi kitin hasil ekstraksi 26
3.3.4 Ekstraksi selulosa dari serbuk jerami padi 26
3.3.5 Kitin-selulosa hasil ekstraksi 27
3.3.6 Pembuatan larutan stok Mn(II) 27
3.3.7 Pembuatan larutan standar Mn(II) 27
3.3.8 Prosedur adsorpsi ion Mn(II) dengan adsorben 28
3.3.9 Kajian jenis ikatan adsorpsi ion Mn(II) dengan adsorben kitin-selulosa melalui desorpsi terpisah 28
3.3.10 Kitin-selulosa hasil ekstraksi 28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Penentuan kadar air dan kadar abu pada kitin hasil ekstraksi 30
4.2 Kadar air dan kadar abu selulosa hasil ekstraksi dari jerami padi 31
4.3 Studi adsorpsi (Mn)II dengan adsorben kitin,selulosam dan kitin-selulosa 32
4.3.1 Pengaruh waktu interaksi ion logam Mn(II) 32
4.3.2 Pengaruh konsentrasi interaksi ion logam Mn(II) 34
4.4 Penentuan Jenis Interaksi Melalui Studi Desorpsi 36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
5.1 Kesimpulan 38
5.2 Saran 38
DAFTAR PUSTAKA 39
LAMPIRAN 42

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Klasifikasi asam basa, keras-lunak, dan madya ion dan senyawa 19

Tabel 2. Kadar air dan kadar abu kitin pada tahap demineralisasi dan deproteinasi 30

Tabel 3. Nilai konstanta laju adsorpsi ion logam dengan adsorben pada kitin, selulosa, dan kitin-selulosa. 33

Tabel 4. Data kapasitas adsorpsi, konstanta kesetimbangan adsorpsi dan energi adsorpsi ion logam Mn^{2+} pada kitin, selulosa dan kitin-selulosa 35

Tabel 5. Desorpsi ion logam Mn^{2+} selama 60 menit pada adsorben kitin-selulosa 37

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Hewan Bekicot 6

Gambar 2. Struktur kimia kitin 7

Gambar 3. Jerami Padi 8

Gambar 4. Struktur kimia selulosa 10

Gambar 5. Instrumen Spektrofotometer Serapan Atom 22

Gambar 6. Pengaruh waktu adsorpsi pada adsorben kitin, selulosa, dan kitin-selulosa hasil modifikasi 32

Gambar 7. Pengaruh konsentrasi adsorpsi pada adsorben kitin, selulosa, dan kitin-selulosa hasil modifikasi. 34

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Absorbansi larutan standar Mn^{2+} 42

Lampiran 2. Pengaruh waktu adsorpsi Mn^{2+} pada adsorben kitin 43

Lampiran 3. Pengaruh waktu terhadap adsorpsi Mn^{2+} pada adsorben kitin..... 44

Lampiran 4. Pengaruh konsentasi adsorpsi Mn^{2+} pada adsorben kitin 47

Lampiran 5. Pengaruh konsentrasi terhadap adsorpsi Mn^{2+} pada adsorben kitin 48

Lampiran 6. Pengaruh konsentrasi terhadap adsorpsi Mn^{2+} pada adsorben selulosa..... 49

Lampiran 7. Pengaruh konsentrasi terhadap adsorpsi Mn^{2+} pada adsorben kitin-selulosa 50

UPT PERPUSTAKAAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini masalah lingkungan merupakan isu sentral dalam berbagai kebijakan. Beberapa kebijakan/proyek pemerintah maupun swasta mensyaratkan adanya analisis mengenai dampak lingkungan. Tidak dapat dipungkiri, dengan bertambahnya penduduk dan peningkatan industri, masalah pencemaran lingkungan merupakan konsekuensi yang harus dihadapi. Pencemaran perairan oleh logam berat misalnya, merupakan suatu masalah yang cukup serius walaupun zat polutannya (logam berat) dalam jumlah renik. Beberapa metode konvensional pengolahan limbah seperti presipitasi secara kimia sebagai hidroksida logam, elektrodeposisi, penukar ion, atau pemisahan membran telah di aplikasikan. (Lessi dkk, 1996).

Cangkang bekicot yang mengandung senyawa kimia kitin merupakan limbah yang mudah didapat dan tersedia dalam jumlah yang banyak, yang selama ini belum termanfaatkan secara optimal. Kitin yang diisolasi dari cangkang bekicot dapat digunakan sebagai adsorben, Menurut Gyliene et al (2003), cangkang bekicot mengandung zat kitin sekitar 70%- 80% dan merupakan adsorben yang baik untuk mengadsorpsi ion logam. Kitin tersebar luas di alam dan merupakan senyawa organik kedua yang melimpah di bumi setelah selulosa (Muzzarelli 1977). Kitin berbentuk serpihan dengan warna putih kekuningan, memiliki sifat tidak beracun dan mudah terurai secara hayati (Bastaman, 1989).

Kitin mempunyai kemampuan dalam menyerap ion–ion logam terutama logam transisi. Hal ini dikarenakan gugus amina yang terdapat pada kitin mampu membentuk khelat dengan ion-ion logam. (Chino dkk,1991).

Mangan merupakan polutan logam berat yang cukup berdampak jika masuk ke sistem perairan. Limbah mangan dapat berasal dari limbah pertambangan, maupun pabrik pengolahan tekstil dan pembuatan alloy. Kontaminasi logam berat dengan konsentrasi yang rendah secara umum akan sulit dihilangkan dari air limbah (Parkin 1986).

Pemanfaatan limbah hasil pertanian atau perkebunan sebagai adsorben yang mengandung selulosa untuk studi adsorpsi logam juga telah banyak dilakukan. Abia dan Asuquo (2007) telah melakukan penelitian pada serat buah kelapa sebagai adsorben ion logam Cd (II) dan Cr (III), Igwe dan Abia (2007) telah melakukan penelitian pada batang jagung sebagai adsorben ion logam Cd (II), Pb (II), dan Zn (II). Jerami merupakan limbah pertanian yang mengandung selulosa. Menurut Reddy dan Yang (2006), komposisi jerami padi terdiri dari 40% selulosa, 30 % hemiselulosa, 1% % silika dan 15% lignin.

Banyak metode yang telah dikembangkan untuk pemekatan logam-logam berat atau logam-logam yang tidak berat. Salah satu usaha untuk menangani pencemaran logam-logam baik logam berat ataupun bukan logam berat di lingkungan adalah dengan menggunakan adsorben, tetapi umumnya adsorben tidak bersifat efektif terhadap logam-logam tertentu. Adsorben-adsorben ini kemudian dimodifikasi lebih lanjut agar kemampuan adsorpsinya meningkat.

Zhou *et al* (1998) telah memodifikasi selulosa dengan kitin untuk mengadsorpsi ion Pb (II), Cd (II) dan Cu (II), tetapi belum melakukan kajian jenis ikatan adsorpsi dari ion logam tersebut. Pada penelitian ini dilakukan modifikasi adsorben yaitu melalui proses impregnasi kitin hasil ekstraksi dari cangkang bekicot dan selulosa hasil ekstraksi dari jerami padi. Adsorben yang dihasilkan digunakan untuk adsorpsi dan kajian jenis ikatannya dengan ion logam Mn (II).

1.2 Rumusan Masalah

Kitin dan selulosa biasanya digunakan hanya sebagai adsorben tunggal namun, kemampuan adsorpsi terhadap logam – logam berat belum maksimal dengan hanya mengandalkan kitin atau selulosa saja. Maka dari itu, dalam penelitian ini dilakukan modifikasi padatan untuk mencari adsorben yang efektif dan memiliki kapasitas adsorpsi yang besar. Material padatan kitin-selulosa hasil modifikasi selanjutnya digunakan sebagai adsorben ion logam Mn (II).

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan kualitas kitin dan selulosa yang dihasilkan berdasarkan pada kadar air dan kadar abu.
2. Mempelajari proses adsorpsi ion logam Mn (II) dengan adsorben kitin - selulosa melalui penentuan parameter kinetik dan termodinamika.
3. Mempelajari jenis ikatan adsorben kitin-selulosa dengan ion logam Mn (II) melalui studi desorpsi.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui kemampuan material kitin-selulosa hasil modifikasi terhadap ion logam Mn (II), sehingga hasil penelitian ini dapat diaplikasikan secara efektif pada pengolahan limbah cair.

Daftar Pustaka

Adamson, A,W, (1990), *physical Chemistry of surface, 4end ed*, Jhon Willey and Son, New York.

Abia, A. A and Asuquo, E.D, (2007). Kinetics of Cd^{2+} and Cr^{3+} Scorption from Aqueos Solutions Using Mercaptoacetic Modified and Unmodified Oil Falm Fruit Fiber (*Elaeis guineensis*) Adsorbent, *Tsinghua Science and Technology*, 12(4) : 485-495.

Alberty. A. R. dan Farrington, D. (1992). *Kimia Fisika Edisi V.* Erlangga. Jakarta.

Atkins PW. (1997). *Kimia Fisika.* Ed ke-4. Kartohadiprodjo II, penerjemah; Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: *Physical Chemistry.*

Azizian, Saeid. (2004), *Kinetic models of sorption: a theoretical analysis*, Journal of Colloid and Interface Science, 276(1): 47-52..

Bastaman S. (1989). *Studies on degradation and extraction pf chitin and chitosan,* from Prawn shells. Dept Mechanical Manufacturing, Aeronautical and Chemical Engineering. Queen's Univ. Belfast.

Bender, G.T. (1987). *Principal of Chemical Instrumentation.* Philadelphia: W.B.Sounders Company. Page 98.

Chino, Mitsuo; Moriyama kiyashi; Saito. Horoshi and Mori, Tadahori, (1991). The Amount of Heavy Metal Derivated from Domestic Source in Japan, *Water, Air and Soil Pollution,* 829 : 57-58.

Crini, G. (2005). Resent development in polysaccharide. Based materials used as adsorbents in wastewater treatment. *Journal Progres in polymer sciens, 30*(1), 38-70.

Durkin CA, Mock T, Armburst EV. (2009). Chitin in diatoms and its association with the cell wall. *Eucaryotic Cell* 8:1038-1050.

Fifield, F.W. (1983). *Principles and Practice of Analytical Chemistry.* Edisi Kedua. London:International Textbook Company Limited. Pages. 10, 277.

Folsom, B., Popescu, N.A and Wood, J.M. (1986). Alluminium and Copper Transport and Toxicity in an Acid. *Journal Tolerant Freshwater Green Alga, Environ. Sci. Technol, 20*(6), 616-620.

Gyliene, O.,Inga R, Rima, T dan Ona, N.(2003). Chemical Composition and Sorption Properties of Chitosan Produced from Fly Larva Shells, *Chemija (Vilnius),* 121 – 127.

Huheey, J.E., Keitler, E.A and Keitler, R.L. (1993). *Inorganic Chemistry*, 4th ed. Harper Collins Collage Publisher.

Hui, K.S.,Chao,C.Y.H., Kot, S.C., (2005), "Removal of Mixed Heavy Metal Ions in Wastewater by Zeolite 4A and Residual Products from Recycled Coal Fly Ash", *Journal of Hazardous Materials,* B127:89-101.

Igwe, J. W and Abia, A. A., (2007). Equilibrium Scorption Isotherm Studies of Cd (II), Pb (II) and Zn(II) ions Detoxification from Waste Water Using Unmodified and EDTA Modified Maize Husk, *Electronic Journal of Biotechnology,* Vol. 10, No. 4: 536-543

Jasin, M. (1989). *Sistematik Hewan Invertebrata dan Vertebrata*, Sinar Wijaya. Surabaya.

Keenan, Kleinfelter,Wood. (1992). *Kimia Untuk Universitas*. Jilid 2. Edisi Keenam. Erlangga. Jakarta.

Khopkar. (1990). *Spektroskopi Serapan Atom* 3th ed, Saunders College Publishing.

Knor, D.,(1982). Functional Properties of Chitin and Chitosan, *Journal of Food Science*, 47 : 593-595.

Lenihan.P., *et al.* (2009). Dilute Acid Hidrolysis of Lignocellulosic Biomass, *Journal Chemical Engieneering, 156* : 359-403.

Lesbani, A. (2001). *Peranan Mekanisme Pertukaran Kation dan Pembentukan Kompleks Dalam Adsorpsi Seng (II) dan Kadmium (II) Pada Adsorben Cangkang Kepiting Laut*, Hasil Penelitian, Tesis Jurusan Kimia FMIPA Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Lessi, P; Filho, N.L.D; Moreira, H.C and Campos, J.T.S, (1996). Sorption and Preconsentration of Metal Ion on Silica Gel Modified With DMT, *Analytica Chimica Acta*, 327 : 183-190.

Muzzarelli, R.A.A., M.Tomasetti dan P.Ilari, (1977). "Depolymerization of chitosan with the aid of papain", *Enzyme and Microbial Technology* ,16, 110-114.

Nasution, Zainal Abidin. (2010). *Pembuatan dan Karakterisasi Kertas dari Limbah Jerami Padi untuk Tatakan Gelas Cetak Tangan.* Medan: Balai Riset dan Standarisasi.

Oscik, J., (1982). *Adsorption*, Ellis Horwood Ltd. England

Parkin, Michael and I. Stuart Ross. (1986). *The Spesific Uptake of Manganese in t the Yeast Candida Utilis.* Department of Biological Sciences, university of Keele. Keele, Staffordshire ST5 5 BG. UK.

Petrucci, Ralph H, (1987), , *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern, Jilid 3*, Penerbit Erlangga : Jakarta.

Reddy, N dan Yang, Y.,(2006). Properties OF High – Quality Long Natural Cellulose Fibers From Rice Straw, *Journal Agricultural Food Chemistry*, Vol. 54 : 8077- 808.

Salami L. (1998). *Pemilihan Metode Isolasi Khitin dan Ekstraksi Khitosan dari Limbah Kulit Udang Windu (Phenaus Monodon) dan Aplikasinya sebagai Bahan Koagulasi Limbah Cair Industri Tekstil.* Jakarta: Skripsi Jurusan Kimia FMIPA UI.

Santosa, SJ. (2001). Adsorption Kinetics of Cd(II) by Humic Acid. *Prosiding Seminar Nasional Kimia IX*, Jurusan Kimia Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

Sjostrom, E. (1998). *Kimia Kayu. Dasar-dasar dan Penggunaan.* Edisi dua (Terjemahan Dr.Hardjono Sastrohamidjojo). Yogyakarta : Gadjah Mada University Press. Buku asli terbit tahun 1993.

Srijanto, B. (2003). Kajian pengembangan Teknologi Proses Produksi Kitin dan Kitosan Secara Kimiawi, *Prosiding seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia 2003*, Volume I,hal F01-1 – F01-5.

Subasinghe. (1999). *Chitin from shellfish waste-health benefits over shadowing industrial uses.* Infofish Internasional. No 3 : 58-65p

Sukardjo, (1989). *Kimia Fisika*, Bina Aksara, Jakarta.

Summers MD. (2000). *Fundamental Properties of Rice Straw in Comparisons withSoftwoods.faculty.engineering.ucdavis.edu/jenkins/projects/RiceStraw/RiceStrawDocs/SummersESPM286FinalReport.pdf.*

Terrada K, Matsumoto K, Kimora H. (1983). Sorption of copper(II) by some complexing agents loaded on various support. *Anal Chem Acta* 153:237-247.

Underwood,A.L. (1992). *Dasar Kimia Analisa*, Jakarta: Erlangga.

Yoshida H, Kishimoto N, Katoka T. (1994). *Adsorption of StrongAcid on Polyaminated Highly Porous Chitosan*: Equilibria. Department of Chemical Engineering. University of Osaka Prefecture 11. Gakuen-Cho. *Sakar* 593 (33): 854-859.

Zhang, L., Guo, J.,dan Du, Y. (2002). Morphology and properties of cellulose/chitin blends membranes from NaOH/thiourea aqueous solution. *J Appl Polym Sci, 86(8)*, 2025-32.

Zhou J, Yang G, Chen J. (1998). Preparative fractionation of polysaccharides by columns packed with regenerated cellulose gels. *J Chromatogr A.* 816 (2): 131-6.