ADSORPSI FENOL MENGGUNAKAN KOMPOSIT BENTONIT-KITOSAN

SKRIPSI

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

Oleh:

Hesty Ratnasari Setyaningrum

08091003015

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2013

407

S S
579. 579.192407
Hes
a
2013
R.25277/25820

ADSORPSI FENOL MENGGUNAKAN KOMPOSIT BENTONIT-KITOSAN

SKRIPSI

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

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
UPT PERPUSTAKAAN

Oleh:

Hesty Ratnasari Setyaningrum

08091003015

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2013

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi	:	Adsorpsi Fenol Menggunakan Komposit Bentonit-Kitosan
Nama Mahasiswa	:	HESTY RATNASARI SETYANINGRUM
NIM	:	08091003015
Jurusan	:	KIMIA

Telah disetujui untuk disidangkan pada tanggal 24 Januari 2014

Indralaya, 21 Januari 2014

Pembimbing:

1. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si (.....)

2. Dra. Fatma, M.S (.....)

Mengetahui,
a.n. Ketua Jurusan Kimia
Sekretaris Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS SRIWIJAYA FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA

Widia Purwaningrum, M.Si
NIP. 197304319990320001

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Adsorpsi Fenol Menggunakan Komposit Bentonit-Kitosan
Nama Mahasiswa : HESTY RATNASARI SETYANINGRUM
NIM : 08091003015
Jurusan : KIMIA

Telah dipertahankan dihadapan Penguji dalam Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam pada tanggal 24 Januari 2014 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan yang diberikan.

Indralaya, 27 Januari 2014

Pembimbing:
1. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si. (.....)
2. Dra. Fatma, M.S. (.....)

Pembahas:
1. Dr. Muharni, M.Si. (.....)
2. Nova Yuliasari, M.Si. (.....)
3. Dr. Nirwan Syarif, M.Si. (.....)

Mengetahui,
a.n. Ketua Jurusan Kimia
Sekretaris Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Widia Purwaningrum, M.Si
NIP. 197304319990320001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa	:	Hesty Ratnasari Setyaningrum
NIM	:	08091003015
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 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, 27 Januari 2014

Penulis,

Hesty Ratnasari Setyaningrum

08091003015

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama Mahasiswa	:	Hesty Ratnasari Setyaningrum
NIM	:	08091003015
Fakultas/Jurusan	:	Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ 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:

" Adsorpsi Fenol Menggunakan Komposit Bentonit-Kitosan ".

Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/ 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, 27 Januari 2014

Yang menyatakan,

Hesty Ratnasari Setyaningrum

08091003015

HALAMAN PERSEMBAHAN

kupersembahkan karya kecil ku ini untuk :

- **TUHAN YANG MAHA ESA**
- **Mama dan Papa ku tersayang**
- **my only one sister**
- **Sahabat-sahabat ku**
- **Almamaterku**

** Tetaplah berusaha, karna Hasil yang didapatkan akan selalu berbanding lurus dengan Usaha yang diperbuat **

Princess Hesty

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang diberikan kepada Penulis sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan Skripsi yang berjudul "Adsorpsi Fenol Menggunakan Komposit Bentonit-Kitosan" yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di bidang studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sriwijaya sebagai Lembaga Pendidik yang mendidik penulis hingga mencapai Gelar Sarjana Sains. Ucapan terima kasih dari hati yang paling dalam juga penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Dekan Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.
2. Bapak **Dr. Suheryanto, M.Si.** selaku ketua jurusan kimia.
3. Ibu **Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si.** selaku Pembimbing Utama dalam penyelesaian Tugas Akhir dan Skripsi ini, terima kasih atas setiap waktu yang telah Ibu berikan, bimbingan, perhatian dan kesabarannya selama ini dalam membimbing penulis.
4. Ibu **Dra. Fatma, M.S.** selaku Pembimbing Kedua dalam penyelesaian Tugas Akhir dan Skripsi ini, Terima kasih atas setiap waktu yang Ibu berikan, bimbingan, masukan, perhatian dan kesabarannya selama ini dalam membimbing penulis.
5. Ibu Dosen Pembahas **Dr. Muharni, M.Si.** dan Ibu **Nova Yuliasari, M.Si.**, serta Bapak **Dr. Nirwan Syarif, M.Si.** yang telah memberi saran dan masukan yang sangat membangun dalam skripsi ini.
6. Ibu **Dr. Elfita, M.Si.**, selaku Pembimbing Akademik, Terima kasih atas waktu dan bimbingannya selama studi penulis.
7. Seluruh dosen yang telah memberikan pengajaran hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan Skripsi.
8. Seluruh analis jurusan kimia, seluruh staf karyawan dan karyawati FMIPA dan Jurusan Kimia.

9. Untuk Mama dan Papaku tersayang (**Zainuyah & Kaspul Roibah**) yang telah memberikan dan melakukan semua hal yang terbaik didalam hidupku. Terima kasih buat Doa, Motivasi, Perhatian, Kesabaran dan Kepedulian yang Mama dan Papa berikan selama ini.
10. Untuk my only one sister (**Kartika Sari Wulandari**) dan pacarnya (**Kak Tian**), Terima kasih untuk semua dukungan dan bantuannya untuk adik selama ini. Untuk keluarga besarku, Terima kasih untuk perhatian dan semangatnya.
11. Untuk Sahabat terbaikku (**Yasmin dan Kasih**), terima kasih untuk semua support yang telah diberikan dan terima kasih karna selalu bersedia mendengarkan celotehku. Semoga persahabatan kita tak akan pernah putus.
12. Untuk Partner TA terbaikku (**Jojo dan Chacha**), terima kasih telah berbagi saran dan masukan selama ini, kita melewati semua ini hingga kita bisa memakai toga bersama. Sukses untuk kita.
13. Untuk kakak terbaikku (**Kakak Itok**), terima kasih sudah banyak membantu adik princess nya ini mulai dari kkn hingga detik ini ya kk.
14. Untuk temanku yang sering pulang bareng (**Yunichi, Cek oyos, Moci, abi**), Terima kasih buat bantuan, semangat, dan waktu kebersamaan yang kita jalani bersama.
15. Terima kasih juga untuk teman-teman Kimia 2009 (Umi, Mila, iip, Dedet, Wak euis, Dwi, Cek heli, Daus, taufiq, Kak adi, abang freng, Cekgu yitno, Mak Fit, Ines, Mbak Win, Elyn, Ricce, Nurul, Vide, Siska, Angga, Barus, Angel, Ida, Rini, Lian, Laura, Winda, ka'el , Mastur, Yuni, puput, serta Cumi) untuk tiap kenangan indah selama kuliah yang kalian ukirkan didalam hidupku.
16. Untuk semua yang pernah membantu dalam penelitianku (aan, wahyu, mb aiy, kak ronal, nyettmo) terima kasih atas bantuannya selama ini.
17. Untuk adek tingkat 2010-2013 semangat berjuang untuk praktikum dan juga untuk almamater kita.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Tuhan memberkati.

Indralaya, Januari 2014

Penulis

ADSORPTION OF PHENOL USING BENTONITE-CHITOSAN COMPOSITE

by:
HESTY RATNASARI SETYANINGRUM
08091003015

ABSTRACT

The synthesis of bentonite-chitosan composite and its application in absorbing phenol has been done. Chitosan was isolated from waste of shrimp shell from shrimp cannery. Characterization of bentonite-chitosan has been done by SEM-EDX (Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray). Bentonite-chitosan adsorption of phenol parameters were phenol concentration, composite weight, pH and contact time. SEM-EDX Characterization showed the presence of carbon in the composite element that indicated the chitosan had bonded with bentonite. The best adsorption of bentonite-chitosan to adsorp phenol was obtained in 125 ppm of concentration, 1 g composite and there is no any changes of capacity adsorption in range 6-9 of pH and 30-120 minutes of contact time. Therefore, there is no optimum condition that can be stated in this experiment.

Keyword: composite, bentonite, chitosan, fenol adsorption

PENGGUNAAN KOMPOSIT BENTONIT-KITOSAN UNTUK MENYERAP FENOL

Oleh:
HESTY RATNASARI SETYANINGRUM
08091003015

ABSTRAK

Telah dilakukan sintesis komposit bentonit-kitosan dan aplikasinya untuk menyerap fenol. Kitosan diisolasi dari limbah cangkang udang dari pabrik pengalengan udang. Karakterisasi bentonit-kitosan dilakukan dengan SEM-EDX (*Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray).* Parameter adsorpsi bentonit-kitosan terhadap fenol meliputi konsentrasi fenol, berat komposit, pH dan waktu kontak. Hasil karakterisasi SEM-EDX menunjukkan adanya elemen karbon pada komposit yang mengindikasikan bahwa kitosan telah terikat dengan bentonit. Penyerapan terbaik komposit bentonit-kitosan terhadap fenol diperoleh pada konsentrasi fenol 125 ppm, berat komposit 1 g dan tidak adanya perubahan daya adsorpsi pada range pH 6-9 serta waktu kontak 30-120 menit. Pada penelitian ini tidak didapatkan kondisi optimum untuk komposit bentonit-kitosan.

Kata kunci : komposit, bentonit, kitosan, adsorpsi fenol.

UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
NO. DAFTAR: 140370
TANGGAL : 2 9 JAN 2014

DAFTAR ISI

Hal

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI iii
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 GAMBAR xv
DAFTAR TABEL xvi
DAFTAR LAMPIRAN xvii
BAB I. PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 3
1.3. Tujuan Penelitian 4
1.4. Manfaat Penelitian 4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1. Fenol 5
2.2. Adsorpsi 6
2.3. Bentonit 7
2.4. Kitosan 9
2.5. Proses Preparasi Kitosan 11
2.6. SEM-EDX *(Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray)* 12

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN 14
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian 14
3.2. Alat dan Bahan 14
3.3. Cara Kerja 14
3.3.1. Pengambilan sampel 14
3.3.2. Aktivasi dan pembuatan Ca-bentonit 15
3.3.3. Preparasi kitosan 15
3.3.3.1. Analisis kadar air kitosan 16
3.3.3.2. Analisis kadar abu kitosan 16
3.3.4. Sintesis bentonit-kitosan 16
3.3.5. Penentuan kondisi optimum interaksi bentonit- kitosan dengan fenol 17
3.3.5.1. Penentuan konsentrasi awal 17
3.3.5.2. Penentuan berat komposit optimum 17
3.3.5.3. Penentuan pH optimum 18
3.3.5.4. Penentuan waktu kontak optimum 18
3.3.6. Perbandingan kemampuan adsorpsi bentonit, kitosan dan komposit bentonit-kitosan dalam menyerap fenol 18
3.3.7. Metoda analisis penentuan konsentrasi fenol 19
3.4. Analisis Data 19
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 21
4.1. Kitosan 21
4.2. Bentonit-Kitosan Hasil Sintesis 21
4.3. Karakterisasi Ca-Bentonit, Kitosan dan Komposit Bentonit-Kitosan Menggunakan SEM-EDX 22
4.4. Hasil Kondisi Optimum Bentonit-Kitosan dalam Menyerap Fenol 24
4.4.1. Konsentrasi awal fenol 24
4.4.2. Berat optimum 26
4.4.3. pH optimum 27
4.4.4. Waktu wontak optimum 28
4.5. Hasil Perbandingan kemampuan Adsorpsi Bentonit, Kitosan dan Komposit Bentonit-Kitosan dalam Menyerap Fenol 28

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN 30
DAFTAR PUSTAKA 32
LAMPIRAN 35

DAFTAR GAMBAR

Hal

Gambar 1. Struktur molekul fenol 5

Gambar 2. Struktur bentonit 8

Gambar 3. Diagram skematik struktur bentonit 9

Gambar 4. Struktur kitosan 10

Gambar 5. Diagram skematik fungsi dasar dan cara kerja SEM 13

Gambar 6. Hasil SEM 22

Gambar 7. Grafik adsorpsi fenol oleh bentonit-kitosan pada variasi konsentrasi 25

Gambar 8. Grafik adsorpsi fenol oleh bentonit-kitosan pada variasi berat 26

Gambar 9. Grafik adsorpsi fenol oleh bentonit-kitosan pada variasi pH 27

Gambar 10. Grafik adsorpsi fenol oleh bentonit-kitosan pada variasi waktu kontak 28

DAFTAR TABEL

Hal

Tabel 1. Massa dan komposisi zat kimia dalam kulit udang 9

Tabel 2. Persentase elemen penyusun kitosan, bentonit dan komposit bentonit-kitosan berdasarkan data EDX 24

Tabel 3. Perbandingan kapasitas adsorpsi bentonit, kitosan dan komposit bentonit-kitosan 29

DAFTAR LAMPIRAN

Hal

Lampiran 1. Kurva serapan maksimum 35
Lampiran 2. Perhitungan kadar air dan kadar abu kitosan 36
Lampiran 3. Data EDX 37
Lampiran 4. Perhitungan daya adsorpsi komposit bentonit-kitosan 39
Lampiran 5. Foto penelitian 41

BAB 1

PENDAHULUAN

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
UPT PERPUSTAKAAN

1.1 Latar belakang

Fenol merupakan senyawa organik yang bersifat toksik dan mudah larut dalam air sehingga senyawa tersebut mudah menimbulkan pencemaran pada suatu perairan. Apabila suatu perairan mengalami pencemaran fenol maka akan mengakibatkan turunnya kualitas air dan gangguan terhadap ekosistem perairan.

Banyak industri menggunakan senyawa fenol dalam proses produksi sebagai salah satu bahan dasar. Sisa-sisa fenol dapat terbawa dalam limbah dan menyebabkan pencemaran pada perairan tempat pembuangan limbah industri tersebut (Udiharto, 1989). Industri yang menghasilkan limbah yang mengandung fenol diantaranya, industri kimia, petrokimia, farmasi, tekstil, dan baja (Rocha *et al*. 2007).

Penanggulangan pencemaran fenol dapat dilakukan secara fisik, kimiawi, dan biologis. Cara fisik misalnya dengan metode pengendapan umumnya kurang efektif (Udiharto, 1989). Dengan menggunakan cara kimiawi seperti oksidasi kimia cukup efektif tetapi membutuhkan biaya yang cukup mahal. Secara biologi dengan menggunakan mikroorganisme dapat mendegradasi fenol namun kelemahan cara ini adalah perlunya pengaturan kondisi hidup mikroorganisme dan nutrien yang cukup. Selain itu jika konsentrasi fenol sangat tinggi tidak sebanding dengan jumlah mikroorganisme justru akan mematikan mikroorganisme (Wilberg *et al*, 2002).

Salah satu alternatif dalam pengolahan limbah cair yang mengandung fenol adalah melalui proses penyerapan atau adsorpsi. Adsorpsi merupakan gejala yang terjadi di permukaan. Gaya-gaya yang berperan untuk proses ini merupakan hasil dari kombinasi dua faktor penting, yaitu afinitas adsorbat terhadap pelarut dan afinitas adsorbat terhadap adsorben (Lynam *et al*, 1995).

Adsorben yang banyak digunakan untuk menyerap fenol adalah arang aktif namun penggunaan arang aktif memerlukan biaya yang cukup tinggi (Fernandez *et al*, 2003). Contohnya arang aktif yang dibuat dari kayu karet mampu menyerap fenol dengan kapasitas 250 mg/g, tetapi pembuatan arang aktif ini memerlukan aktivasi fisika pada suhu yang tinggi (Shunsuke, 2004).

Adsorben lainnya yang sering digunakan adalah bentonit dan kitosan. Bentonit sering digunakan sebagai adsorben karena melimpah di alam dan memiliki pori sehingga mempunyai daya adsorpsi namun daya adsorpsi yang dimiliki rendah terhadap senyawa organik. Supriatna (2004) telah melakukan penelitian penyerapan zat warna dalam perairan oleh bentonit. Hasil penelitian menunjukkan bentonit hanya mampu menurunkan zat warna hingga 88%.

Kitosan meskipun memiliki daya adsorpsi yang baik terhadap logam dan zat organik namun kitosan mempunyai kelemahan karena mempunyai daya apung yang tinggi (Dultz, 2006). Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Purwaningrum (2013) yaitu adsorpsi zat warna procion merah pada limbah cair menggunakan kitosan. Pada kondisi optimum, daya serap kitosan terhadap limbah zat warna procion merah hanya sebesar 43,39%.

Oleh karena itu, penelitian ini memperbaiki sifat kedua adsorben dengan pembuatan komposit bentonit-kitosan. Kitosan akan ditopang oleh bentonit sehingga daya mengembangnya berkurang. Dengan modifikasi ini diharapkan kemampuan menyerap menjadi lebih besar.

Komposit bentonit-kitosan yang dihasilkan diaplikasikan untuk penyerapan limbah cair organik yaitu fenol. Kitosan yang dipergunakan dalam penelitian ini berasal dari limbah cangkang udang galah yang berasal dari industri pengalengan udang. Karakterisasi kitosan dan komposit bentonit-kitosa dilakukan dengan menggunakan SEM-EDX *(Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray).*

1.2 Rumusan Masalah

Kitosan dapat digunakan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi senyawa organik seperti fenol, akan tetapi memiliki daya mengembang dan juga daya apung yang tinggi. Untuk memperbaiki sifat tersebut maka dalam penelitian ini dipelajari pembentukan komposit bentonit-kitosan yang diaplikasikan untuk menyerap fenol. Diharapkan kitosan dapat masuk kedalam pori interlayer bentonit sehingga tidak mudah mengapung. Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah bagaimana karakteristik bentonit-kitosan hasil sintesis dan bagaimana kemampuan bentonit-kitosan dalam menyerap fenol.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Preparasi kitosan dari limbah udang galah, aktivasi bentonit dan sintesis bentonit-kitosan serta karakterisasi menggunakan SEM EDX.
2. Menentukan kondisi optimum penyerapan komposit bentonit-kitosan dengan parameter konsentrasi fenol, berat bentonit-kitosan, pH dan waktu kontak.

1.4 Manfaaat Penelitian

Memberikan informasi mengenai penyerapan limbah fenol menggunakan komposit bentonit-kitosan pada industri, khususnya yang menghasilkan limbah cair mengandung fenol.

Daftar Pustaka

Abdullah, Mikrajuddin dan Khairurrijal. 2009. Karakterisasi Nanomaterial. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi. 2(1):57-59*

Adamis, Z. 2005. *Bentonite, Kaolin and Selected Clay Mineral, Enviromental Health Criteria.* World Health Organization. Genewa.

Anggraini, N,D. 2008. *Analisa SEM (Scanning Electron Microscopy) dalam Pemantauan Proses Oksidasi Magnetite Menjadi Hematite.* Seminar Nasional - VII Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri Kampus ITENAS. Bandung.

Anonim. 2006. *The Acidity of Phenol*, ChemGuide, Jim Clark. Diakses pada 8 Nopember 2012.

Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 1995. *Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist.* Virginia USA Association of Official Analytical Chemist Inc, Arlington.

ATSDR. 1997. *Toxicological Profile for Phenol. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.* http: www.atsdr.cdc.gov/ toxprofiles/tp115-c1.pdf. (diakses tanggal 27 Desember 2012).

Cooper, V.A., and Nicell, J.A. Removal of Phenol from a Foundry Wastewater Using Horseradish Peroxidase. *Water Research. 30:954-956.*

Dultz, S & Jong, H, An. 2006. Adsorption of Tannic Acid on Kitosan-Montmonillonite as a Function of pH and Surface Charge Properties. *Applied Clay Science 36:256-264.*

Fernandez, E., Hugi-Cleary, D., Lopez-Ramon, M.V., dan Stoeckii, F. 2003. Adsorpsi of Phenol from Dilute and Concentrated Aqueous Solutions by Activated Carbons. *Langmuir. 19:9719-9723.*

Goulden, P.D., Brooksbank, P. dan Day, M.B. 1973. Determination of Submicrogram Levels of Phenol in Water. *Anal. Chem. 45:2430-2433.*

Hartanti, Eka, Widhi, Eko.2012. Sintesis Kitosan-Bentonit Serta Aplikasinya Sebagai Penurun Kadar Insektisida Jenis Diazinon. Indo. *J.Chem.Sci. I (2):111-115*

Indra and Akhlus, S.1993. *Hidrolisis Khitin Menjadi Khitosan Serta Aplikasinya Sebagai Pendukung Padat.* Laporan Penelitian Jurusan Kimia ITS. Surabaya.

Kasam, Andik Yulianto, dan Titin Sukma. 2005. Penurunan COD (*Chemical Oxygen Demand*) dalam Limbah Cair Laboratorium menggunakan Filter Karbon Aktif Arang Tempurung Kelapa. *Jurnal Logika 2(2): 6-7*

Kim, S.Y., S.M. Cho, Y.M. Lee, and S.J. Kim. 2000. Thermo and pH Responsive Behaviours of Graft Copolimer and Blend Based on Chitosan and Nisopropylacrylamide. *Journal of Applied Polymers Science 78:1381-1391.*

Knop, A. and Pilato, L.A. 1985. *Phenolic Resins – Chemistry*. Applications and Performance. Springer-Verlag.

Kristina,B.S. 2013. *Pembuatan Kitosan-Bentonit dan Uji Kestabilannya*. Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia. Universitas Sriwijaya. Palembang.

Lynam, M.M., Kilduff, J.E. and Weber, W.J., Jr. 1995. Adsorption of p-Nitrophenol from Dilute Aaqueous Solution. *J. Chem. Edu. 72:80-85.*

Muzzarelli, R.A.A. 1977. *Chitin*. Pergamon Press. London.

No, H.K., Lee, S.H., Park, N.Y., and Meyers, S.P. 2003. Comparison of Phsicochemichal Binding and Antibacterial Properties of Chitosan Prepared Without and With Deproteinization process. *J. Agric. Food Chem. 51:2-10.*

Oscik, J. 1982. Adsorption. John Willey and Sons. New York.

Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No 8 Tahun 2012. *Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, Hotel, Rumah Sakit, Domestik, dan Pertambangan Batubara*. Badan Lingkungan Hidup Propinsi Sumatera Selatan.

Priatna, A. 1982. *Laporan Teknik Pengembangan No.74*. Departemen Pertambangan dan Energy. PPTM. Bandung.

Purnavita,R.2007.*Optimasi Pembuatan Kitosan Dari Kitin Limbah Cangkang Rajungan (Portnus Pelagicus) Untuk Adsorben Ion Logam Merkuri*. Akademi Kimia Industri st.Paulus.Semarang.

Purwaningrum, W., Poedji L.H., dan Teja.2013. *Adsorpsi Zat Warna Procion merah Pada Limbah Cair Industri Songket Menggunakan Kitin dan Kitosan*. Prosiding Semirata FMIPA UNILA. Lampung.

Riyanto, A. 1992. *Bahan Galian Industri Bentonit*. PPTM. Bandung.

Robby P. Permana. 2009. *Studi Pola Interaksi Kitosan dengan Bentonit sebagai Adsorben Termodifikasi bagi Pestisida Diazinon.* Skripsi Program Kimia FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.

Rocha LL et al. 2007. Isolation and Characterization of Phenol-Degrading Yeasts from an Oil Refinery Wastewater in Brazil. *Mycophatologia. 64:183-188.*

Sari, N.H. 2009. *Polymer and Composite.* Diktat Kuliah, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram. Mataram.

Shunsuke, K. 2004. *Adsorption of Harmful Hubstances by Activated Carbon from Rubberwood.* Bachelor Thesis. Department of International Development Engineering, School of Engineering, Tokyo Institute of Technology. Tokyo.

Singh, R., U. P. College, Varanasi, J. R. P. Gupta, and B. B. Prasad. 1974. Adsorption of Cationic Dyes by Activated Alumina. *Journal 41(2):163-167.*

Suhardi. 1992. *Buku Monograf Khitin dan Khitosan.* PAU UGM. Yogyakarta.

Supriatna. 2004. *Karakterisasi dan Kajian Kinerja Bentonit Sebagai Adsorben Zat Warna.* Seminar Nasional Penelitian dan Pendidikan Kimia. Jakarta.

Suptijah P, Salamah E, Sumaryanto H, Purwaningsih S, Santoso J. 1992. Pengaruh Berbagai Isolasi Khitin Kulit Udang Terhadap Mutunya. *Laporan Penelitian.* Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Tran, H. V., Tran, L. D., Nguyen, T. N. 2010. Preparation of Chitosan/Magnetite Composite Beads and Their Application for Removal of Pb(II) and Ni(II) from aqueous Solution. *Materials Science and Engineering Chemistry. 30: 304-310.*

Udiharto, M. 1989. *Fenol sebagai Pencemar dan Biodegradasinya.* Proceedings Diskusi Ilmiah VI Hasil Penelitian Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi (PPPTMGB). Lembaga Minyak dan Gas (LEMIGAS). Jakarta.

Wilberg, K., Assenhaimer, C. and Rubio, J. 2002. Removal of Aqueous Phenol Catalysed by a Low Purity Soybean Peroxidase. *J. Chem. Technol. Biotechnol. 77:851-857.*