

**ADSORPTION OF ZINC(II) METAL ION
ON CHITOSAN BEAD FROM SHELL SHRIMP (*PENAEUS MONODON*)**
*(Adsorpsi Ion Logam Zn(II) pada Bead Kitosan
dari Cangkang Udang Windu (*Penaus Monodon*)*

Sari Edi Cahyaningrum^{*1}, Narsito^{**}, Sri Juari Santoso^{**}, Rudiana Agustini^{*}

^{*}Jurusan Kimia FMIPA-Universitas Negeri Surabaya

e-mail : muhacahya@ yahoo.co.id

^{**}Jurusan Kimia FMIPA-Universitas Gajah Mada

Diterima: 5 Mei 2008

Disetujui: 30 Juni 2008

Abstrak

Telah dibuat dua macam adsorben kitosan dan bead kitosan dari cangkang udang windu (*Penaus monodon*) sebagai bahan dasar, untuk adsorpsi ion logam Zn(II). Adsorben kitosan dibuat melalui deproteinasi, demineralisasi diikuti deasetilasi, sedangkan bead kitosan merupakan hasil penggembungan terhadap kitosan. Beberapa parameter adsorpsi seperti pH, laju adsorpsi, dan kapasitas adsorpsi ion logam Zn(II) dipelajari. Penelitian ini diawali dengan identifikasi secara spektroskopi infra merah terhadap gugus fungsional adsorben yang diperkirakan berfungsi sebagai situs aktif adsorpsi. Model kinetika adsorpsi orde satu yang mendekati kesetimbangan digunakan sebagai dasar untuk mengestimasi laju adsorpsi, sedangkan model isoterm adsorpsi Langmuir digunakan untuk menetapkan kapasitas adsorpsi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorpsi ion logam Zn(II) pada kitosan serbuk dan bead kitosan mempunyai pH optimum yang sama. Laju adsorpsi ion logam Zn(II) pada bead kitosan secara signifikan lebih cepat dibanding pada kitosan. Proses swelling meningkatkan kapasitas adsorpsi ion logam Zn(II) pada kitosan.

Kata kunci: adsorben, adsorpsi, ion logam

Abstract

*Two types of adsorbent, i.e: chitosan and chitosan bead using shell of shrimp (*Penaus monodon*) as raw materials, for Zn(II) metal ion adsorption. The chitosan was made by deproteination, demineralization followed deacetylation, whereas the chitosan bead was prepared by swelling the chitosan. Adsorption parameters such as, the adsorption rate, and the capacity of adsorption were determined. This work was started with the Infra Red Spectroscopy identification of functional groups with are expected to be the adsorption active sides. The adsorption kinetic order one at equilibrium model was applied in the estimation the adsorption rate, whereas the isotherm adsorption Langmuir model were employed in the determination of the capacity in adsorption.*

The results show that adsorption of metal ion Zn(II) on chitosan and chitosan bead have the same of optimum pH. The adsorption rate of metal ion Zn(II) on chitosan bead significant faster than on chitosan. Modification with swelling process enhanced the adsorption capacity Zn(II) on chitosan.

Keywords : adsorption, chitosan bead, Zn(II)

PENDAHULUAN

Kitin dan kitosan merupakan polimer alami yang tersedia melimpah kedua setelah selulosa. Kitin tersebar luas di alam dan merupakan bagian konstituen yang sangat penting pada kerangka hewan golongan *Artropoda*, *Molusca*, *Nematoda*, dan *Crustacea*. Kitosan mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan antara lain *hydrophilicity*, *biocompatibility*, *biodegradability*, sifat anti bakteri dan mempunyai afinitas yang besar terhadap enzim. Kitosan mempunyai kemampuan untuk mengikat ion-ion logam, terutama logam transisi melalui pembentukan ikatan koordinasi. Kemampuan adsorpsi kitosan dihubungkan dengan adanya gugus hidroksi (-OH) dan amina (-NH₂), serta adanya gugus amida (-NHCOCH₃) pada kitin yang masing-masing dapat bertindak sebagai ligan jika berinteraksi dengan logam.

Pemanfaatan kitosan untuk adsorpsi logam dalam bentuk anion telah dilakukan oleh Guibal, *et al.*, (1998) untuk mempelajari adsorpsi ion molibdat dan vanadat. Teknik pemisahan Cr(VI) pada membran kitosan telah dipelajari melalui penelitian Modrzejewska dan Kaminski (1999), dan ditemukan indikasi bahwa keasaman media merupakan faktor utama dalam proses adsorpsi anion logam karena melibatkan interaksi gaya tarik elektrostatik antara dua jenis substansi yang muatannya berlawanan. Kitosan mampu mengadsorpsi anion logam yang bermuatan negatif karena kemampuan gugus aktif amina (-NH₂) untuk terprotonasi menjadi -NH₃⁺.

Guibal *et al.* (1998); Shofiyani (2001); Cahyaningrum (2001); Chow dan Khor (2002); telah melakukan kajian terhadap gugus amina kitosan melalui proses imobilisasi atau impregnasi menggunakan gugus-gugus pengaktif sulfat, dan humat sehingga menghasilkan kitosan termodifikasi dengan daya adsorptivitas yang lebih baik terhadap logam-logam berat seperti Cu(II), Ni(II), Cd(II), Zn(II), Pb(II), dan Cr(II). Sifat kebasahan dari situs aktif kitosan memainkan peran penting dalam proses pe-

modifikasiannya. Kitosan yang memiliki kandungan gugus aktif amina dalam jumlah besar, dapat terprotonasi membentuk NH₃⁺ dan dalam suasana asam mampu berikatan dengan polianion membentuk kompleks, sedangkan pada pH di atas 4 dapat membentuk kompleks dengan zat pewarna dan logam berat (Juang *et al.*, 1997; Guibal, 1998). Pada kondisi semacam ini, peluang memodifikasi kitosan menjadi kitosan termodifikasi menjadi lebih besar karena diperkirakan bahwa adanya peran pH yang mampu mempengaruhi situs aktif amina kitosan, memungkinkan untuk memodifikasi gugus amina tersebut melalui ikatan antara situs amina yang terprotonasi pada pH rendah dengan anion-anion pengaktif, sehingga dihasilkan turunan kitosan yang karakteristiknya lebih menonjol dalam mengadsorpsi logam. Shofiyani (2001) dan Cahyaningrum (2001) telah membuktikan hal tersebut, di mana modifikasi gugus amina kitosan pada pH rendah menggunakan gugus pengaktif sulfat (SO₄²⁻) dari larutan ammonium sulfat dan asam sulfat, mampu meningkatkan kemampuan adsorpsi beberapa logam berat. Hasil kajian Guibal (1998), Shofiyani (2001) dan Cahyaningrum (2001) terungkap pula bahwa meskipun terjadi peningkatan kemampuan adsorpsi terhadap beberapa logam jenis anion maupun kation menggunakan adsorben kitosan sulfat, tapi peningkatannya belum terlalu signifikan.

Modifikasi kitosan dapat juga dilakukan dengan cara pengelembungan (*swelling*) pada kitosan sehingga kitosan mempunyai ukuran pori yang lebih besar. Pada penelitian ini modifikasi kitosan dengan cara memperluas ukuran pori (proses *swelling*) diharapkan akan menghasilkan kitosan yang kapasitas adsorpsinya terhadap logam berat meningkat. Proses *swelling* pada kitosan mempengaruhi sifat fisik, mekanik dan ketahanan suhu dari kitosan (Juang, 1997). Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian ini akan dicoba untuk memodifikasi kitosan dengan cara *swelling* dan akan dipelajari karakteristik adsorpsinya terhadap ion logam Zn(II).

METODE PENELITIAN

Bahan dan peralatan

Pada penelitian ini digunakan metode eksperimen dengan bahan –bahan kimia yang diperoleh di pasaran komersial dengan kemurnian p.a antara lain : NaOH, HCl, , ZnCl₂, asam asetat, air bebas ion. Cangkang udang diperoleh dari industri pengalengan udang di daerah Sidoarjo, Jawa Timur. Beberapa alat yang digunakan antara lain: seperangkat alat refluks, seperangkat alat untuk analisa Kjeldhal IR merk Shimadzu FTIR –8010PC, AAS merk Perkin Elmer, pH-meter merk Orion model 710A, shaker, sentrifus merk Fischer scientific dengan kecepatan maksimum 3500 RPM.

PROSEDUR PENELITIAN

Preparasi dan karakterisasi kitosan serbuk dan bead kitosan

Kitosan diisolasi dari cangkang udang windu dengan menggunakan metode yang dikembangkan No dan Meyer (1989) yang terdiri dari 3 tahap yaitu tahap deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi. Bead kitosan dipreparasi dari kitosan hasil isolasi dari cangkang udang windu dengan menggunakan cara kitosan dilarutkan dalam asam asetat kemudian gel yang terbentuk disempatkan dalam larutan NaOH. Bead kitosanyang terbentuk selanjutnya dicuci dengan air demineral sampai netral. Kitosan dan bead kitosan yang dihasilkan selanjutnya dikarakterisasi gugus fungsi bead kitosan dengan IR dan dilakukan pula analisa *surface area* kitosan dan bead kitosan.

Adsorpsi Zn(II) pada kitosan dan kitosan bead

Penentuan pH optimum

Sebanyak 100 mg kitosan dan bead kitosan diinteraksikan selama 60 menit dengan 10 ml larutan logam Cu(II) 100mg/L pH larutan dibuat bervariasi 4-8 dengan bufer fosfat.

Setelah interaksi kemudian disaring dan filtrat yang diperoleh diukur dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom Hitachi Z-8000.

Penentuan kapasitas adsorpsi

Sebanyak 100 mg kitosan dan bead kitosan diinteraksikan selama 60 menit dengan 10 ml larutan logam Cu(II) dibuat bervariasi antara 50 – 2500 mg/L pH larutan digunakan pH optimum yang dihasilkan pada percobaan penentuan pH optimum. Setelah interaksi kemudian disaring dan filtrat yang diperoleh diukur dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom Hitachi Z-8000.

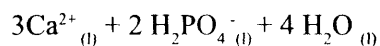
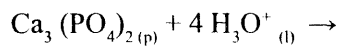
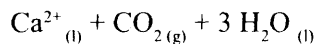
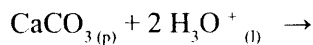
Penentuan Kinetika Adsorpsi

Sebanyak 100 mg kitosan dan bead kitosandiinteraksikan dengan 10 ml larutan logam Cu(II) 100mg/L dengan pH larutan adalah pH optimum yang dihasilkan pada percobaan penentuan pH optimum. Waktu interaksi divariasi antara 10-150 menit. Setelah interaksi kemudian disaring dan filtrat yang diperoleh diukur dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom Hitachi Z-8000.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini isolasi kitin dari cangkang udang windu dilakukan dengan menggunakan metode No dan Meyer (1989) yang terdiri dari beberapa tahap yaitu: tahap deproteinasi dengan menggunakan natrium hidroksida 3,5 %(b/v) dan tahap demineralisasi menggunakan asam klorida 1 M. Tahap deproteinasi merupakan proses penghilangan protein yang terdapat pada cangkang udang windu. Efektifitas proses deproteinasi bergantung pada konsentrasi NaOH, waktu dan suhu yang digunakan. Makin tinggi konsentrasi dan suhu yang digunakan, proses pemisahan protein makin efektif. Kondisi optimum pada proses itu tercapai dengan menggunakan larutan NaOH 3,5 % pada suhu 65⁰ C dan waktu refluks selama 2 jam.

Tahap demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan mineral anorganik yang ada pada cangkang udang windu. Mineral tersebut dapat dihilangkan dari cangkang udang windu dengan menggunakan larutan HCl. Hasil analisis pada filtrat dari proses demineralisasi menunjukkan bahwa kandungan Ca = 43958 mg/L sedangkan Mg(II) adalah 91,4956 mg/L. Data tersebut sesuai dengan penelitian Indra (1993) yang menunjukkan bahwa mineral utama pada cangkang udang windu adalah CaCO_3 dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dalam jumlah minor. Proses penghilangan mineral diperkirakan menurut reaksi berikut (Indra, 1993):



Proses demineralisasi ditandai dengan terbentuknya gas karbondioksida yang berupa gelembung pada saat larutan HCl ditambahkan. HCl yang mungkin masih tertinggal dapat dihilangkan dengan proses pencucian menggunakan akuades sampai netral. Preparasi kitosan dilakukan dengan cara deasetilasi kitin, yaitu merefluks kitin dengan NaOH 50% b/v. Pada proses deasetilasi kitin terjadi pemutusan ikatan antara karbon pada gugus asetil dengan nitrogen pada kitin menjadi gugus amina. Reaksi yang terjadi diperkirakan adalah seperti gambar 1.

Kitosan dan bead kitosan yang dibuat dilakukan karakterisasi gugus fungsionalnya dengan menggunakan spektrofotometer infra merah. Spektra IR yang dihasilkan pada analisa bead kitosan apabila dibandingkan dengan dengan kitosan tidak ada perbedaan yang signifikan sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2 dan 3. Spektra IR pada gambar 2 dan 3 menunjukkan bahwa modifikasi dengan proses pengembangan kitosan menjadi bead kitosan tidak merubah gugus

fungsional kitosan sehingga dapat diharapkan bahwa situs aktif antara kitosan dan bead kitosan adalah sama, sehingga interaksi kitosan dan bead kitosandengan ion logam mempunyai jenis interaksi yang sama. Hasil perhitungan % derajat deasetilasi kitosan = 84,83% sedangkan bead kitosan 89,47 %. Peningkatan tersebut diperkirakan setelah berbentuk gel kitosan berinteraksi dengan NaOH kemungkinan terjadi proses deasetilasi lanjutan atau bisa dikatakan bahwa proses pembentukan bead dengan menggunakan larutan NaOH yang mengandung etanol merupakan proses pemurnian kitosan.

Pada proses pembuatan bead kitosan terjadi re-polimerisasi kitosan, kitosan dibuat bentuk gel kemudian dibentuk padat lagi dengan disemprotkan dalam larutan NaOH yang mengandung etanol, pada proses ini diharapkan polimer kitosan lebih tertata sehingga strukturnya lebih teratur dan apabila diaplikasikan sebagai adsorben akan menghasilkan interaksi yang lebih efektif dibanding kitosan.

Hasil analisa penentuan porositas dengan menggunakan adsorpsi N_2 dan *surface area* pada bead kitosan dan kitosan serbuk adalah sebagai sebagaimana yang ditunjukkan pada tabel 1. Data tersebut di atas menunjukkan bahwa proses pengembangan dengan asam asetat pada kitosan serbuk yang dilanjutkan repolimerisasi pada gel kitosan dengan NaOH sehingga terbentuk bead kitosan memberikan perubahan pada sifat fisik dari kitosan serbuk yaitu jari-jari pori bead kitosan jauh lebih besar dibanding jari-jari pori kitosan. Hasil tersebut memberi peluang bead kitosan dapat mengadsorpsi ion logam lebih banyak dan mempunyai potensi yang lebih besar sebagai matriks pengimobilisasi enzim yang lebih baik dibanding kitosan.

Data pengaruh pH terhadap proses adsorpsi Zn(II) ditunjukkan pada gambar 4. Data pada gambar 4 menunjukkan bahwa pada pH 4 jumlah Zn(II) yang teradsorpsi masih sedikit dan terus meningkat sampai pH 6 kemudian diatas pH 6 mulai menurun. Proses adsorpsi

Zn(II) pada pH 4 kecil karena pada pH asam Zn(II) yang sudah teradsorpsi kemungkinan lepas lagi karena interaksi yang terjadi kemungkinan terjadi secara elektrostatis, sehingga ikatannya lemah. Proses adsorpsi Zn(II) oleh bead kitosan mencapai kondisi maksimum pada pH 6, pada pH tersebut bead kitosan berada dalam bentuk NH_2 dan Zn(II) tidak mengendap sehingga menghasilkan interaksi yang kuat sehingga Zn(II) yang sudah teradsorpsi tidak mudah lepas lagi. Pada pH 7 ke atas jumlah Zn(II) yang teradsorpsi cenderung menurun karena pada pH tersebut Zn(II) sudah mulai mengendap, sehingga menghalangi untuk berinteraksi dengan kitosan bead. Lesbani (2000); Guibal (1998) dan Jiannim (2006) menunjukkan pH optimum Zn(II) teradsorpsi pada kitin pada pH 5,8 sedangkan pada kitosan-glutaraldehyd dan kitosan-silika gel mempunyai pH optimum pada pH 6-7.

Hasil penelitian untuk pengaruh konsentrasi awal Zn(II) terhadap kemampuan adsorpsi bead kitosan terhadap Zn(II) ditunjukkan pada gambar 5. Data pada gambar 5. menunjukkan bahwa secara umum proses adsorpsi Zn(II) oleh kitosan mengalami kenaikan seiring kenaikan konsentrasi awal Zn(II) sampai konsentrasi 1500 mg/L, kemudian pada 1500 mg/L mulai terjadi kesetimbangan, sampai konsentrasi 2500 mg/L tidak terjadi kenaikan yang signifikan dari Zn(II) yang teradsorpsi. Pada kondisi tersebut diperkirakan adsorben telah jenuh oleh adsorbat, diperkirakan semua situs aktif pada bead kitosan telah berinteraksi dengan Zn(II). Dari gambar 5 dapat disimpulkan bahwa adsorpsi ion logam Zn(II) pada kitosan dan bead kitosan mengikuti pola adsorpsi isotherm Langmuir. Menurut teori isotherm Langmuir adsorpsi diperkirakan terjadi pada lapisan tunggal. Pada saat adsorbat memenuhi lapisan, molekul yang terserap tak akan melebihi jumlah situs aktif pada permukaan adsorben (Oscik, 1982). Gambar 5 menunjukkan bahwa jumlah ion logam Zn(II) yang teradsorpsi pada bead kitosan lebih banyak dibanding pada kitosan, sehingga kapasitas

adsorpsi ion logam Zn(II) pada bead kitosan lebih besar dibanding pada kitosan. Analisa dengan menggunakan isotherm Langmuir menghasilkan kapasitas adsorpsi Zn(II) meningkat 7 kali, dari $2,99 \cdot 10^{-4}$ mol/g untuk kitosan menjadi $20,98 \cdot 10^{-4}$ mol/g untuk bead kitosan.

Penelitian Kawamura et al., (1993) dan Guibal (1998) menunjukkan karakteristik adsorpsi ion logam pada kitosan berporositas tinggi yang terikat silang pada poli(etilen imin) mempunyai selektivitas adsorpsi ion logam pada pH 7 berturut-turut adalah sebagai berikut:

$\text{Hg(II)} > \text{UO}_2 > \text{Cd(II)} > \text{Zn(II)} > \text{Cu(II)} > \text{Ni(II)}$ dan kapasitasnya 14 kali lebih besar dibanding kitosan yang tidak dimodifikasi.

Data untuk mendapatkan gambaran kinetika adsorpsi kation Zn(II) oleh bead kitosan dan kitosan ditunjukkan pada gambar 6. Pada gambar 6 terlihat bahwa secara umum adsorpsi Zn(II) pada kedua adsorben diatas mula-mula berlangsung relatif cepat. Pada 60 menit pertama jumlah Zn(II) yang teradsorpsi meningkat, setelah 90 menit pertama selanjutnya ada sedikit peningkatan jumlah logam yang teradsorpsi dan setelah berlangsung cukup lama laju adsorpsi relatif konstan. Pada tahap ini proses adsorpsi diperkirakan telah mencapai kesetimbangan. Dari gambar 6 dapat diperkirakan bahwa tahap kesetimbangan tercapai setelah adsorpsi berlangsung selama 90 menit dan penambahan waktu adsorpsi ternyata tidak memberikan kenaikan laju adsorpsi yang signifikan. Pada proses adsorpsi Zn(II) oleh kitosan dan bead kitosan terlihat dari gambar 6 bahwa jumlah Zn(II) yang teradsorpsi lebih banyak oleh bead kitosan dibanding kitosan dalam waktu yang sama dan konsentrasi larutan yang mengandung Zn(II) juga sama. Hal tersebut mengindikasikan bahwa laju adsorpsi kation Zn(II) oleh bead kitosan lebih besar dibanding oleh kitosan.

Data untuk mendapatkan gambaran kinetika adsorpsi kation Zn(II) oleh bead kitosan dan kitosan ditunjukkan maka digunakan

persamaan kinetika adsorpsi orde 1 mendekati kesetimbangan yang dikembangkan Santoso (2007).

$$\ln \frac{(C_0 / C_a)}{C_a} = \frac{k_1 t}{C_a} + Q \quad (1)$$

Dimana C_0 adalah konsentrasi ion logam mula-mula, C_a adalah konsentrasi ion logam dalam larutan, t adalah waktu dalam satuan menit, Q adalah konstanta laju adsorpsi-desorpsi, dan k_1 adalah konstanta laju adsorpsi. Penerapan model kinetika kinetika adsorpsi orde satu yang mencapai kesetimbangan dengan membuat kurva $\ln (C_0 / C_a) / C_a$ terhadap t / C_a sehingga diperoleh slope yang merupakan harga k_1 dan intersep sebagai harga Q . Hasil perhitungan untuk adsorpsi Zn (II) pada kitosan serbuk diperoleh harga k_1 0,0039 menit⁻¹ dan $Q = 14,56$ (mol/L)⁻¹ sedangkan untuk bead kitosan diperoleh harga k_1 0.0104 menit⁻¹ dan $Q = 75, 64$ (mol/L)⁻¹. Hal tersebut menunjukkan bahwa laju adsorpsi ion logam Zn(II) pada bead kitosan 2,67 kali lebih besar dibanding pada kitosan. Hsien (1997); Guibal (1998); Jiannim (2006) menunjukkan bahwa laju

adsorpsi Cu(II), Cd (II), Co(II) dan Ni(II) pada bead kitosan lebih besar dibanding kitosan bentuk serbuk.

KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah :

Modifikasi kitosan dengan cara *swelling* tidak merubah gugus fungsional tetapi diperkirakan merubah porositas dan tatanan polimerisasi dari kitosan .

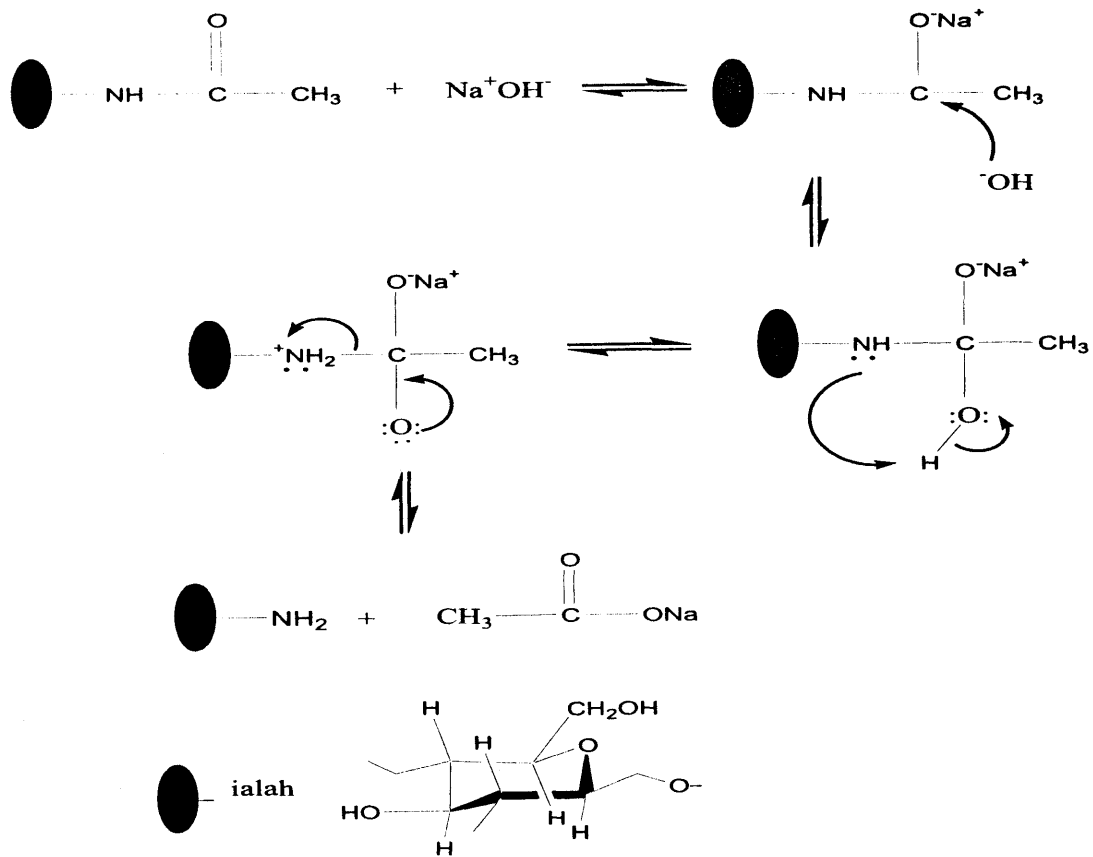
Proses adsorpsi kation Zn(II) pada kitosan serbuk dan bead kitosan mempunyai pH optimum = 6

Proses swelling pada kitosan meningkatkan kapasitas adsorpsinya terhadap kation logam Zn(II), 2,99.10⁻⁴ mol/g untuk kitosan menjadi 20,98 .10⁻⁴ mol/g untuk bead kitosan

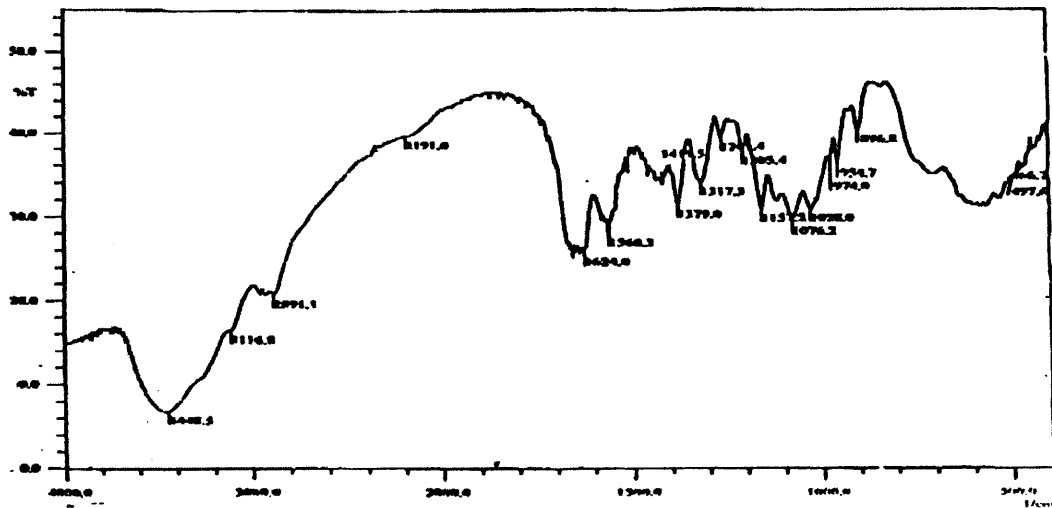
Laju adsorpsi kation Zn(II) pada bead kitosan lebih cepat dibanding pada kitosan, yaitu pada kitosan serbuk diperoleh harga k_1 0,0039 menit⁻¹ dan $Q = 14,56$ (mol/L)⁻¹ sedangkan untuk bead kitosan diperoleh harga k_1 0.0104 menit⁻¹ dan $Q = 75, 64$. (mol/L)⁻¹

DAFTAR PUSTAKA

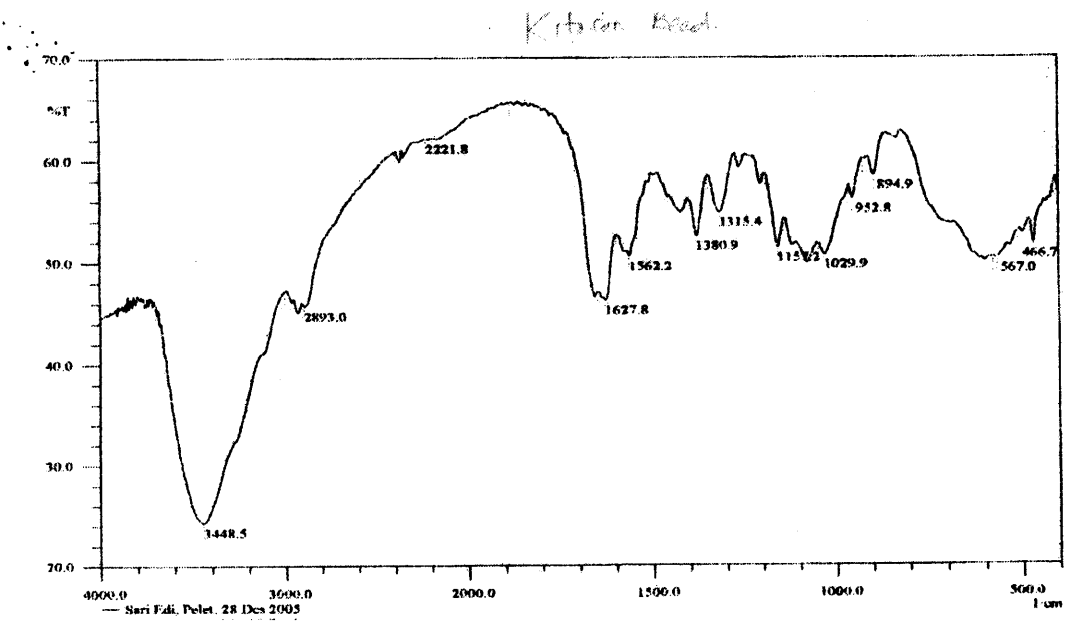
- Cahyaningrum, S.E, 2001, *Karakterisasi Adsorpsi Ni(II) dan Cd(II) pada Kitosan dan Kitosan Sulfat dari cangkang Udang Windu*, Tesis S2 kimia, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Chow, K.S., Khor, E., 2002, New Flourinated Chitin Derivatives: Synthesis, Characterization and Cytotoxicity Assessment, *Carbohydrate Pol.*, 47, 357-363
- Guibal, E., 1998, Metal-Anion Sorption by Chitosan Beads : Equilibrium and Kinetics Studies, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 37, 1398-1403.
- Hsein Yang-Tzu., (1997) Kinetics, Modeling, and Influence Cadmium and Zink Ions Adsorption Capacity, *Ind.Eng.Chem. Res.*36.3631-3638.
- Indra, Akhlus, S., 1993, Hidrolisis Kitin Menjadi Kitosan serta Aplikasinya sebagai Pendukung Padat, *Laporan Penelitian*, Jurusan Kimia FMIPA, ITS, Surabaya.
- Juang, R.S., Tseng, R.L., Wu, F.C., Lee, S.H., 1997, Adsorption Behavior of Reactive Dyes from Aqueous Streams onto chitosan, *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 70, 391-399.
- Jianmin Wu., 2006, Trpsin Immobilization by Direct Adsorption on Metal Ion Chelated macroporous Chitosan-Silica Gel Beads, *Biological Macromolecules*.39.185-191
- Kaminski, W., Modrzejewska, Z., 1999, Separation of Cr(VI) on Chitosan Membranes, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 38, 4946-4950.
- Lesbani,A.,2001., Keterlibatan Mekanisme Pertukaran Kation dan Pembentukan Kompleks dalam Adsorpsi Seng (II) dan Kadmium (II) pada Adsorben Cangkang Kepiting Laut (*Portunus pelagicus Linn*),*Tesis S-2* , Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- No, H., Meyers, S.P., 1989, Crawfish Chitosan as a Coagulant in Recovery of Organic Compounds from Seafood Processing Steam, *J. Agric. Food. Chem.*, 37, 580-583.
- Santoso., S.J et.al., 2007. Hybrid of Chitin and Humic Acid as High Performance Sorbent For Ni(II). *J. Surface Science*. 30, 1-5.
- Shofiyani, A, 2001, *Studi Adsorpsi Cr(III) dan Cr(VI) pad Kitosan dan Kitosan Sulfat dari Cangkang Udang Windu (Penaus monodon)*, Tesis S2-Kimia, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta



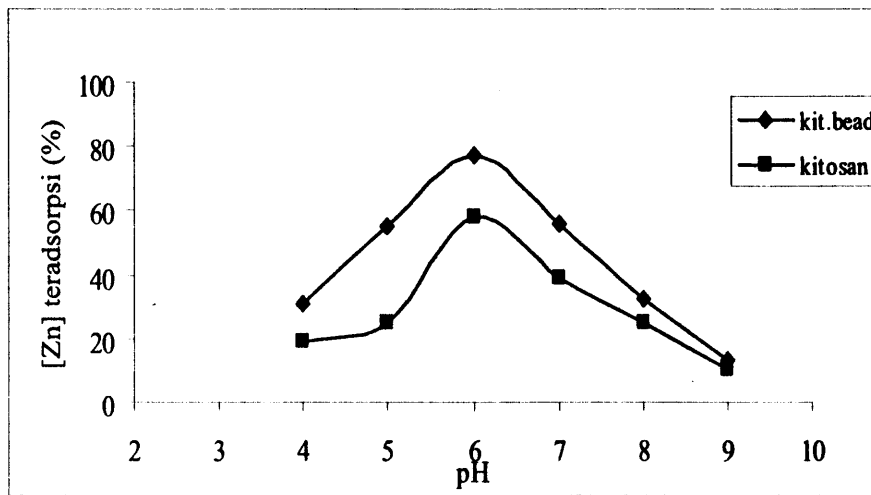
Gambar 1 : Mekanisme reaksi dari proses deasetilasi kitin menjadi kitosan



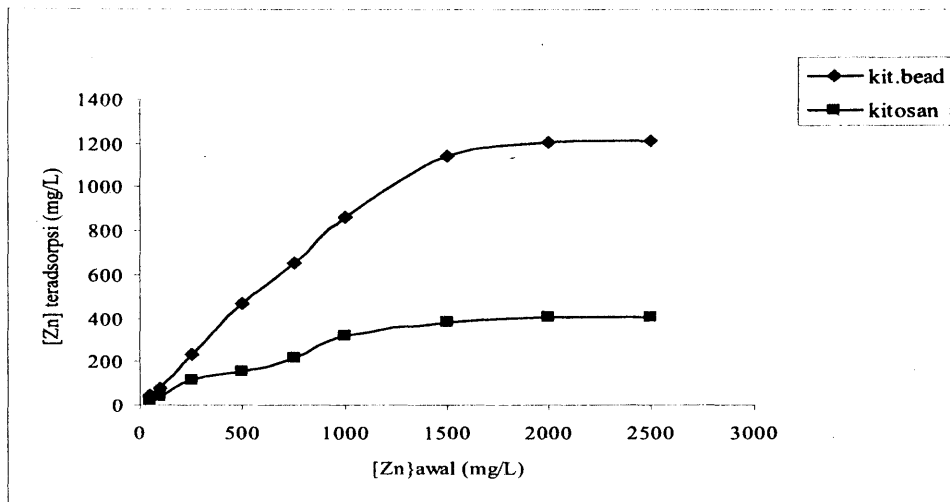
Gambar 2. Spektra IR kitosan



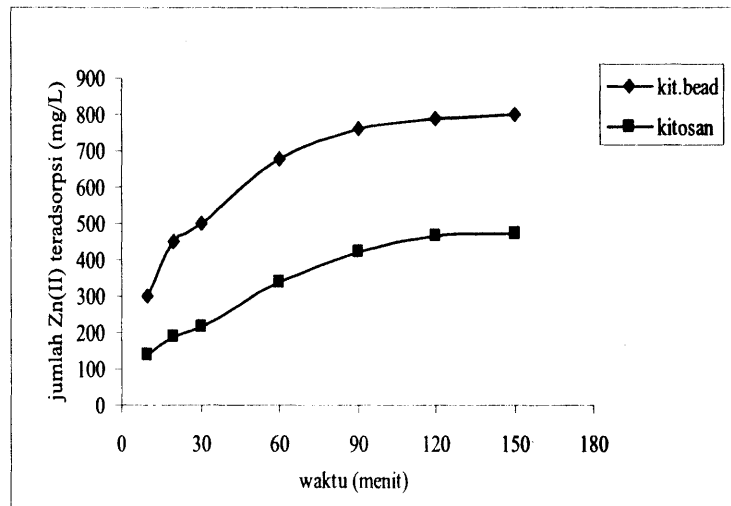
Gambar 3 Spektra IR kitosan bead



Gambar 4. Pengaruh pH terhadap adsorpsi Zn(II) oleh bead kitosan dan kitosan



Gambar 5. Pengaruh [Zn] awal terhadap adsorpsi Zn(II) oleh bead kitosan dan kitosan



Gambar 6. Pengaruh waktu terhadap adsorpsi Zn(II) oleh bead kitosan dan kitosan

Tabel 1. Hasil analisa surface area dan porositas kitosan dan bead kitosan

Parameter yang dianalisa	kitosan	Bead kitosan
Surface area (m ²)	0,063545	0,055030
Spesifik surface area (m ² /g)	0,847270	0,200839
Jari-jari pori(A)	3.707078	64,949114
Jari-jari pori (ml/g)	0,157045.10 ⁻³	0,652215.10 ⁻³