

**PENGARUH KONSENTRASI KITOSAN DARI CANGKANG UDANG TERHADAP EFISIENSI PENJERAPAN LOGAM BERAT****Antuni Wiyarsi, Erfan Priyambodo**Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY Kampus Karangmalang, Yogyakarta 55281  
e-mail: antuni\_w@uny.ac.id**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui derajat deasetilasi (DD) kitosan hasil isolasi dari cangkang udang, efisiensi penjerapan logam Cr, Zn, Ni, Cu dan Fe dengan kitosan pada berbagai variasi konsentrasi kitosan dari cangkang udang serta pengaruh konsentrasi terhadap efisiensi penjerapan logam Cr, Zn, Ni, Cu dan Fe dengan kitosan dari cangkang udang. Kitosan diisolasi dari cangkang udang putih. Isolasi kitosan dilakukan melalui empat tahap, yaitu: deproteinasi (NaOH 4%, 80°C), demineralisasi (HCl 1M, suhu kamar), depigmentasi (NaOCl 4%, suhu kamar) dan deasetilasi (NaOH 40%, 80°C). Penentuan DD berdasarkan spektrum IR dengan metode *baseline* b. Penjerapan terhadap logam Cr, Zn, Ni, Cu dan Fe dengan variasi berat kitosan; 0,05 gram; 0,125 gram; 0,25 gram; 0,375 gram dan 0,5 gram. Konsentrasi logam sebelum dan sesudah penjerapan ditentukan berdasarkan data absorbansi hasil analisis dengan SSA. Berdasarkan hasil perhitungan, kitosan yang diperoleh dalam penelitian ini memiliki derajat deasetilasi sebesar 82,221%. Efisiensi penjerapan oleh kitosan yang optimum berturut-turut untuk logam Cr, Fe, Ni, Cu dan Zn adalah 98,44% (untuk berat kitosan 0,375 gram); 99,21% (0,5 gram); 58,62% (0,375 gram); 99,95% (0,375 gram) dan 56% (0,5 gram). Ada pengaruh konsentrasi kitosan terhadap efisiensi penjerapan logam Zn, Ni dan Cu, namun tidak pengaruh konsentrasi kitosan terhadap efisiensi penjerapan Fe dan Cr.

Kata kunci: kitosan; penjerapan, logam berat

**Pendahuluan**

Penyusun utama cangkang udang adalah kitin, suatu polisakarida alami yang memiliki banyak kegunaan, seperti sebagai bahan pengkelat, pengemulsi dan adsorben. Hasil penelitian No dkk. (2003) menyatakan bahwa kitin yang terkandung dalam limbah cangkang udang sebesar 24,3 % dari berat keringnya. Salah satu senyawa turunan dari kitin yang banyak dikembangkan karena aplikasinya yang luas adalah kitosan. Kitosan merupakan suatu amina polisakarida hasil proses deasetilasi kitin. Senyawa ini merupakan biopolimer alam yang penting dan bersifat polikationik sehingga dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti adsorben logam, penyerap zat warna tekstil, bahan pembuatan kosmetik serta agen antibakteri (Bhuvana, 2006). Kitosan dapat digunakan sebagai adsorben/penjerap yang dapat menyerap logam-logam berat, seperti Zn, Cd, Cu, Pb, Mg dan Fe (Knoor, 1984). Situs aktif kitosan baik dalam bentuk  $NH_2$  ataupun dalam keadaan terprotonasi  $NH_3^+$  mampu mengadsorpsi logam-logam berat melalui mekanisme pembentukan khelat dan atau penukar ion. Aktivitas kitosan akan meningkat seiring dengan peningkatan derajat deasetilasi (DD) kitosan, karena semakin besar DD menunjukkan semakin banyaknya gugus asetil dari kitin yang diubah menjadi situs aktif  $NH_2$  dalam kitosan.

Logam berat merupakan sumber pencemar yang sangat membahayakan bagi lingkungan. Adsorpsi merupakan salah satu cara perawatan/perlakuan logam berat yang

paling banyak digunakan karena metode ini aman, tidak memberikan efek samping yang membahayakan kesehatan, tidak memerlukan peralatan yang rumit dan mahal, mudah pengerjaannya dan dapat di daur ulang. Kitosan sebagai produk yang dihasilkan dari limbah industri perikanan dan ramah lingkungan sangat tepat digunakan sebagai penjerap dalam mengurangi bahaya logam berat.

Penjerapan logam berat oleh kitosan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti aktivitas kitosan, konsentrasi penjerap, suhu, pH, lama penjerapan, lama pengadukan dan konsentrasi logam dalam larutan. Konsentrasi dan luas permukaan mempengaruhi efisiensi penjerapan, semakin besar konsentrasi adsorbat maka semakin banyak adsorbat yang teradsorpsi dan semakin besar luas permukaan adsorben, maka adsorpsinya juga semakin besar.

**Metode Penelitian**

Kitosan diisolasi dari cangkang udang putih. Isolasi kitosan dilakukan melalui empat tahap, yaitu: deproteinasi (NaOH 4%, 80°C, ), demineralisasi (HCl 1M, suhu kamar), depigmentasi (NaOCl 4%, suhu kamar) dan deasetilasi (NaOH 40%, 80°C). Penentuan DD berdasarkan spektrum IR dengan metode *baseline* b. Penjerapan terhadap logam Cr, Zn, Ni, Cu dan Fe dengan variasi berat kitosan; 0,05 gram; 0,125 gram; 0,25 gram; 0,375 gram dan 0,5 gram. Penjerapan dilakukan selama 24 jam. Konsentrasi logam sebelum dan sesudah penjerapan ditentukan

berdasarkan data absorbansi hasil analisis dengan SSA.

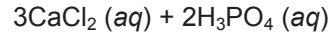
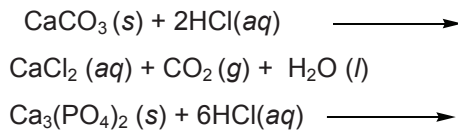
**Hasil Penelitian dan Pembahasan**

**A. Isolasi dan Karakterisasi Kitosan dari Cangkang Udang**

**1. Isolasi kitosan dari cangkang udang**

Isolasi kitosan dari cangkang udang putih dilakukan melalui 5 tahap, yaitu tahap persiapan, deproteinasi, demineralisasi, depigmentasi dan deasetilasi. Tahap persiapan dimulai dengan mengeringkan kulit udang di bawah sinar matahari dan menggerusnya untuk memperoleh serbuk kulit udang yang lolos ayakan 50 mesh.

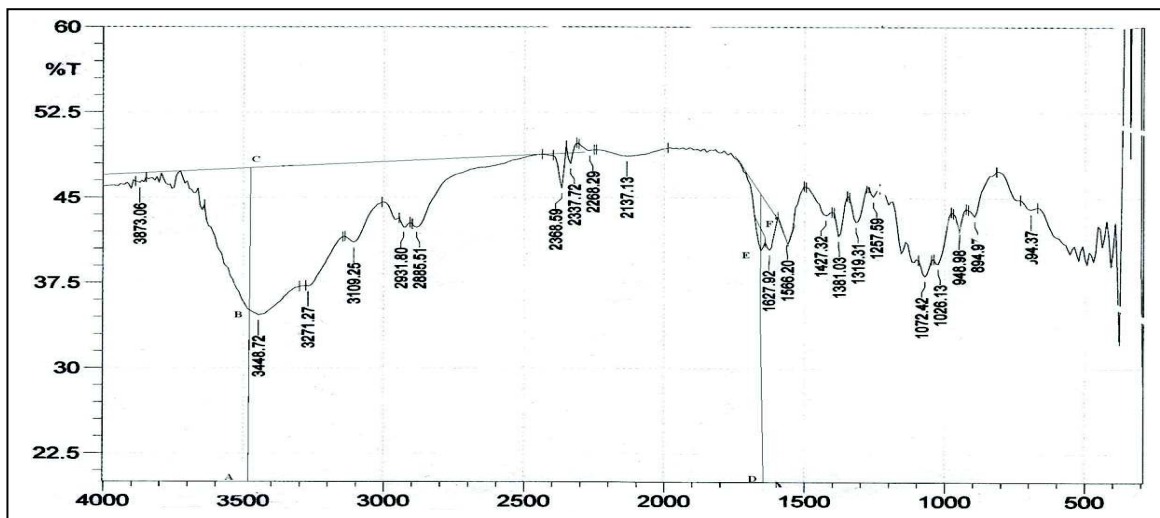
Cangkang udang memiliki kandungan protein yang cukup besar, yaitu sekitar 21- 24 % dari bahan keringnya (Suhardi, 1993 dan No dkk., 2003). Protein ini berikatan dengan kitin secara kovalen maupun berikatan secara fisik. Oleh karena itu, untuk menghasilkan kitin, diperlukan proses untuk melepaskan ikatan protein dengan kitin yang disebut deproteinasi. Rendemen dalam tahap ini mencapai 59,38%. Tahap selanjutnya adalah tahap demineralisasi, yaitu tahap penghilangan mineral yang terdapat dalam cangkang udang. Mineral utama pada cangkang udang adalah kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) dan kalsium fosfat [Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>]. Mineral tersebut dapat dihilangkan dari matriks dengan menggunakan larutan HCl. Proses penghilangan mineral diperkirakan menurut reaksi sebagai berikut :



Tahap demineralisasi menghasilkan rendemen sebesar 37,68%. Tahap berikutnya adalah tahap depigmentasi dengan natrium hipoklorit untuk menghilangkan pengotor yang mungkin ada dan menghasilkan rendemen sebesar 97,93%. Produk dari tahap ini disebut kitin dan diperlukan proses lanjutan untuk memperoleh kitosan, yaitu proses deasetilasi. Tahap deasetilasi pada penelitian ini menghasilkan rendemen sebesar 76,98%.

**2. Karakterisasi kitosan dengan spektrofotometer FTIR**

Kitosan yang dihasilkan dari cangkang udang dikarakterisasi dengan spektroskopi infra merah. Spektrum IR kitosan disajikan pada Gambar 1 untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsionalnya. Serapan karakteristik kitosan terdapat pada bilangan gelombang 3448,72 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan adanya ikatan hidrogen dari gugus -OH yang tumpang tindih dengan rentangan -NH. Serapan pada 2885,51 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya vibrasi rentangan dari -CH. Adapun vibrasi tekuk -CH muncul pada bilangan gelombang 1381,03 cm<sup>-1</sup>. Vibrasi tekuk -NH muncul pada bilangan gelombang 1566,2cm<sup>-1</sup>. Vibrasi rentangan C-O yang merupakan salah satu serapan karakteristik polisakarida muncul pada bilangan gelombang 1072,0 cm<sup>-1</sup>. Berdasarkan Gambar 5 juga terlihat bahwa serapan pada daerah 1627 cm<sup>-1</sup> semakin lemah dan ini menandakan deasetilasi mendekati sempurna. Serapan pada daerah ini menunjukkan adanya rentangan gugus karbonil amida (R-NH-C=O).



Gambar 1. Spektrum IR Kitosan

Derajat Deasetilasi (DD) kitosan dapat ditentukan berdasarkan spektrum IR dengan metode *base line*. Pada penelitian ini, penentuan DD dilakukan dengan metode *base line* b yang diusulkan oleh Baxter dkk. (Khan dkk., 2002). Berdasarkan perhitungan, kitosan yang diperoleh dari cangkang udang dalam penelitian ini mempunyai DD sebesar 82,221%. Kitosan dengan derajat deasetilasi besar menunjukkan semakin banyaknya gugus asetil kitin yang diubah menjadi gugus amino. Situs aktif kitosan ini baik dalam bentuk  $\text{NH}_2$  ataupun dalam keadaan terprotonasi  $\text{NH}_3^+$  mampu mengadsorpsi logam-logam berat melalui mekanisme pembentukan khelat dan atau penukar ion.

### B. Efisiensi Penjerapan Logam Berat oleh Kitosan

Penjerapan logam berat dengan kitosan dilakukan dengan variasi berat kitosan yang digunakan. Pada setiap 25 mL larutan yang mengandung logam berat (Cr, Fe, Ni, Cu dan Zn) dengan konsentrasi 50 ppm, ditambahkan kitosan dengan variasi berat; 0,05 gram; 0,125 gram; 0,25 gram; 0,375 gram dan 0,5 gram. Penjerapan dilakukan pada suhu kamar selama 24 jam.

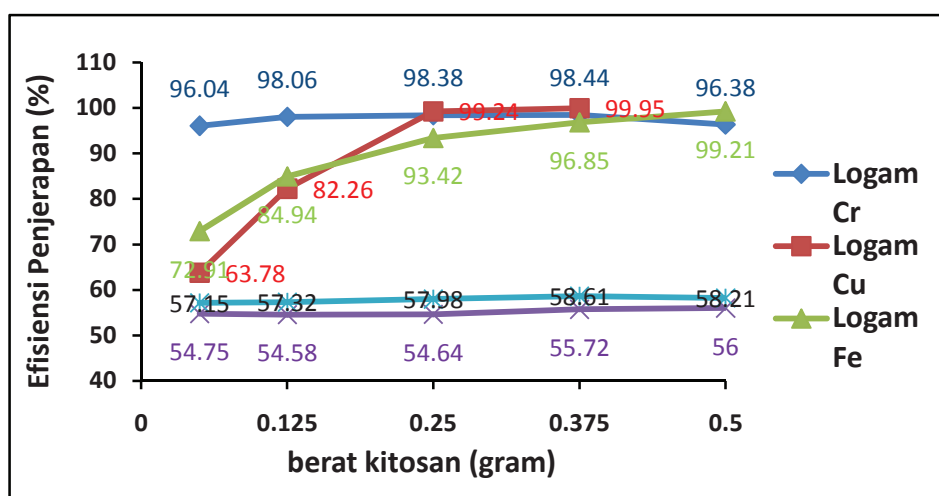
Analisis data penelitian dilakukan secara kuantitatif berdasarkan hasil absorbansi spektrofotometri serapan atom. Efisiensi penjerapan logam berat oleh kitosan ditentukan dengan membandingkan konsentrasi logam setelah penjerapan dengan konsentrasi logam mula-mula. Hasil perhitungan efisiensi penjerapan logam berat oleh kitosan secara ringkas disajikan dengan grafik pada Gambar 2.

Berdasarkan grafik, menunjukkan bahwa setiap perlakuan yang berbeda untuk

logam yang berbeda, memberikan hasil yang berbeda. Kecenderungan perubahan efisiensi penjerapan terhadap berat adsorben yang ditambahkan berbeda untuk kelima logam berat yang digunakan. Nilai efisiensi penjerapan bervariasi dengan nilai terkecil sebesar 54,75 % pada penjerapan logam nikel untuk berat kitosan 0,05 gram. Efisiensi terbesar diperoleh pada penjerapan logam tembaga dengan nilai 99,95 % untuk berat kitosan 0,375 gram.

### Pengaruh Berat Kitosan terhadap Efisiensi Penjerapan Logam Kromium

Penjerapan logam kromium dengan kitosan dilakukan dengan lima variasi berat kitosan yang ditambahkan. Berdasarkan grafik pada Gambar 2, menunjukkan bahwa efisiensi penjerapan logam kromium secara umum memiliki nilai tertinggi dibandingkan dengan efisiensi penjerapan untuk logam yang lain. Efisiensi penjerapan kromium untuk kelima variasi berat kitosan yang digunakan memiliki nilai sudah di atas 90%. Efisiensi penjerapan meningkat seiring dengan penambahan berat adsorben, yaitu untuk berat kitosan 0,05 gram memiliki efisiensi penjerapan 96,04% dan untuk 0,125 gram kitosan memiliki efisiensi 98,08%. Pada penambahan 0,25 gram kitosan terjadi sedikit peningkatan efisiensi penjerapan menjadi 98,38% dan relatif tidak meningkat pada penambahan 0,375 gram kitosan, yaitu dengan efisiensi sebesar 98,44%. Namun, efisiensi ini merupakan nilai optimum penjerapan kromium oleh kitosan, karena pada penambahan kitosan 0,5 gram, efisiensi menurun menjadi 96,38%



Gambar 2. Grafik Efisiensi Penjerapan terhadap berat kitosan

Tabel 1. Hasil Uji ANAVA-A

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Cr	Between Groups	10.712	4	2.678	1.323	.376
	Within Groups	10.119	5	2.024		
	Total	20.831	9			
Cu	Between Groups	2056.252	4	514.063	69561.967	.000
	Within Groups	.037	5	.007		
	Total	2056.289	9			
Fe	Between Groups	919.832	4	229.958	432.862	.000
	Within Groups	2.656	5	.531		
	Total	922.488	9			
Zn	Between Groups	3.587	4	.897	4.517	.065
	Within Groups	.993	5	.199		
	Total	4.579	9			
Ni	Between Groups	2.984	4	.746	5.282	.048
	Within Groups	.706	5	.141		
	Total	3.690	9			

Berdasarkan uji ANAVA pada Tabel 1, diperoleh harga F sebesar 1,323 pada  $p = 0,376$ . Hal ini berarti bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan pada variasi berat kitosan yang digunakan terhadap efisiensi penyerapan logam kromium. Perbedaan berat adsorben yang hanya berkisar antara 0,05 sampai 0,125 tidak memberikan perbedaan nilai efisiensi yang signifikan karena pada penambahan berat kitosan 0,05 gram, efisiensinya sudah relatif besar. Ini berarti jumlah adsorben tersebut telah mampu menyediakan luas permukaan yang cukup untuk terjadinya interaksi antara adsorben dengan adsorbat/logam sehingga sedikit penambahan adsorben tidak berpengaruh pada kemampuan kitosan menyerap kromium.

#### **Pengaruh Berat Kitosan terhadap Efisiensi Penyerapan Logam Tembaga**

Efisiensi penyerapan tembaga oleh kitosan memiliki kecenderungan terus meningkat seiring dengan penambahan berat kitosan. Berdasarkan grafik pada Gambar 2, terlihat bahwa efisiensi terendah terjadi pada penyerapan tembaga dengan 0,05 gram kitosan, yaitu hanya senilai 63,78%. Efisiensi meningkat tajam pada penggunaan 0,125 gram kitosan menjadi 82,26% dan kemudian stabil pada nilai 99% untuk penggunaan kitosan 0,25 gram dan 0,375 gram. Pada penyerapan dengan 0,5 gram, konsentrasi tembaga pada sampel tidak terdeteksi pada alat yang memiliki batas deteksi 0,01 ppm untuk logam tembaga. Ini berarti bahwa konsentrasi tembaga setelah penyerapan kurang dari 0,01 ppm yang menunjukkan bahwa sebagian besar tembaga telah terjerap

oleh kitosan sehingga dapat dikatakan bahwa efisiensi penyerapan hampir mencapai 100% untuk logam tembaga. Efisiensi penyerapan logam tembaga oleh kitosan ini merupakan nilai tertinggi dibandingkan efisiensi penyerapan logam berat lainnya.

Berdasarkan hasil uji ANAVA pada Tabel 1, diperoleh nilai F sebesar 69561,967 pada  $p = 0,00$ . Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh yang signifikan pada variasi berat kitosan yang digunakan terhadap efisiensi penyerapan logam tembaga. Semakin banyak kitosan yang digunakan, maka efisiensi penyerapan meningkat. Hal ini dikarenakan semakin banyak adsorben yang digunakan maka semakin luas permukaan adsorben sehingga semakin banyak logam yang akan terjerap.

#### **Pengaruh Berat Kitosan terhadap Efisiensi Penyerapan Logam Besi**

Seperti halnya pada penyerapan logam tembaga, pada penyerapan logam besi oleh kitosan terjadi kecenderungan yang terus meningkat pada nilai efisiensi penyerapan seiring dengan penambahan berat kitosan. Pada penggunaan kitosan 0,05 gram efisiensi penyerapannya hanya sebesar 72,91% namun terus meningkat hingga mencapai maksimal menjadi 99,21% pada penyerapan dengan 0,5 gram kitosan.

Hasil uji ANAVA pada Tabel 1 menunjukkan bahwa ada pengaruh variasi berat kitosan terhadap efisiensi penyerapan besi. Hal ini ditunjukkan oleh harga F sebesar 432,862 pada  $p = 0,00$ . Efisiensi penyerapan besi meningkat signifikan dengan semakin banyaknya kitosan yang digunakan.

### **Pengaruh Berat Kitosan terhadap Efisiensi Penjerapan Logam Zink**

Efisiensi penjerapan logam zink oleh kitosan memberikan nilai yang terkecil diantara nilai efisiensi penjerapan logam berat lainnya, yaitu hanya berkisar pada nilai 55%. Pada sampel dengan berat adsorben 0,05 gram, efisiensi penjerapan logam zink mencapai 54,75 %, sedangkan pada sampel dengan berat adsorben 0,125 gram mencapai efisiensi penjerapan 54,58 %. Pada sampel dengan berat adsorben 0,25 gram memiliki efisiensi penjerapan sebesar 54,64 %. Pada sampel dengan berat adsorben 0,375 gram memiliki efisiensi penjerapan sebesar 55,72 %. Efisiensi penjerapan logam zink pada berat adsorben 0,375 gram lebih tinggi dibandingkan dengan efisiensi penjerapan logam zink pada berat adsorben 0,25 gram. Peningkatan ini dimungkinkan terjadi karena semakin banyak kitosan yang digunakan, maka semakin besar luas permukaannya, sehingga semakin banyak logam zink yang terjerap.

Berdasarkan perhitungan uji ANAVA pada Tabel 1, diperoleh harga F sebesar 4,517 pada  $p = 0,065$ . Hal ini berarti bahwa tidak terdapat pengaruh variasi berat kitosan terhadap efisiensi penjerapan logam zink yang signifikan. Hasil penelitian menunjukkan dengan memvariasi berat adsorben 0,05; 0,125; 0,25; 0,375; dan 0,5 gram tidak memberikan perbedaan efisiensi penjerapan yang nyata.

### **Pengaruh Berat Kitosan terhadap Efisiensi Penjerapan Logam Nikel**

Penjerapan logam nikel dengan kitosan memiliki efisiensi yang relatif rendah dibandingkan dengan efisiensi penjerapan jenis logam berat lainnya. Pada penjerapan dengan berat kitosan 0,05 gram diperoleh nilai efisiensi sebesar 57,15% kemudian sedikit meningkat menjadi 57,32% untuk penjerapan dengan 0,125 gram kitosan. Penggunaan 0,25 gram kitosan meningkatkan efisiensi penjerapan logam nikel menjadi 57,98% dan terus meningkat hingga mencapai optimum pada penggunaan 0,375 gram kitosan dengan efisiensi sebesar 58,61%. Efisiensi kembali turun pada penambahan berat kitosan menjadi 0,5 gram dengan efisiensi sebesar 58,21%.

Berdasarkan hasil uji ANAVA pada Tabel 1, diperoleh harga F sebesar 5,282 dengan  $p = 0,048$ . Hal ini berarti bahwa ada pengaruh variasi berat kitosan terhadap efisiensi penjerapan logam nikel dengan

kitosan. Perbedaan berat adsorben yang digunakan mempengaruhi banyaknya adsorbat yang dapat terjerap. Semakin banyak adsorben maka semakin banyak logam yang dapat terjerap, namun ketika daya adsorpsi sudah mencapai maksimal maka banyaknya adsorbat yang terjerap akan kembali menurun.

Perbedaan efisiensi penjerapan beberapa logam berat oleh kitosan dapat dipahami dari beberapa sudut pandang. Pada proses penjerapan dalam larutan, jumlah zat yang teradsorpsi tergantung pada jenis adsorben, jenis adsorbat, luas permukaan adsorben, temperatur dan pengaruh tekanan (Sukardjo, 1997). Faktor-faktor yang mempengaruhi penjerapan antara lain struktur adsorben, berat adsorben, pH media, ukuran partikel, kapasitas pertukaran elektron, dan suhu. Adsorben bersifat selektif, artinya suatu adsorben dapat menyerap banyak sekali suatu zat, tetapi tidak menyerap zat-zat tertentu. Penjerapan dengan zat padat dipengaruhi oleh suhu, yaitu Jumlah zat yang diserap tergantung temperatur, semakin jauh jarak antara temperatur penjerapan dari temperatur kritis, maka semakin sedikit jumlah zat yang diserap. Selain itu, ukuran adsorbat juga mempengaruhi banyaknya adsorbat yang dapat terjerap, jika ukuran pori adsorben sesuai maka dimungkinkan semakin tinggi kemampuannya dalam menyerap adsorbat.

Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa kitosan yang diisolasi dari limbah udang galah, dapat digunakan sebagai adsorben logam berat yang meliputi kromium, tembaga, besi, zink dan nikel. Berdasarkan harga efisiensi penjerapan, kitosan merupakan adsorben yang baik untuk logam kromium, tembaga dan besi pada suhu kamar.

### **PENUTUP**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut: (1) Derajat deasetilasi (DD) kitosan hasil isolasi dari limbah cangkang udang putih dalam penelitian ini adalah sebesar 82,221%, (2) Efisiensi penjerapan oleh kitosan yang optimum berturut-turut untuk logam Cr, Fe, Ni, Cu dan Zn adalah 98,44% (untuk berat kitosan 0,375 gram); 99,21% (0,5 gram); 58,62% (0,375 gram); 99,95% (0,375) dan 56% (0,5 gram) dan (3) Ada pengaruh konsentrasi kitosan terhadap efisiensi penjerapan logam Zn, Ni, Cu serta tidak ada pengaruh konsentrasi kitosan terhadap efisiensi penjerapan Fe dan Cr.

**DAFTAR PUSTAKA**

Bhuvana, 2006, *Studies on Frictional Behaviour of Chitosan-Coated Fabrics*, Aux. Res. J., Vol 6(4): 123-130.

Erdawati. 2008. *Kapasitas Adsorpsi Kitosan dan Nanomagnetik Kitosan terhadap Ion Ni(II)*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008 Universitas Lampung, 17-18 November 2008

Khan, T.A., Peh, K.K., dan Chang, H.S. 2002. *Reporting Degree of Deacetylation Values of Chitosan; The Influence of*

*Analytical Methods*. J. Pharm. Sci Vol 5(3): 205-212.

Knorr, D. 1984. *Functional Properties of Chitin and Chitosan*. J. Food.Sci. Vol 47: 36-38.

No, H.K., Lee, S.H., Park, N.Y dan Meyers, S.P. 2003. *Comparison of phsycochemical, Binding and Antibacterial Properties of Chitosans Prepared Without and With Deproteinization Process*. J. Agric. Food. Chem, Vol 51: 7659-7663.