

## PENGARUH UKURAN BUTIRAN *ADSORBEN* KHITOSAN TERHADAP DERAJAT ADSORPSI/PENYERAPAN LOGAM BERAT TEMBAGA ( $\text{Cu}^{2+}$ )

Hargono<sup>\*)</sup> dan C.S. Budiayati<sup>\*)</sup>

### Abstrak

Kandungan logam berat tembaga, Cu di dalam limbah cair kerajinan elektroplating sangat tinggi, melebihi ambang batas yang ditentukan pemerintah. Di salah satu kerajinan elektroplating di sekitar Lingkungan Industri Kecil (LIK) di Semarang kandungan ion tembaga,  $\text{Cu}^{2+}$  mencapai 0,77 mg/L padahal standar baku mutu air limbah untuk kadar ion Cu adalah 0,19mg/L. Alternatif pengelolaan limbah ini bisa dilakukan dengan operasi adsorpsi menggunakan adsorben Khitosan. Elektron nitrogen pada gugus amino yang dimiliki Khitosan dapat mengikat ion-ion logam membentuk senyawa kompleks koordinasi yang stabil. Kemampuan Khitosan untuk menyerap ion Cu tergantung pada derajat deasetilasinya. Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain ukuran partikel adsorben, jumlah adsorbent, pH, waktu, kecepatan pengadukan dan suhu. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh ukuran partikel Khitosan terhadap aktivasinya dalam menyerap ion logam berat  $\text{Cu}^{2+}$ . Percobaan dibagi dalam dua tahap. Tahap pertama adalah pembuatan Khitosan dari cangkang/ kulit udang, dengan konsentrasi NaOH dari 20 hingga 60% (%berat). Khitosan yang dihasilkan dari proses ini dianalisis derajat deasetilasinya dengan FTIR. Tahap kedua adalah mencari pengaruh ukuran partikel Khitosan dalam mengadsorpsi ion Tembaga dengan menggunakan Khitosan dengan derajat deasetilasi yang paling besar. Variabel berubah adalah diameter rata-rata Khitosan 0,711 mm (-20+28 mesh), 0,503 mm (-28+35 mesh) dan 0,193 mm (-65+80 mesh). Analisis ion  $\text{Cu}^{2+}$  dilakukan dengan AAS. Hasil penelitian menunjukkan proses adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  paling baik dicapai pada diameter rata-rata butiran Khitosan 0,193 mm, derajat deasetilasi pada konsentrasi NaOH 50%, waktu penyerapan efektif 60 menit dengan derajat penyerapan tembaga mencapai 80,52 %

**Kata kunci :** Khitosan, ukuran partikel, proses penyerapan, ion Cu

### Pendahuluan

Industri pelapisan logam (elektroplating) merupakan industri yang potensial dalam menghasilkan limbah logam berat. Pada proses elektroplating tembaga, digunakan elektrolit yang mengandung ion tembaga serta anoda berupa logam tembaga. Setelah proses pelapisan dilanjutkan dengan proses *finishing* yaitu proses pembilasan logam dengan air pencuci untuk membersihkan sisa larutan elektrolit, sehingga makin lama air pencuci akan semakin pekat dan tidak efektif lagi untuk pembilasan (Purwanto dan Huda, S., 2005). Di salah satu kerajinan elektroplating di sekitar Lingkungan Industri Kecil (LIK) Semarang kandungan ion tembaga,  $\text{Cu}^{2+}$  mencapai 0,77 mg/L padahal standar baku mutu air limbah untuk kadar ion Cu adalah 0,19mg/L (lampiran II peraturan pemerintah Republik Indonesia nomor : 18 tahun 1999).

Alternatif pengelolaan limbah ini bisa dilakukan dengan operasi penyerapan menggunakan adsorben Khitosan. Elektron nitrogen pada gugus amino yang dimiliki Khitosan dapat mengikat ion-ion logam membentuk senyawa kompleks koordinasi yang stabil. Kemampuan Khitosan untuk menyerap ion Cu tergantung pada derajat deasetilasinya.

Salah satu bahan baku pembuatan Khitosan adalah limbah cangkang udang. Limbah cangkang ini mengandung 20-30% senyawa Kitin, 21% protein dan 40-50% mineral. Kitin bisa digunakan sebagai material pembuatan senyawa Khitosan melalui proses deasetilasi (penghilangan gugus asetamida). Kitin merupakan polisakarida terbesar kedua setelah selulosa yang mempunyai rumus kimia poli(2-asetamida-2-dioksi- $\beta$ -D-Glukosa) dengan ikatan  $\beta$ -glikosidik (1,4) yang menghubungkan antar

spektrum-tersebar  
penunda propagasi  
a. Jika waktu tunda  
an / jangkauan dari  
diketahui.

### dideteksi

ditransmisikan pada  
dah hampir ama  
gangguan semu  
satu lebar-bidang  
au NO Watt per  
au pada lebar  
o. Daya rata-rata  
berima yang dituju  
menutupi adanya  
sekitarnya. Sinyal  
gkatkan daya yang  
<< 1. Penerima  
sinyal pembawa  
prosesing gainnya  
enerima lain yang  
n-semu tidak dapat  
ngan menyadap  
nya.

schaffer, Digital  
nce Hall of India

ad- spectrum  
and Realities ;  
agazine PP 11-18

PE ; Digital  
Graw Hill  
any, 1983

Multiple Accs  
Foundation for  
EEE Press

Spread-spectrum  
Communications.  
748-755 August

<sup>\*)</sup> Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang Semarang.

unit ulangnya. Struktur kimia Kitin mirip dengan selulosa, hanya dibedakan oleh gugus yang terikat pada atom C2. Jika pada selulosa gugus yang terikat pada atom C2 adalah OH, maka pada Kitin yang terikat adalah gugus asetamida.

Kitin tidak mudah larut dalam air, sehingga penggunaannya terbatas. Namun dengan modifikasi kimiawi dapat diperoleh senyawa turunan kitin yang mempunyai sifat kimia yang lebih baik. Salah satu turunan Kitin adalah Khitosan, suatu senyawa yang mempunyai rumus kimia poli(2-amino-2-dioksi-β-D-Glukosa) dan dapat dihasilkan dengan proses hidrolisis Kitin menggunakan basa kuat. Saat ini terdapat lebih dari 200 aplikasi dari Kitin dan Khitosan serta turunannya di industri makanan, penrosesan makanan, bioteknologi, pertanian, farmasi, kesehatan, dan lingkungan.

Spesifikasi Kitin secara umum didasarkan pada nilai derajat deasetilasi, umumnya minimal 15 %. Sedangkan derajat deasetilasi Khitosan minimal 70 %, semakin tinggi derajat deasetilasinya maka akan semakin tinggi kualitas Khitosan.

#### Teknologi Proses Pembuatan Kitin

Umumnya proses pembuatan Kitin melalui 3 (tiga) tahapan yakni (1) deproteinasi, (2) demineralisasi dan (3) dekolonisasi. Proses demineralisasi terutama penghilangan mineral Kalsium digunakan asam kuat sedangkan proses deproteinasi digunakan basa dan dapat dilakukan secara berbalikan urutannya. Jika pengambilan protein merupakan salah satu tujuan, maka deproteinasi harus dilakukan terlebih dahulu untuk memaksimalkan yield dan kualitas protein yang diperoleh ( Bambang, S., 2003)

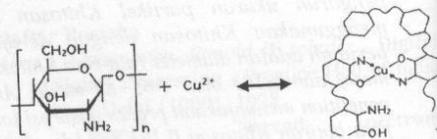
Kulit rajungan mengandung protein 30 -40 %, kalsiumkarbonat 30 -50 %, dan kitin 20 -30 % (Johnson dan Peniston, 1982). Perbandingan komposisi ini sangat bervariasi tergantung pada spesies dan musim. Sehingga kondisi proses pada pembuatan kitin akan senantiasa bervariasi tergantung pada sumber bahan bakunya

#### Teknologi Proses Pembuatan Khitosan

Konversi Kitin menjadi Khitosan biasanya menggunakan basa NaOH atau KOH pekat (40 - 50 %) dan dilakukan pada suhu 100 °C atau lebih untuk menghilangkan gugus asetil. Dalam proses ini Kitin dihidrolisis gugus amidnya menjadi gugus amin, menghasilkan kitosan dan asetat. Kombinasi dari konsentrasi NaOH yang tinggi, rasio campuran yang tinggi, pengadukan dan suhu yang tinggi akan menghasilkan Khitosan

yang berkualitas atau Khitosan yang berderajat deasetilasi tinggi. Pengolahan Kitin menjadi Khitosan akan lebih mudah juga jika Kitin yang sebelumnya diolah adalah Kitin yang berkualitas baik. ( Bambang, S., 2003)

Adsorpsi adalah peristiwa penyerapan di permukaan oleh suatu adsorbent. Adsorpsi dapat terjadi karena adsorbent memiliki gaya *Van der Waals* pada molekul-molekulnya. Gaya *Van der Waals* tersebut menyebabkan molekul-molekul dari zat yang diadsorpsi terikat pada permukaan adsorbent. Apabila adsorbate dan permukaan adsorbent hanya terikat dengan gaya van der waals saja maka dinamakan adsorpsi fisis atau adsorpsi van der waals. Molekul yang teradsorpsi terikat pada permukaan secara lemah dan panas adsorpsinya rendah (Forster, 1983). Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jumlah dan ukuran butiran adsorbent, pH, waktu, kecepatan pengadukan dan suhu. Untuk mengetahui jumlah logam yang teradsorpsi digunakan alat *Atomic Adsorption Spectrofotometri (AAS)*.



Gambar 1. mekanisme penyerapan Cu oleh chitosan

Limbah Tembaga berasal dari limbah industri penyamakan kulit, pelapisan logam, fotografi, industri cat, industri zat warna, dan industri tekstil. limbah tersebut dapat membahayakan lingkungan. Walaupun hanya terdapat dalam jumlah kecil, krom bersifat stabil dan terakumulasi dalam tubuh, sehingga lama-kelamaan dapat memicu sel-sel kanker (karsinogenik) dan dapat membahayakan kesehatan. Bahaya logam berat ini adalah dapat mengakibatkan anemia, depresi, kelelahan, lemahnya daya ingat, insomnia, sakit kepala, iritasi bahkan kematian. Batas maksimum konsentrasi untuk  $Cu^{2+}$  pembuangan ke air permukaan adalah 0,19 mg/l dan 1 (Nomanbhay, dkk, 1998).

Tu  
mempela  
Khitosan  
menjerap  
dibagi dal  
pembuata  
udang, d  
hingga  
dihasilka  
deasetila  
Red (F)  
penjerape  
ion Cu di

#### Adsorbs

permu  
spesies  
Adsorbs  
menarik  
adalah  
lain ga  
koordin  
Apabil  
hanya  
maka t  
der wa  
permu  
rendal

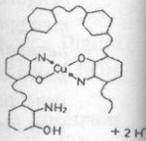
secar  
panas  
adany  
terpu  
1985  
prose  
suhu  
juml  
suhu  
Fak  
ads  
Lua  
kon  
cait  
sep  
der

M

ya  
K  
de  
kl

an yang berderajat  
an Kitin menjadi  
ga jika Kitin yang  
in yang berkualitas

ah peristiwa  
h suatu adsorbent.  
arena adsorbent  
ls pada molekul-  
- *Waals* tersebut  
cul dari zat yang  
ukaan adsorbent.  
ukaan adsorbent  
in der waals saja  
sis atau adsorpsi  
ang teradsorpsi  
ara lemah dan  
(Forster, 1983).  
oleh beberapa  
ukuran butiran  
tan pengadukan  
jumlah logam  
n alat *Atomic*  
AAS).



oleh chitosan

sal dari limbah  
elapisan logam,  
zat warna, dan  
ersebut dapat  
alaupun hanya  
m bersifat stabil  
sehingga lama-  
el-sel kanker  
membahayakan  
ni adalah dapat  
si, kelelahan,  
, sakit kepala,  
as maksimum  
angan ke air  
l (Nomambhay,

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh ukuran butiran Khitosan terhadap aktivasinya dalam menyerap ion logam berat  $\text{Cu}^{2+}$ . Percobaan dibagi dalam dua tahap. Tahap pertama adalah pembuatan Khitosan dari cangkang/ kulit udang, dengan konsentrasi NaOH dari 20 hingga 60% (%berat). Khitosan yang dihasilkan dari proses ini dianalisis derajat deasetilasinya dengan *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*. Tahap kedua adalah proses penjerapan Khitosan terhadap ion Cu. Analisis ion Cu dilakukan dengan *AAS*

#### Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu fenomena permukaan karena adanya akumulasi suatu spesies pada batas permukaan padat-fluida. Adsorpsi dapat terjadi karena adanya gaya tarik-menarik. Adsorpsi yang terjadi dalam hal ini adalah non-spesifik dan non-selektif. Penyebab lain gaya tarik-menarik karena adanya ikatan koordinasi hidrogen dan gaya van der waals. Apabila adsorbate dan permukaan adsorbent hanya terikat dengan gaya van der waals saja maka dinamakan adsorpsi fisis atau adsorpsi van der waals. Molekul yang teradsorpsi terikat pada permukaan secara lemah dan panas adsorpsinya rendah (Forster, 1983).

Jika adsorbate dan adsorbent bereaksi secara kimiawi maka disebut *chemistrption*. Nilai panas adsorpsi setara dengan reaksi kimia karena adanya ikatan kimia yang terbentuk maupun yang terputus selama proses adsorpsi (Castellan, 1985). Untuk membedakan kedua fenomena proses adsorpsi tersebut maka digunakan variabel suhu. Adsorpsi fisis ditandai dengan penurunan jumlah yang teradsorpsi dengan peningkatan suhu.

#### Faktor-faktor yang mempengaruhi operasi adsorpsi :

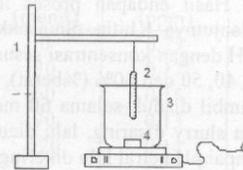
Luas permukaan adsorben/ ukuran pori, komposisi kimia., konsentrasi adsorbate pada fase cair, sifat fase cair seperti : pH, T, sifat fase gas, seperti : T, P, Waktu kontak antara adsorbate dengan adsorbent.

#### Metode Penelitian

Percobaan dibagi dalam dua tahap, yaitu Tahap pertama adalah pembuatan Khitosan dari kulit udang dimana pada proses deasetilasi suhu, waktu, dan perbandingan khitin dengan NaOH dibuat tetap sedangkan

konsentrasi NaOH divariasi. Khitosan yang dihasilkan pada setiap variabel dianalisis dengan alat *FTIR* untuk mengetahui derajat deasetilasinya. Tahap kedua adalah proses penjerapan Khitosan terhadap ion Cu. Analisis ion Cu dilakukan dengan *AAS*

Pada proses adsorpsi logam tembaga, variabel suhu, perbandingan adsorbent dengan limbah, pH, serta kecepatan pengadukan dibuat tetap sedangkan waktu adsorpsi dan ukuran butiran Khitosan divariasi. Setelah proses adsorpsi selesai selanjutnya limbah tembaga dianalisa kandungan logam krom-nya dengan *AAS*. Prosedur yang sama dilakukan kembali untuk ukuran partikel khitosan yang berbeda. Bahan baku yang digunakan adalah kulit udang, NaOH, HCl, NaOCl, aquadest, limbah krom. Alat yang digunakan antar lain serangkaian alat untuk proses pembuatan khitosan dan adsorpsi limbah, serangkaian alat analisis protein dengan metode Kjeldahl, dan alat untuk analisis hasil yaitu *FTIR* dan *AAS*.

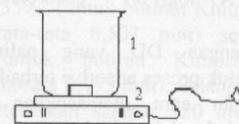


Gambar 3. Rangkaian alat adsorpsi limbah Tembaga

Keterangan :

1. Statif dan klem
2. Termometer
3. Beaker glass
4. Magnetic Stirrer dan pemanas

Gambar 2. Rangkaian alat deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi



Keterangan :

1. Beaker glass
2. Magnetic Stirrer

Gambar 3. Rangkaian alat adsorpsi limbah Tembaga

Kulit udang yang masih basah terlebih dahulu dikeringkan. Setelah kering kulit udang tersebut dihancurkan hingga menjadi serbuk kemudian serbuk diayak untuk menentukan variabel ukuran partikel. Proses berikutnya adalah deproteinasi. Proses ini dilakukan pada suhu 60-70°C, menggunakan larutan NaOH 1 M dengan perbandingan serbuk udang dengan NaOH = 1 : 10 (gr serbuk/ml NaOH) sambil diaduk selama 60 menit. Kemudian disaring dan endapan yang diperoleh dicuci dengan menggunakan aquadest sampai pH netral. Tahapan berikutnya adalah proses demineralisasi pada suhu 25-30°C dengan menggunakan larutan HCl 1 M, perbandingan sampel dengan larutan HCl = 1 : 10 (gr serbuk/ml HCl) sambil diaduk selama 120 menit, kemudian disaring dan endapan yang diperoleh dicuci dengan menggunakan aquadest sampai pH netral. Endapan hasil pencucian dibuat agar warna lebih putih dengan larutan 0,315% vol NaOCl selama 5 menit pada suhu kamar disertai pengadukan. Setelah itu disaring, diambil endapannya dan dikeringkan. Hasil endapan proses ini disebut Khitin. Selanjutnya Khitin dimasukkan dalam larutan NaOH dengan konsentrasi sesuai variabel yaitu 20, 30, 40, 50 dan 60% (%berat), pada suhu 90-100°C sambil diaduk selama 60 menit. Hasil yang berupa slurry disaring, lalu dicuci dengan aquadest sampai pH netral lalu dikeringkan. Hasil yang diperoleh disebut Khitosan. Khitosan yang diperoleh kemudian dianalisa dengan alat FTIR untuk mengetahui nilai Derajat Deasetilasinya (DD). Untuk menentukan DD digunakan metode garis oleh Moore dan Robert, seperti pada persamaan di bawah ini. Sampel dibuat pellet dalam bubuk KBr kemudian ditentukan spektrumnya. (Hanafi, dkk)

$$\text{Nilai DD} = 1 - \left[ \frac{A_{1588}}{A_{3410}} \times \frac{1}{1,33} \right] \times 100\%$$

Dimana nilai  $A = \log(P_0/P) = \text{absorbansi}$

Khitosan dengan DD yang paling besar digunakan untuk proses adsorpsi terhadap limbah khrom dengan cara memasukkan Khitosan kedalam limbah, lalu dilakukan pengadukan dengan waktu pengadukan : 30, 60, 90, 120 dan 150 menit. Setelah proses penjerapan selesai larutan disaring, filtratnya diambil untuk dianalisis kandungan logam krom dengan alat AAS.

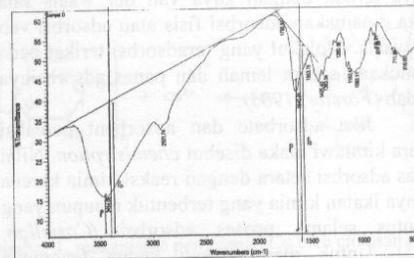
## Hasil dan Pembahasan

### 1. Penentuan Konsentrasi NaOH Pada Proses Deasetilasi

Untuk menentukan derajat deasetilasi paling besar dari berbagai konsentrasi NaOH hanya dilakukan satu kali percobaan pada ukuran butiran 0,193 mm (-65+80 mesh), selanjutnya Khitosan yang dihasilkan dari setiap variabel NaOH dianalisis derajat deasetilasinya dengan alat FTIR. Hasil selengkapnya dapat dilihat dari tabel I.

Tabel I. Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap Derajat Deasetilasi (DD) Khitosan untuk ukuran partikel lolos ayakan 38 mesh

No.	Konsentrasi NaOH pada Proses Deasetilasi	Derajat Deasetilasi
1.	20%	75,74 %
2.	30%	83,38 %
3.	40%	85,79 %
4.	50%	91,88 %
5.	60%	83,27 %



Gambar 4. Spektrum FTIR untuk khitosan dengan konsentrasi NaOH 50%

$$A_{1588} = \log \frac{P_0}{P} = \log \frac{9,15}{8,35} = 0,03973$$

$$A_{3410} = \log \frac{P_0}{P} = \log \frac{7,35}{3,15} = 0,36798$$

$$\begin{aligned} \text{DD} &= \left[ 1 - \left( \frac{A_{1588}}{A_{3410}} \times \frac{1}{1,33} \right) \right] \times 100\% \\ &= \left[ 1 - \left( \frac{0,03973}{0,36798} \times \frac{1}{1,33} \right) \right] \times 100\% = 91,88\% \end{aligned}$$

Dari data pada tabel I terlihat bahwa derajat deasetilasi tertinggi sebesar 91,88% diperoleh pada konsentrasi NaOH 50%. Proses deasetilasi merupakan proses pembentukan khitosan dari

khitin  
gugus  
Reaks

CH  
OH  
H

deraj  
ini t  
ment  
NaO  
menj  
tidak  
gug  
deas  
kons  
anta  
kent  
sem  
dan  
kata  
sem  
diat  
met

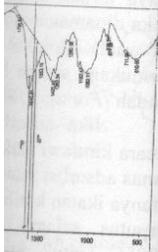
2. P  
K  
(  
Ha  
ter  
per  
Kh  
Ta

**NaOH Pada Proses**

derajat deasetilasi paling tinggi konsentrasi NaOH hanya 60% (pada ukuran butiran 80 mesh), selanjutnya dari setiap variabel derajat deasetilasinya dengan demikian dapat dilihat dari

derajat deasetilasi terhadap konsentrasi NaOH terhadap derajat deasetilasi (DD) Khitosan dari artikel lolos ayakan

Derajat Deasetilasi
75,74 %
83,38 %
85,79 %
91,88 %
83,27 %



derajat deasetilasi dengan konsentrasi NaOH 50%

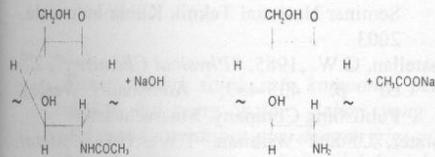
03973

06798

91,88%

derajat deasetilasi diperoleh dari proses deasetilasi khitosan dari

khitin menggunakan NaOH untuk mengganti gugus asetonida dengan gugus amino...  
Reaksi :



Semakin tinggi konsentrasi NaOH derajat deasetilasi semakin besar, namun korelasi ini tidak selalu signifikan. Pada konsentrasi NaOH 60% ternyata derajat deasetilasinya menurun. Hal ini disebabkan pada konsentrasi NaOH 60%, larutan menjadi sangat kental sehingga proses deasetilasi fase padat-cair ini menjadi tidak sempurna. Sebagian besar Khitin tidak bereaksi dengan larutan NaOH sehingga gugus amino yang terbentuk sedikit dan derajat deasetilasinya rendah. Berbeda dengan konsentrasi NaOH 50%, dimana perbandingan antara NaOH dan airnya seimbang, larutan tidak kental sehingga proses pengadukan berjalan sempurna. Maka proses deasetilasinya maksimal dan derajat deasetilasinya tinggi. Jadi, dengan kata lain, derajat deasetilasi meningkat dengan semakin besarnya konsentrasi NaOH, namun di atas konsentrasi 50%, derajat deasetilasi menurun.

**2. Pengaruh Waktu dan Ukuran Butiran Khitosan terhadap Adsorpsi Logam Khrom**  
(Konsentrasi = 1 g Khitosan/300 ml Limbah)

Hasil penelitian tentang pengaruh waktu adsorpsi terhadap penurunan kadar Cu<sup>(2+)</sup> dan prosentase penjerapannya untuk berbagai ukuran butiran Khitosan ditunjukkan pada tabel III, IV dan V

Tabel III. Pengaruh waktu adsorpsi terhadap penurunan kadar Cr<sup>(6+)</sup> dan prosentase penjerapan untuk butiran Khitosan dengan diameter rata-rata 0,711 mm (-20+28 mesh)

No.	Waktu Adsorpsi (menit)	Kadar Cu <sup>(2+)</sup> (ppm)	% Penjerapan
1.	0	0,77	0
2.	30	0,52	32,47
3.	60	0,47	38,96
4.	90	0,42	45,45
5.	120	0,45	41,56

Tabel IV. Pengaruh waktu adsorpsi terhadap penurunan kadar Cr<sup>(6+)</sup> dan prosentase penjerapan untuk butiran Khitosan dengan diameter rata-rata 0,503 mm (-28+35 mesh)

No.	Waktu Adsorpsi (menit)	Kadar Cu <sup>(2+)</sup> (ppm)	% Penjerapan
1.	0	0,77	0
2.	30	0,46	40,35
3.	60	0,42	45,45
4.	90	0,35	54,54
5.	120	0,40	48,05

Tabel V. Pengaruh waktu adsorpsi terhadap penurunan kadar Cr<sup>(6+)</sup> dan prosentase penjerapan untuk butiran Khitosan dengan diameter rata-rata 0,193 mm (-65+80 mesh)

No.	Waktu Adsorpsi (menit)	Kadar Cu <sup>(2+)</sup> (ppm)	% Penjerapan
1.	0	0,77	0
2.	30	0,17	77,92
3.	60	0,15	80,52
4.	90	0,13	83,12
5.	120	0,14	81,81

**Waktu adsorpsi**

Waktu adsorpsi memberikan korelasi positif terhadap penurunan kadar ion Cu. Dari ketiga tabel masing-masing tabel III, IV dan V terlihat prosentase penurunan kadar Cu secara drastis dicapai pada waktu adsorpsi 30 menit, yaitu masing-masing sebesar 32,47% (untuk butiran Khitosan dengan diameter rata-rata 0,711 mm), sebesar 40,35% (untuk butiran Khitosan dengan diameter rata-rata 0,503 mm) serta sebesar 77,92% (untuk butiran Khitosan dengan diameter rata-rata 0,193 mm). Selanjutnya proses adsorpsi diteruskan sampai 120 menit, namun pada interval waktu 60 sampai 120 menit hanya terjadi penurunan kadar Cu yang relatif kecil. Hal ini disebabkan hingga waktu adsorpsi 30 menit, Khitosan masih aktif sebagai adsorbent dan belum jenuh oleh Tembaga, setelah itu keaktifannya menurun.

### Ukuran butiran

Ukuran butiran Khitosan juga memberikan korelasi positif terhadap penurunan kadar Tembaga. Seperti terlihat pada ketiga tabel, masing-masing tabel III, IV dan V. Butiran khitosan dengan ukuran diameter rata-rata 0,193 mm mampu menurunkan kadar Tembaga hingga 77,92% dengan waktu adsorpsi 30 menit, sedangkan dengan waktu adsorpsi yang sama butiran Khitosan yang masing-masing berukuran 0,711 mm dan 0,503 mm hanya mampu menurunkan 32,27% dan 40,35%. Hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran butiran Khitosan mengakibatkan semakin besar luas permukaannya, sehingga kontak/ interaksi, keaktifan butiran khitosan semakin lebih sempurna dalam arti derajat penjerapannya terhadap ion  $\text{Cu}^{(2+)}$  semakin besar pula.

### Kesimpulan

1. Khitosan paling baik dengan derajat deasetilasi paling tinggi sebesar 91,88% diperoleh dengan proses deasetilasi menggunakan NaOH dengan konsentrasi 50%.
2. Ukuran butiran khitosan berpengaruh terhadap penjerapan/adsorpsi ion  $\text{Cu}^{(2+)}$ . Semakin kecil ukuran butiran khitosan akan semakin besar derajat penjerapannya. Ukuran butiran diameter rata-rata 0,193 mm (-65+80mesh) mampu menjerap ion  $\text{Cu}^{(2+)}$  sebesar 81,81%
3. Waktu yang paling efektif untuk proses adsorpsi ion  $\text{Cu}^{(2+)}$  dengan butiran Khitosan adalah 60 menit.

### Daftar Pustaka

- Bambang, S., 2003, "Kajian Pengembangan Teknologi Proses Produksi Kitin dan Kitosan secara Kimiawi", Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia, 2003
- Castellan, G.W., 1985, "Physical Chemistry", 2<sup>nd</sup> ed. p. 435-437, Addison Wesley Publishing Company, Massachusetts
- Forster, U. and Wittman, T.W., 1983, "Metal Pollution in The Aquatic Environment", p. 207-213, Spinger-Verlag, Berlin
- Hanafi, M., Syahrul A., Efrina D., dan B. Suwandi, "Pemanfaatan Kulit Udang untuk Pembuatan Kitosan dan Glukosamin", LIPI Kawasan PUSPITEK, Serpong
- Hargono dan M. Djaeni, "Pemanfaatan Kitosan dari Kulit Udang sebagai Pelarut Lemak", Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia, 2003.
- Muzzarelli, R.A.A., 1985, "Chitin in the Polysaccharides", vol. 3, p. 147, Aspinall (ed) Academic press Inc., Orlando, San Diego
- Nomanbhay, S. M. dan Kumaran Palanisamy, 1998 "Removal of Heavy Metal from Industrial Waste Water using Chitosan Coated Oil Palm Shell Charcoal", Chemistry Unit, Department of Engineering Science Collage of Engineering, University of Tenaga Nasional, Malaysia
- Purwanto dan Syamsul Huda, 2005, "Teknologi Industri Elektroplating", Badan Penerbit Universitas Diponegoro Semarang
- Suhardi, 1992, "Khitin dan Khitosan", Pusat Antar Universitas Pangan&Gizi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.