

KESETIMBANGAN ADSORPSI LOGAM BERAT (Pb) DENGAN ADSORBEN CHITIN SECARA BATCH

Mujtahid Kaavessina

Jurusan Teknik Kimia, FT UNS

Abstract: *The negative effect of industries growth is waste of industries that generates contamination to environment. One kind of waste of industries is lead metal (Pb) in waste water above the concentration's limit. The government has settled it 0,3 mg/L of Pb/ Liter of solution. The effect of lead metal in human body was kidney damage and nervous system damage. Adsorption is one of the treatments of waste water that is simple and economic. The objective of this experiment was to study the mechanism of lead metal adsorption in batch system with chitin as adsorbent using isotherm equilibrium models. Chitin was got from shrimp skin with reducing protein and mineral. In this experiment 5 gram of chitin were mixed with 200 ml lead solutions. After the equilibrium was attained, lead concentration was analyzed using AAS. The variable, observed in this experiment, were lead concentrations and diameters of adsorbent. The results showed that chemisorption was the mechanism of adsorption.*

Keyword: Chitin, adsorption, isotherm equilibrium model

PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri tidak disangkal lagi meningkatkan kesejahteraan nasional. Seiring dengan meningkatnya jumlah industri, meningkat pula jumlah limbah yang dihasilkan. Limbah cair dengan kandungan logam berat diklasifikasikan sebagai limbah beracun dan berbahaya, oleh karena itu tidak dapat dibuang langsung tanpa pengolahan, agar tidak melampaui baku mutu air. Proses-proses utama yang digunakan dalam pengolahan limbah antara lain pengendapan, adsorpsi pada padatan, pertukaran ion dan pemisahan dengan buih. Proses pertukaran ion dan adsorpsi merupakan proses penjerapan, yang memungkinkan pemindahan satu atau lebih spesies ion dari fase cair ke fase padat.

Penentuan besarnya ion logam yang terjerap (*uptake*) dapat diketahui dari data kesetimbangan. Data ini dapat menunjukkan kemampuan maksimum bahan dalam penjerapan ion logam. Banyak bahan yang digunakan sebagai penjerap ion. Supaya dapat digunakan secara komersial, penjerap harus mempunyai karakter antara lain efisiensi penjerapan yang tinggi, berumur panjang serta mempunyai selektivitas yang tinggi.

Chitin merupakan polimer golongan polisakarida yang tersusun atas monomer β -(1-4)-2-asetamida-2-deoksi-D-glukosa. *Chitin* ini potensial digunakan sebagai penjerap ion logam berat dalam pengolahan limbah. *Chitin* dapat diperoleh dari cangkang limbah udang, yang harganya relatif murah, dengan cara deproteinisasi dan demineralisasi. Limbah udang ini belum banyak dimanfaatkan dan hanya sebatas sebagai bahan pembuatan trasi ataupun pakan ikan, yang belum sebanding dengan jumlah limbah udang yang dihasilkan.

DASAR TEORI

Peristiwa adsorpsi merupakan suatu fenomena permukaan dimana terjadi akumulasi suatu spesies pada batas muka padatan-fluida. Adsorpsi dapat terjadi karena gaya tarik menarik secara elektrostatis saja. Penyebab lain adalah gaya tarik menarik yang diperbesar dengan ikatan koordinasi hidrogen atau ikatan *van der Waals*. Jika *adsorbat* dan permukaan *adsorben* berikatan hanya dengan gaya *van der Waals*, maka yang dibicarakan adalah adsorpsi fisis atau *van der Waals*. Molekul yang teradsorpsi terikat secara

lemah dipermukaan dan panas adsorpsinya rendah (Treyball,1981).

Jika molekul yang teradsorpsi bereaksi secara kimiawi dengan permukaan, maka fenomena yang terjadi disebut *Chemisorption*. Karena adanya ikatan kimia yang terputus dan terbentuk selama proses, maka panas adsorpsinya mempunyai nilai yang hampir sama dengan panas reaksi kimia (Treyball,1981).

Pengaruh suhu sering digunakan dalam membedakan antara kedua fenomena tersebut. Pada suhu kamar (25 °C) adsorpsi biasanya berlangsung lebih disebabkan oleh gaya intermolekuler daripada oleh pembentukan ikatan kimia baru, atau disebut adsorpsi fisik. Pada temperatur tinggi (sekitar 200-400 °C) dapat memungkinkan energi aktivasi terbentuk atau adanya ikatan kimia yang pecah, sehingga terjadi reaksi kimia dan fenomena ini disebut *chemisorption*. Meskipun perbedaan ini secara konseptual sangat berguna namun banyak kasus merupakan gabungan keduanya dan sulit dikelompokkan kedalam salah satu jenis (Barrow,1979).

Physorption dapat dibedakan dari *chemisorption* dengan kriteria :

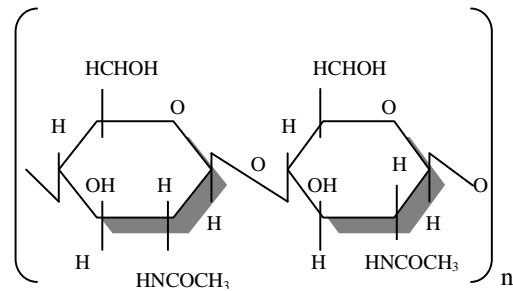
1. Interaksi *physorption* bersifat reversibel yang memungkinkan terjadinya desorpsi pada temperatur yang sama, meskipun proses tersebut mungkin lambat karena adanya efek difusi.
2. *Physorption* tidak membutuhkan tempat spesifik molekul yang teradsorpsi bebas menutupi keseluruhan permukaan. Ini memungkinkan perhitungan luas permukaan adsorben padat. Sebaliknya *chemisorption* membutuhkan tempat yang spesifik.
3. Panas *physorption* lebih rendah daripada *chemisorption*, namun panas adsorpsi bukanlah kriteria yang memadai. Panas *physorption* lebih rendah dari 40 KJ/mol, sedangkan panas *chemisorption* lebih besar dari 80 KJ/mol.
4. *Physorption* terjadi paling banyak pada suhu dibawah titik didih *adsorbat* (larutan), sedangkan *chemisorption*

dapat terjadi pada temperatur yang tinggi.

5. Pada *physorption* tidak terdapat energi aktivasi, tetapi energi aktivasi mempengaruhi proses *chemisorption* (Barrow, 1979).

Timbal terdapat di air dalam bentuk oksida II. Timbal digunakan secara luas di industri dan pertambangan, pada pekerjaan pemipaan, batu bara dan bensin. Timbal dari bensin bertimbal merupakan sumber utama timbal di atmosfer dan muka bumi dan kebanyakan memasuki sistem perairan alam (Manahan,1990).

Chitin secara kimiawi adalah suatu polimer golongan polisakarida yang tersusun atas monomer β -(1-4)-2-asetamida-2-deoksi-D-glukosa, yang dapat dipertimbangkan sebagai suatu senyawa turunan selulosa, dengan gugus hidroksil pada atom C-2 digantikan oleh gugus asetamida. Monomer dari chitin ini adalah disakarida dari *N*-asetil-D-glukosamin yang disebut *kitobiosa*. Rumus bangun dari kitobiosa dan monosakaridanya yang berupa *N*-asetil-D-glukosamin adalah (Suhardi,1992).



Gambar 1. Kitobiosa

Uji keberadaan *chitin* dapat dilakukan dengan cara penambahan kalium iodida (KI) 1N yang dapat mengubah warna *chitin* menjadi coklat, kemudian dengan penambahan asam sulfat (H₂SO₄) 1N warna tersebut menjadi merah ungu. (Purnomo, 1993)

Suatu keadaan setimbang terjadi antara jumlah ion yang terakumulasi dipermukaan penjerap dengan konsentrasi

larutan. Untuk menjelaskan kesetimbangan penjerapan secara kuantitatif, persamaan kimia fisis yang telah dikenal dapat digunakan. Adsorpsi suatu adsorbat pada keadaan setimbang dan isothermal sering dinyatakan dengan persamaan empiris Freundlich dan Langmuir, serta BET, sebagai berikut:

1. Persamaan Freundlich

Asumsi yang digunakan :

- Tidak ada asosiasi dan disosiasi molekul-molekul adsorbat setelah teradsorpsi pada permukaan padatan.
- Hanya berlangsung mekanisme adsorpsi secara fisis tanpa adanya *Chemisorption*.
- Permukaan padat bersifat heterogen.

Bentuk persamaan Freundlich adalah sebagai berikut

$$Q_e = q C_e^{1/b} \dots\dots\dots(1)$$

dengan,

- Q_e : Jumlah *adsorbat* yang terjerap tiap satuan berat *adsorben*, mg/g
- C_e : Konsentrasi setimbang *adsorbat* dalam fase larutan, mg/L
- q, b : Konstanta empiris, tergantung pada sifat padatan, *adsorben* dan suhu.

Cara regresi linier untuk menentukan tetapan pada persamaan tersebut, yaitu :

$$\ln Q_e = 1/b \ln C_e + \ln q \dots\dots\dots(2)$$

$$Y = A X + B$$

$$Y = \ln Q_e ; X = \ln C_e$$

$$B = \ln q ; A = 1/b \quad (\text{Noll, 1992})$$

2. Persamaan Langmuir

Asumsi yang digunakan :

- Molekul yang teradsorpsi membentuk suatu lapisan tunggal.
- Mekanisme *Chemisorption* lebih berperan.
- Tidak ada interaksi samping di antara molekul-molekul *adsorbat*.
- Permukaan padatan bersifat homogen, afinitas masing-masing lokasi untuk molekul *adsorbat* sama.
- Adsorbat* teradsorpsi pada lokasi yang tertentu sehingga tidak dapat bergerak pada permukaan padatan dan bersifat *irreversible*.

Bentuk persamaan Langmuir adalah:

$$Q_e = \frac{qbC_e}{1 + bC_e} \dots\dots\dots(3)$$

dengan,

- Q_e : Jumlah *adsorbat* terjerap tiap satuan berat *adsorben*, mg/g
- C_e : Konsentrasi setimbang *adsorbat* dalam fase larutan, mg/L
- q : Konstanta yang tergantung suhu, menyatakan permukaan adsorpsi yang telah tertentu.
- b : Konstanta kesetimbangan yang tergantung pada suhu.

Cara regresi linear untuk menentukan tetapan pada persamaan tersebut, yaitu :

$$1/Q_e = (1/q b) (1/C_e) + 1/q \dots\dots(4)$$

$$Y = A X + B$$

$$Y = 1/Q_e ; X = 1/C_e$$

$$A = 1/qb ; B = 1/q \quad (\text{Noll, 1992})$$

3. Persamaan BET

Brauner, Emmet, dan Teller pada tahun 1938 mengembangkan Langmuir untuk pendekatan adsorpsi berlapis-lapis (*multilayer adsorption*). Persamaan mereka disebut persamaan BET. Asumsi dasar yang digunakan adalah tiap-tiap molekul yang terjerap pada lapisan pertama merupakan tempat untuk terjadinya adsorpsi lapisan kedua dan seterusnya. Bentuk persamaan BET adalah sebagai berikut :

$$Q_e = \frac{qbC_e}{(C_e - C_s)(1 + (b - 1)C_e / C_s)} \quad (5)$$

dengan,

- Q_e : Jumlah *adsorbat* terjerap tiap satuan berat *adsorben*, mg/g
- C_e : Konsentrasi setimbang *adsorbat* dalam fase larutan, mg/L
- C_s : Kelarutan timbal nitrat didalam air pada 30°C
: 56,5 mg/L (Perry, 1984)
- q : Kapasitas adsorpsi lapisan tunggal.
- b : Konstanta yang berkaitan dengan panas adsorpsi lapisan tunggal.

Cara regresi linear untuk menentukan tetapan pada persamaan tersebut, yaitu :

$$\frac{Ce/Cs}{Qe(-1+Ce/Cs)} = \frac{(b-1)}{qb} \frac{Ce}{Cs} + \frac{1}{qb} \quad (6)$$

$$Y = AX + B$$

$$Y = \frac{Ce/Cs}{Qe(1-Ce/Cs)} ; X = \frac{Ce}{Cs}$$

$$A = \frac{(b-1)}{qb} ; B = \frac{1}{qb} \quad (\text{Noll, 1992})$$

Jumlah ion logam berat yang terjerap oleh *chitin* dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$Q_e = (C_o - C_e) \cdot V / m \quad (8)$$

dengan ,

C_o : Konsentrasi ion logam berat awal dalam larutan , mg/L

C_e : Konsentrasi ion logam berat akhir dalam larutan, mg/L

V : Volume larutan , L

m : Berat *Chitin*, g

METODE PENELITIAN

Bahan Baku

1. *Chitin* diperoleh dengan proses deproteinisasi dan demineralisasi limbah udang yang berupa cangkang.
2. Larutan $PbNO_3$, HCl, KI, NaOH, HNO_3 dan H_2SO_4 diperoleh di Laboratorium Kimia Pusat UNS

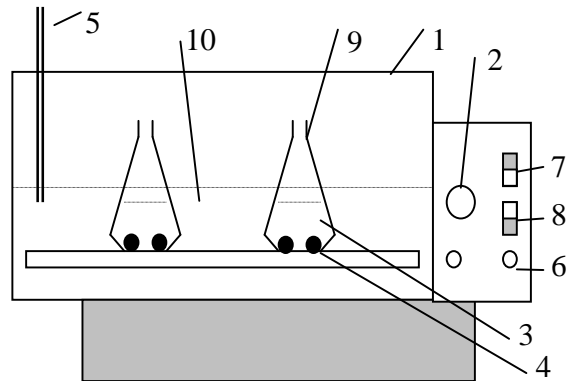
Alat

Alat untuk percobaan secara *batch* terdiri atas *erlenmeyer* 250 mL yang digunakan sebagai tempat kontak larutan dengan *chitin*, yang diletakkan didalam *shaker bath*. Rangkaian peralatan dapat dilihat pada gambar 2.

Jalan Penelitian

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah pembuatan *chitin* dari limbah udang. Limbah udang yang berupa cangkang udang dibersihkan dengan air dan dikeringkan dibawah sinar matahari selama 9 jam atau dalam oven pada suhu $80^\circ C$ selama 5 jam. Kemudian dilakukan proses deproteinisasi limbah udang

sebanyak 125 gram ke dalam 500 mL larutan NaOH 1 N selama waktu proses 4 jam. Proses deproteinisasi ini mampu menurunkan kadar protein dalam limbah dari sekitar 38% menjadi 15% (Suhardi,1992).



Keterangan:

- | | |
|-----------------|------------------------|
| 1. Shaker Bath | 6. Pengatur Penggoyang |
| 2. Kontrol suhu | 7. Power on/off |
| 3. Larutan Pb | 8. Shaking on/off |
| 4. Chitin | 9. Erlenmeyer 250 mL |
| 5. Termometer | 10. Akuades / air |

Gambar 2. Rangkaian peralatan untuk percobaan

Chitin kasar hasil deproteinisasi cangkang udang dicuci dengan air dan dikeringkan dibawah sinar matahari selama 9 jam atau dalam oven pada suhu $80^\circ C$ selama 5 jam. Kemudian sebanyak 125 gram *chitin* kasar dilakukan proses demineralisasi ke dalam 500 mL larutan HCl 1 N selama waktu proses 4 jam. Proses ini mampu menurunkan kadar abu dalam *chitin* dari 54 % menjadi 1% (Suhardi,1992).

Chitin yang telah diperoleh dilakukan penggilingan dengan menggunakan *blender* dan pengayakan menggunakan *screening* untuk memperoleh variasi ukuran yang tertentu. Selanjutnya dilakukan uji keberadaan *chitin* dengan pengamatan pada penambahan kalium iodida (KI) dan asam sulfat (H_2SO_4).

Setelah *chitin* diperoleh dari limbah udang, kemudian melakukan pembuatan larutan $Pb(NO_3)_2$ (sampel) dan penjerapan

Pb menggunakan *chitin* tersebut. Larutan $Pb(NO_3)_2$ sebanyak 200 mL dengan konsentrasi tertentu ditempatkan dalam *erlenmeyer* 250 mL. Beberapa tetes larutan *asam nitrat* 0.1 N ditambahkan kedalam larutan untuk membuat pH larutan sekitar 5,5. Kemudian 5 gram *chitin* dengan diameter tertentu dimasukkan ke dalam larutan tersebut. *Erlenmeyer* ditempatkan didalam *shaker bath* pada suhu 30°C selama waktu 3 jam (diperoleh dari percobaan pendahuluan mencari waktu setimbang) dan dilakukan penggoyangan dengan kecepatan 200 goyangan per menit.

Proses selanjutnya melakukan penyaringan dengan kertas saring untuk memisahkan fase padat-cair, kemudian sejumlah 20 ml fasa cair diambil untuk dianalisis kandungan logam beratnya dengan menggunakan *Atomic Absorption spectrophotometer* (AAS). Teknik pengukuran yang digunakan pada analisis sampel dengan AAS adalah metode kurva kalibrasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Keberadaan *chitin*

Sebelum dilakukan percobaan mengenai waktu kesetimbangan, pengaruh diameter dan konsentrasi ion logam, terlebih dahulu dilakukan pengujian keberadaan *chitin*. *Chitin* sebanyak 5 gram yang diperoleh dari proses deproteinisasi dan demineralisasi cangkang udang ditambahkan 10 mL KI 1N, proses ini menghasilkan perubahan warna *chitin* dari putih kekuningan menjadi coklat. Kemudian ditambahkan 10 mL H_2SO_4 1N yang mengubah warna coklat menjadi merah keunguan. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa proses deproteinisasi dan demineralisasi cangkang udang menghasilkan *chitin* (Purnomo, 1993).

Penentuan Waktu Kesetimbangan

Data percobaan dan perhitungan pada penentuan waktu setimbang ditunjukkan pada tabel I.

Tabel I. Data Konsentrasi Pb dalam cairan pada berbagai waktu

(T = 30°C, Diameter= -60+70 mesh, Ratio = 5 gr *chitin*/200 ml larutan, *shaker bath* = 200 goyangan/menit, pH= 5,43)

No.	Jam	Kons. Awal,ppm	Kons. Akhir,ppm
1	1	10.8751	4.0445
2	2	10.8751	1.3836
3	3	10.8751	1.3836
4	4	10.8751	1.3836

Dari data penelitian ditetapkan waktu setimbang adsorpsi timbal menggunakan *chitin* selama 3 jam, dengan dasar tidak ada perbedaan konsentrasi akhir pada selang waktu 2 jam seterusnya (setimbang). Waktu yang diperoleh ini selanjutnya digunakan dalam penelitian adsorpsi timbal menggunakan *chitin*.

Pengaruh Diameter *Chitin*

Pengaruh diameter *chitin* sebagai adsorben yang teramati pada penelitian proses adsorpsi Pb dengannya dapat dilihat pada tabel II dan III, serta gambar 3, 4, dan 5.

Tabel II menunjukkan pada konsentrasi awal yang sama dan diameter *chitin* yang semakin kecil (ukuran *chitin* dalam mesh semakin bertambah), maka bertambah pula jumlah Pb^{2+} yang terjerap persatuan berat *chitin*. Data hasil penelitian ini sesuai dengan teori, bahwa semakin kecil diameter *chitin* berarti semakin bertambah luas permukaan total pertikel *chitin* per satuan berat dan ini menunjukkan semakin meningkat pula jumlah tempat berlangsungnya proses adsorpsi. Dengan demikian dapat diambil kesimpulan bahwa pada proses penyerapan timbal menggunakan *chitin* dipengaruhi diameter *chitin*.

Data-data penelitian dievaluasi berdasarkan persamaan yang umum dan hasilnya disajikan pada tabel III. Dari tabel III terlihat bahwa secara umum persamaan yang paling baik digunakan untuk mewakili

data-data percobaan ini adalah persamaan Langmuir dan BET yang memberikan kesalahan relatif yang kecil. Berdasarkan pendekatan itu dapat disimpulkan bahwa penyerapan menggunakan *chitin* yang paling dominan adalah penyerapan secara kimia (*chemisorption*).

Kesimpulan ini didukung dengan teori yang menyatakan bahwa gugus *asam karboksilat* dan *amin* pada protein dapat berikatan dengan logam berat yang mempunyai afinitas yang tinggi semisal timbal (Manahan,1990).

Panas reaksi yang terjadi pada *chemisorption* diabaikan karena jumlah mol yang bereaksi sangat kecil. Hal ini didukung dengan suhu pada larutan sampel selama penyerapan relatif tetap. Dan juga hasil perhitungan kenaikan suhu larutan akibat panas reaksi menunjukkan kenaikan sebesar 3-4°C, sedangkan *shaker bath* mempunyai batas toleransi sebesar 4°C dalam menjaga kestabilan suhu. Sehingga kenaikan suhu larutan tidak dapat disimpulkan berasal dari panas reaksi atau pemanasan *shaker bath*.

Tabel III. Persamaan Isotherm pada Pengaruh Diameter *Chitin*

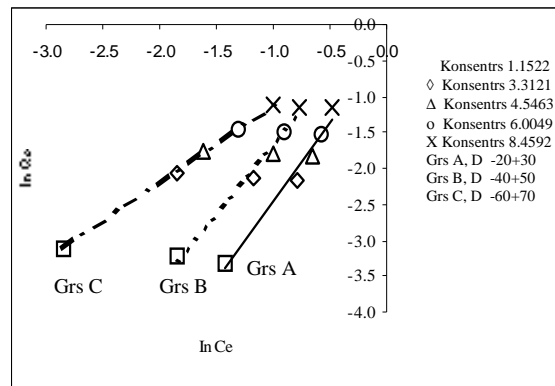
(T = 30°C, t = 3 jam, pH = 5.5, Rasio = 5 gr chitin/ 200 mL larutan, Kecepatan *shaker bath* = 200 goyangan/menit)

Persamaan	Diameter	Tetapan		Relat Qe, %
		q	b	
Freundlich	-20+30	0.7396	0.4629	10.5677
	-40+50	1.1606	0.5409	7.6579
	-60+70	0.9725	0.9175	1.6517
Langmuir	-20+30	-0.0816	-1.2850	1.5387
	-40+50	-0.1213	-1.5821	1.7804
	-60+70	-1.1493	-0.6310	2.3145
BET	-20+30	0.0830	-71.3007	1.4489
	-40+50	0.1253	-87.2511	1.6315
	-60+70	1.7338	-24.4383	2.3145

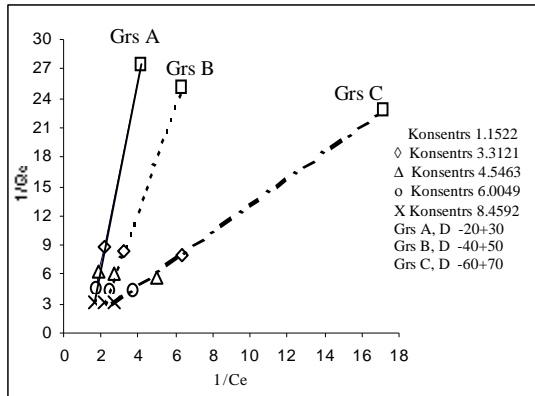
Tabel II. Pengaruh Diameter *Chitin*

(T = 30°C, t = 3 jam, pH = 5.5, Rasio = 5 gr *chitin*/ 200 mL larutan, Kecepatan *shaker bath* = 200 goyangan/menit)

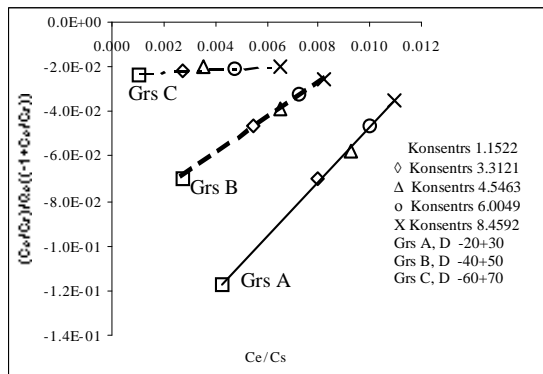
Mesh	Hasil	Ce dan Qe pada Konsentrasi Awal, mg/L				
		1.1522	3.3121	4.5463	6.0049	8.4592
-20+30	Ce, mg/L	0.2406	0.4510	0.5211	0.5632	0.6193
	Qe, mg/g	0.0365	0.1144	0.1610	0.2177	0.3136
-40+50	Ce, mg/L	0.1564	0.3107	0.3668	0.4089	0.4650
	Qe, mg/g	0.0398	0.1201	0.1672	0.2238	0.3198
-60+70	Ce, mg/L	0.0583	0.1564	0.1985	0.2686	0.3668
	Qe, mg/g	0.0438	0.1262	0.1739	0.2294	0.3237



Gambar 3. Hubungan antara ln Qe dan ln Ce pada Pengaruh diameter adsorben menggunakan Persamaan freundlich



Gambar 4. Hubungan antara $1/Q_e$ dan $1/C_e$ pada pengaruh diameter adsorben menggunakan persamaan Langmuir



Gambar 5. Hubungan antara $(C_e/C_s)/(Q_e(1-C_e/C_s))$ dan C_e/C_s pada pengaruh diameter adsorben menggunakan persamaan BET

Pengaruh Konsentrasi Larutan

Pengaruh konsentrasi larutan sebagai adsorbat dalam proses adsorpsi Pb menggunakan *chitin* sebagai adsorben dapat dilihat pada tabel IV dan V, serta gambar 6, 7, dan 8.

Tabel IV. Pengaruh Konsentrasi Larutan ($T = 30^{\circ}C$, $t = 3$ jam, $pH = 5.5$, Rasio 5 gr *chitin* /200 mL larutan, Kecepatan shaker bath = 200 goyangan/menit)

Konsentrasi	Hasil	Ce dan Qe pada Diameter, mesh				
		-20+30	-30+40	-40+50	-50+60	-60+70
3.3121	Ce, mg/L	0.4510	0.3668	0.3107	0.2125	0.1564
	Qe, mg/g	0.1144	0.1178	0.1201	0.1240	0.1226
5.6963	Ce, mg/L	0.6052	0.5632	0.5071	0.4229	0.3808
	Qe, mg/g	0.2036	0.2053	0.2076	0.2109	0.2126
8.4592	Ce, mg/L	0.6193	0.5772	0.4650	0.4510	0.3668
	Qe, mg/g	0.3136	0.3153	0.3198	0.3203	0.3237

Tabel IV menunjukkan pada diameter yang sama dan konsentrasi timbal semakin besar, maka timbal yang terjerap semakin banyak. Hal ini disebabkan semakin besarnya faktor tumbukan yang terjadi antara ion Pb dan permukaan aktif adsorben, sehingga memungkinkan berlangsungnya proses penjerapan dalam jumlah yang lebih banyak. Berdasarkan data hasil perhitungan diperoleh kesimpulan bahwa proses penjerapan dipengaruhi oleh konsentrasi adsorbat.

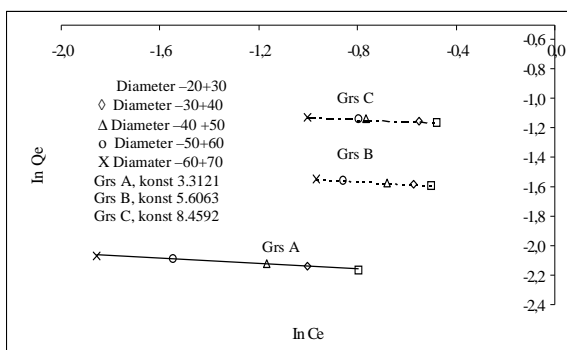
Tabel IV menunjukkan jumlah timbal (Pb) yang teradsorpsi tiap satuan berat *chitin* adalah menunjukkan kenaikan sedikit dari setiap konsentrasi pada diameter yang berbeda. Adanya kenaikan sedikit ini disebabkan luas permukaan yang efektif berperan dalam proses adsorpsi tidak hanya pada permukaan luarnya. Dengan asumsi yang diambil dari persamaan langmuir bahwa luas permukaan bersifat homogen, maka luas permukaan efektif dari *chitin* hampir sama juga. Sesuai dengan teori bahwa *chemisorption* membutuhkan tempat yang spesifik (luas permukaan efektif), maka adanya kenaikan yang sedikit dalam adsorpsi pada variasi konsentrasi ini dapat diterima.

Bentuk persamaan isotherm adsorpsi yang sesuai tercantum pada tabel V. Secara umum ternyata persamaan Langmuir dan BET dapat mewakili dengan baik data-data percobaan yang ada, sehingga memberikan kesalahan relatif yang kecil. Sama seperti pada variasi diameter, maka pada adsorpsi ini proses *chemisorption* paling berperan.

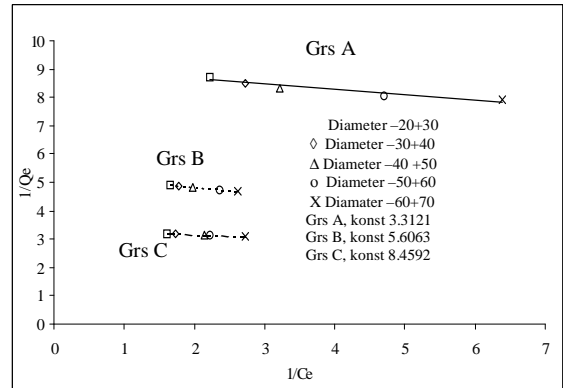
Tabel V. Persamaan Isotherm Pada Pengaruh Konsentrasi Larutan

(T=30°C,3 jam, pH = 5.5, Rasio 5 gr chitin/ 200 mL larutan, Kecepatan *shaker bath* = 200 goyangan/menit)

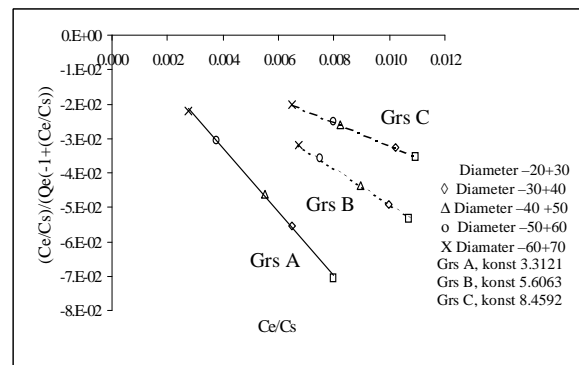
Persamaan	Konsentrasi, ppm	Tetapan persamaan isotherm		Ralat Qe, %
		q	b	
Freundlich	3.3121	0.1072	-10.9952	2.8154
	5.6963	0.1946	-10.7740	2.2532
	8.4592	0.3049	-16.4268	4.8763
Langmuir	3.3121	0.1109	-49.3082	1.0016
	5.6963	0.1906	-24.9215	0.1921
	8.4592	0.3006	-37.0927	0.1704
BET	3.3121	-0.1081	-2211.9810	1.2134
	5.6963	-0.1871	-1260.5108	0.2109
	8.4592	-0.2947	-1760.9888	0.2049



Gambar 6. Hubungan antara $\ln Q_e$ dan $\ln C_e$ pada pengaruh konsentrasi adsorbat menggunakan persamaan Freundlich



Gambar 7. Hubungan antara $1/Q_e$ dan $1/C_e$ pada pengaruh konsentrasi adsorbat menggunakan persamaan Langmuir



Gambar 8. Hubungan antara $(C_e/C_s)/(Q_e(1-C_e/C_s))$ dan C_e/C_s pada pengaruh konsentrasi adsorbat menggunakan persamaan BET

Berdasarkan dua variabel yang dipelajari menunjukkan proses penjerapan timbal dengan menggunakan *chitin* didominasi *chemisorption*. Namun tidak dapat ditentukan bentuk penjerapan lapisan tunggal ataupun multilayer karena persamaan Langmuir dan BET memberikan kesalahan relatif yang hampir sama.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan :

1. Proses adsorpsi ion logam timbal (Pb) dari dalam larutan dapat dilakukan dengan menggunakan *chitin* yang digunakan sebagai *adsorben*.
2. Semakin kecil diameter *chitin* sebagai *adsorben*, maka ion Pb yang teradsorpsi ke dalam *chitin* semakin banyak.
3. Semakin besar konsentrasi ion logam berat yang terlarut, maka ion logam berat yang terjerap semakin banyak.
4. Persamaan langmuir dan BET dapat mewakili data-data percobaan dengan memberikan kesalahan relatif yang kecil.
5. Proses adsorpsi timbal (Pb) dengan *chitin* bersifat *irreversible*.
6. Hasil penelitian ini berlaku pada interval diameter -20+30 mesh sampai dengan -60+70 mesh dan konsentrasi ion logam timbal 1.1522 mg/L sampai 8.4592 mg/L.

Saran

1. Adanya penelitian tentang kadar chitin yang diperoleh dari cangkang udang bila menggunakan kondisi yang berbeda dalam proses deproteinisasi dan demineralisasi.
2. Adanya pengembangan penelitian tentang adsorpsi menggunakan chitin dalam sistem solut multi komponen, sehingga diketahui selektivitas adsorpsi menggunakan chitin.
3. Adanya pengembangan metode penelitian yaitu pada proses penjerapan secara kontinu menggunakan chitin,

sehingga dapat dipertimbangkan dalam penggunaan secara komersial.

4. Adanya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui proses pembentukan lapisan molekul yang teradsorpsi, yaitu membentuk *monolayer* atau *multilayer*.

DAFTAR PUSTAKA

- Barrow, G.M., 1979, " Physical Chemistry ", 4 ed, pp. 738-746, Mc Graw-Hill International Book Company, Tokyo
- Manahan, S.E., 1990, " Environmental Chemistry ", 4 ed., pp. 17-18, 149, Lewis Publisher, Michigan
- Noll, K.E., Gournaris, V., and Hou, W.S., 1992, " Adsorption Technology for Air and Water Pollution Control ", pp.1-8, Lewish Publisher Inc., Michigan
- Perry, R.H and Green, D., 1997, " Perry's Chemical Engineer's Handbook ", 6ed., p. 3-98, McGraw-Hill Book Company, Inc., Singapura
- Purnomo, S., " Limbah Udang Potensial untuk Industri ", Artikel Teknologi Tepat Guna Surat Kabar Harian Jawa Pos, 22 April 1993, Surabaya
- Suhardi, U., Santoso dan Sudarmanto, 1992, " Limbah Pengolahan Udang untuk Produksi Chitin ", Laporan Penelitian, BAPPINDO-FTP UGM, Yogyakarta
- Treyball, R.E. 1981, " Mass Transfer Operations " , International Student Edition, pp. 565-567, 641, McGraw-Hill Book Company, Inc., Singapura