

MODEL PERSAMAAN ISOTERM ADSORPSI ION Pb^{2+} DENGAN MENGUNAKAN KULIT KACANG TANAH, SEKAM PADI DAN SERBUK GERGAJI

Andi Arif Setiawan
e-mail: andiarifs@yahoo.co.id

Dosen Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas PGRI Palembang

ABSTRACT

The pollutant Pb^{2+} ions can be bad for human health such as metabolic tract damage, blood hypertension, hyperactivity, reduce children's intelligence and brain damage. One way to tackle pollution by using the form bioadsorben peanut shell, rice husk and sawdust. This study aims to determine the adsorption isotherms equation model of the material boadsorben. The results showed that the three biadsorben follows the Freundlich isotherm equation model with a correlation coefficient (R^2) respectively to peanut shell $y = -11.05x + 33.57$ with $R^2 = 0.968$, rice husk $y = -6.502x + 20.13$ with $R^2 = 0.957$ dan sawdust $y = -7.354x + 22.63$ with $R^2 = 0.957$

Key words : Pb^{2+} , health, model, isotherm, bioadsorben

ABSTRAK

Pencemar ion Pb^{2+} dapat berakibat buruk bagi kesehatan manusia berupa kerusakan saluran metabolik, hipertensi darah, hiperaktif, mengurangi kecerdasan anak dan kerusakan otak. Salah satu cara untuk mengatasi pencemaran tersebut dengan menggunakan bioadsorben berupa kulit kacang tanah, sekam padi dan serbuk gergaji. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model persamaan isoterm adsorpsi dari bahan boadsorben tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga biadsorben tersebut mengikuti model persamaan isotherm Freundlich dengan nilai koefisien korelasi (R^2) masing-masing $y = -11.05x + 33.57$ dengan $R^2 = 0.968$, rice husk $y = -6.502x + 20.13$ dengan $R^2 = 0.957$ dan sawdust $y = -7.354x + 22.63$ dengan $R^2 = 0.957$

Kata kunci : Pb^{2+} , kesehatan, model, isotherm, bioadsorben,

PENDAHULUAN

Kemajuan bidang industri yang memanfaatkan sumberdaya alam untuk diolah menjadi bahan jadi, disatu sisi berdampak positif bagi perekonomian disisi lain berdampak negatif berupa pencemaran, diantaranya berupa pencemaran logam

berat. Di dunia modern ini pencemaran logam berat di lingkungan perairan merupakan permasalahan utamanya yang berdampak pada ancaman kesehatan) (Goyal *et. al.*, 2008.

Logam berat tersebut dapat berasal dari limbah industri pengolahan logam, pewarna, industri gelas, bahan baker, industri kulit, pemerosesan

bahan kimia, penambahan dan pembuatan baterai. (Igwe, Nwokennaya dan Nabia, 2005.). Salah satu bahan pencemar logam berat tersebut tersebut yaitu berupa logam timbal atau Plumbum (pb), logam berat tersebut sangat toksit (Manahan, 2002) dan sulit terurai yang dapat masuk kedalam mata rantai makanan (Alluri *et. al.*, 2007).

Penyerapan unsur Pb yang melebihi nilai ambang batas oleh tubuh manusia akan mengikat secara kuat sejumlah molekul asam amino, hemoglobin, enzim, RNA, dan DNA. Hal ini akan mengarah kepada kerusakan saluran metabolik, hipertensi darah, hiperaktif, mengurangi kecerdasan anak dan kerusakan otak (Qaiser, Saleemi, Ahmad, 2007).

Usaha-usaha yang dilakukan untuk mengurangi kadar pencemar pada perairan biasanya dilakukan melalui kombinasi proses biologi, fisika dan kimia. Beberapa bahan lain yang telah digunakan sebagai penyerap adalah karbon aktif, lempung, dan batubara. Namun, bahan tersebut relatif sulit diperoleh dan karbon aktif mempunyai harga yang cukup mahal. Oleh karena itu, penelusuran terhadap material baru yang lebih murah, mudah didapat serta mempunyai daya adsorpsi (Devaprasath, Solomon, Thomas, 2007; Khoramabadi, Jafari, Jamshidi, 2008 dan Sukarta, 2008). Nabizadeh, Naddafi and Saeedi (2006) menyatakan bioadsorpsi merupakan suatu cara untuk mengatasi bahan pencemar logam berat dengan cara mengikat logam berat tersebut dengan menggunakan bioamassa seperti gambut, sekam padi, daun dan akar tumbuhan.

Penelitian ini bertujuan menentukan model persamaan keseimbangan isoterm adsorpsi

Langmuir atau Freundlich dengan menggunakan adsorben kulit kacang tanah, sekam padi dan serbuk gergaji untuk menyerap ion Pb^{2+}

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan kulit kacang tanah, sekam padi, serbuk gergaji, HNO_3 , air demin, $Pb(NO_3)_2$, kertas saring whatman. Alat yang digunakan pH meter, oven, Spektroskopi Serapan Atom (SSA), beaker gelas, erlenmeyer, labu ukur, pipet volume, shaker.

Persiapan Bahan

Bioadsorben (kulit kacang tanah, sekam padi dan serbuk gergaji) dibersihkan dan diaktivasi dengan cara direndam dalam HNO_3 0,1 M selama 24 jam, lalu dicuci dengan air demin hingga pH netral. Kemudian dikeringkan dengan cara temperatur ruang, lalu dilanjutkan dengan pengeringan dalam oven dengan suhu $105^\circ C$ (Qaiser, *et. al.*, 2007, Prasad *et. al.*, 2008).

Pembuatan Larutan Stok Pb 1.000 ppm

Larutan Pb 1000 ppm dibuat dengan cara menimbang $Pb(NO_3)_2$ dengan kemurniaan 100% (pro analisis) sebanyak 1,6 gram (Qaiser, *et. al.*, 2007), dimasukan kedalam beaker gelas 1000 ml, Tambahkan air bebas mineral (demin), diaduk dengan pengaduk magnetik stirer. Setelah semua $Pb(NO_3)_2$ larut, dimasukan kedalam labu ukur 1000 ml. Encerkan hingga batas, lalu dihomogenkan.

Pelaksanaan Percobaan

konsentrasi awal ion Pb^{2+} 1000 ppm, volume larutan 100 ml, lamanya waktu kontak dengan bioadsorben : 30, 60, 90 dan 120 menit dan banyaknya bahan bioadsorben 1 gr. Campuran antara adsorben dengan larutan Pb tersebut diaduk menggunakan shaker dengan kecepatan 200 rpm. Filtrat yang mengandung logam Pb diukur kandungan logamnya dengan menggunakan SSA. Pelaksanaan waktu kontak adsorben dengan larutan ion Pb di ulang 3 kali.

Analisis Data

Kapasitas penyerapan ion Pb pada saat setimbang dapat menggunakan rumus

$$(Q)mg / g = \frac{(C_0 - C_e)mg / l \cdot (V)l}{(W)g} \quad (1)$$

(Goyal *et. al.*, 2008)

dimana

Q = Kapasitas penyerapan, C_0 = Konsentrasi awal, C_e = konsentrasi akhir, (kesetimbangan), V = volume larutan yang diserap dan W = berat adsorben

Model persamaan kesetimbangan isoterm adsorpsi yang digunakan yaitu Langmuir dan Freundlich (Saravanan *et. al.*, 2009). Model persamaan Langmuir dirumuskan :

$$\frac{(C_e)}{(Q_e)} = \frac{1}{(Q_{mak} b)} + \frac{(C_e)}{(Q_{mak})} \quad \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

Q_e = ion terserap (mg/g), C_e = Konsentrasi ion pada saat kesetimbangan atau ion tersisa/yang tidak terserap mg/l, Q_{mak} = kapasitas

penyerapan maksimum dan b = konstanta afinitas (l/mg)

Persamaan (2) diatas dinyatakan dalam persamaan linier regresi

$$Y = aX + b \quad \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

$$Y = \frac{(C_e)}{(Q_e)}, X = C_e, b = \frac{1}{Q_{mak} b}, \text{ dan } a = \frac{1}{Q_{mak}}$$

Sedangkan model persamaan isoterm adsorpsi Freundlich :

$$Q_e = K_F C_e^{1/n} \quad \dots\dots\dots(4)$$

Dimana

Q_e = kapasistas penyerapan mg/g, K_F = Konsntanta Kapasitas adsorben dan $1/n$ = intensitas adsorpsi

Persamaan (4) diatas dapat dinyatakan dalam persamaan logaritma menjadi

$$\log Q_e = \log K_F C_e^{1/n}$$

$$\log Q_e = \log K_F + \log C_e^{1/n}$$

$$\log Q_e = \log K_F + 1/n \log C_e \quad \dots (5)$$

Persamaan (6) diatas dinyatakan dalam persamaan (3)

$$Y = aX + b$$

Dimana :

$$Y = \log Q_e, b = \log K_F, a = 1/n \text{ dan } X = \log C_e$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perlakuan waktu kontak bioadsorben kulit kacang tanah, sekam pada dan serbuk gergaji dengan berat bioadsorben masing-masing 1 g. Volume larutan ion Pb^{2+} 100 ml konsentrasi 1000 ppm dengan waktu kontak 30, 60, 90, 120 dan 150 menit. Banyaknya Pb terserap dengan menggunakan persamaan (1) diatas, sehingga didapatkan data tabel 1 berikut :

Tabel 1 Perlakuan Waktu Kontak Bioadsorben Terhadap ion Pb^{2+} Terserap

Jenis Adsorben	Waktu Kontak (menit)	Rerata Pb Kesetimbangan (Ce)mg/l	Rerata Pb Terserap (Qe)mg/g
KKT	30	964.940	0.546
	60	918.030	0.914
	90	858.989	1.149
	120	856.996	1.155
	150	855.522	1.160
SP	30	948.491	0.712
	60	875.681	1.095
	90	774.412	1.353
	120	768.240	1.365
	150	766.688	1.368
SG	30	953.697	0.666
	60	882.603	1.070
	90	787.357	1.328
	120	784.976	1.332
	150	783.780	1.335

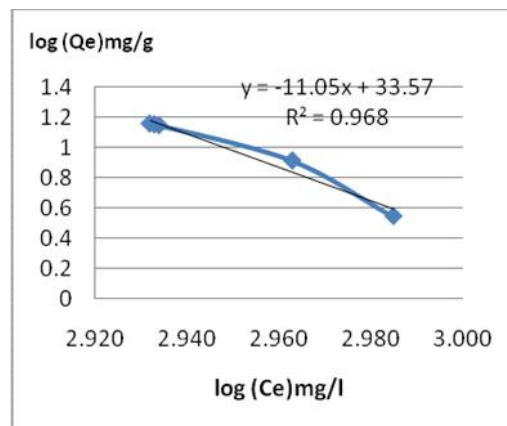
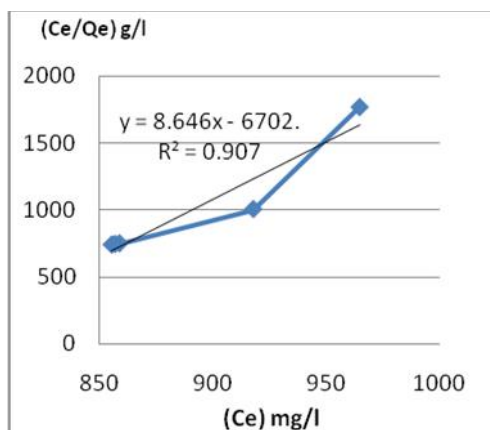
Keterangan

KKT = Adsorben Kulit Kacang Tanah, SP = Adsorben Sekam Padi

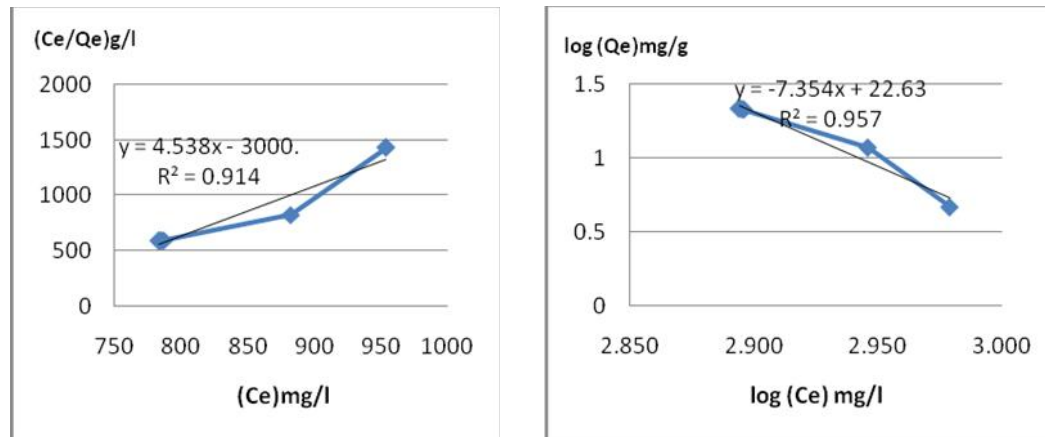
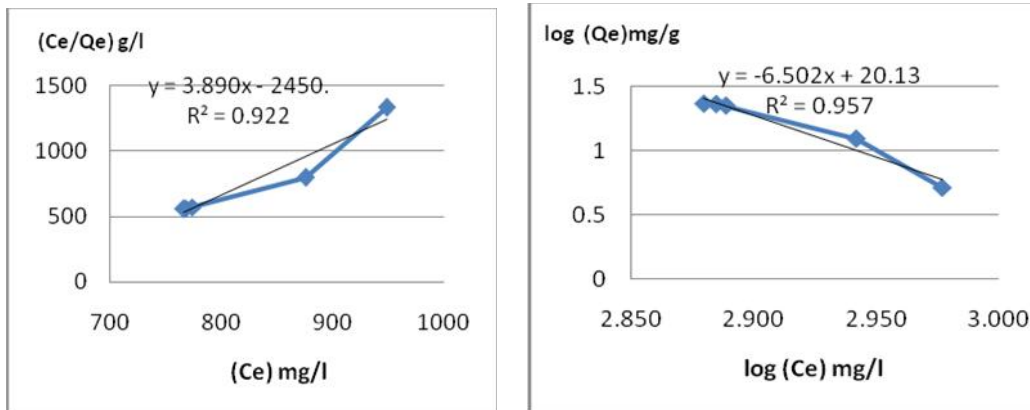
SG = Adsorben Serbuk Gergaji

Pada data tabel 1 tersebut diatas dibuat permodelan kesetimbangan isotherm adsorpsi Langmuir dengan menggunakan persamaan (2), sedangkan untuk penentuan model isotherm adsorpsi Freundlich dengan menggunakan persamaan (4). Dari

persamaan (2) dan (4) tersebut didapatkan gambar 1 a dan 1 b untuk grafik adsorpsi isotherm Langmuir dan Freundlich adsorben kulit kacang tanah. Gambar 2 a dan 2 b untuk adsorben sekam padi serta 3 a dan 3 c untuk adsorben serbuk gergaji berikut:



Gambar 1 a dan 1 b Grafik Model Adsorpsi Isoterm Langmuir dan Freundlich untuk Bioadsorben Kulit Kacang Tanah



Pada gambar 1 a dan 1 b; 2 a dan 2 b serta 3 a dan 1 b tersebut diatas terlihat bahwa nilai koefisien korelasi (R^2) terbesar dengan menggunakan masing-masing bioadsorben kulit kacang tanah, sekam padi dan serbuk gergaji mengikuti model persamaan isoterm adsorpsi Freundlich. Besarnya nilai R^2 masing-masing untuk bioadsorben kulit kacang tanah, sekam padi dan serbuk gergaji adalah 0,968; 0,957 dan 0,957. Nabizadeh, Naddafi, Saeedi, (2006) dan Mahvi, Gholami, Nazmara (2008) mengemukakan bahwa untuk menentukan model

persamaan keseimbangan isoterm adsorpsi dilihat dari nilai koefisien korelasi (R^2) yang terbesar.

Model persamaan keseimbangan isoterm adsorpsi freundlich berdasarkan bahwa terjadi hubungan keseimbangan antara permukaan adsorben yang heterogen. Diasumsikan bahwa penyerapan disemua titik adsorben terdistribusi secara eksponensial dengan panas penyerapan. Model persamaan Langmuir cocok untuk permodelan adsorpsi satu lapisan, permukaan homogen dengan energi penyerapan

yang konstan. Sedangkan model persamaan Freundlich permukaan adsorben bersifat homogen (Wahab, 2007, Khoramabadi, Jafari and Jamshidi, 2008).

KESIMPULAN

1. Model persamaan keseimbangan isotherm adsorpsi masing-masing bioadsorben mengikuti model persamaan isotherm adsorpsi Freundlich. Persamaan keseimbangan kulit kacang tanah $y = -11.05x + 33.57$, sekam padi $y = -6.502x + 20.13$ dan serbuk gergaji $y = -7.354x + 22.63$.
2. Besarnya nilai R^2 masing-masing untuk bioadsorben kulit kacang tanah, sekam padi dan serbuk gergaji adalah 0,968; 0,957 dan 0,957

DAFTAR PUSTAKA

- Alluri K.H., R.S. Ronda, S.V. Settalluri, J. Singh, Bondili, N. Suryanarayana, P., Venkateshwar, 2007, "Biosorption: An eco-Friendly Alternative for Heavy Metal Removal", African Journal of Biotechnology 6 (25), 2924-2931.
- Devaprasath P.M., J.S. Solomon, Thomas, 2007, "Removal of Cr (VI) from Aqueous Solution Using Natural Plant Material", Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation, 2 (3), 77-83.
- Goyal P., Sharma P., Srivastava S., Srivastava M, 2008, "Saraca indica leaf powder for

decontamination of Pb: removal, recovery, adsorbent characterization and equilibrium modeling", J. Environ. Sci. Tech, 5 (1), 27-34.

- Igwe C. J., Nwokennaya E.C. and A.A. Abia A.A., 2005. *The Role of pH in Heavy Metal Detoxification by Biosorption from Aqueous Solutions Containing Chelating Agents.*, Afr. J. Biotechnol., 4, 1109-1112. (www. google. Adsorption of heavy metal. Com, diakses Mei 2008)
- Khoramabadi S.G., A. Jafari and H.J. Jamshidi, 2008, "Biosorption of Mercury (II) from Aqueous Solutions by *Zygnema fanicum Algae*", J. Applied Science 8 (11), 2168-2172.
- Mahvi, Gholami, Nazmara, 2008, "Cadmium Biosorption from Wastewater by *Ulmus* Leaves and their Ash", European Journal of Scientific Research Vol.23 (2), 197-203
- Manahan E. S., 2002, "Toxicological Chemistry and Biochemistry", Third Edition, Lewis Publishers, New York.
- Nabizadeh R., K. Naddafi, R. Saeedi, 2006, "Bioadsorption of Lead (II) and Cadmium (II) from Aqueous Solution by Protonated *Sargassum SP. Biomass*", Biotechnology 5 (1), 21-26
- Nabizadeh, Naddafi and Saeedi, 2006, "Biosorption of Lead (II) and Cadmium (II) from Aqueous Solutions by Protonated

- Sargassum Sp. Biomass*”,
Biotechnology 5 (1), 21-26.
- Prasad R.N., S. Vismanathan, j.R. Devi
J Rajkumar, Parthasarathy,
2008’ “*Kinetics and Equilibrium
Studies on Bioadsorption of
CBB by Coir Pit.*”, Am.Euras J.
Science Res, 3(2), 123-127
- Qaiser S., R. A. Saleemi, M. M.
Ahmad. 2007. *Heavy metal
uptake by agro based waste
materials* (online). Journal of
Biotechnology.. Department of
Chemical Engineering.
University of Engineering and
Technology. Pakistan
- Saravanan A., V.Brindha,, R.
Manimekalai, S. Krishnan,
2009,” *An evaluation of
Chromium and Zinc*
*Biosorption by a Sea Weed
(Sargassum sp).*”, Indian
Journal of Science and
Technology
<http://www.indjst.org> Vol.2 No
1 (Jan. 2009)
- Sukarta I.N. 2008. *Adsorpsi Ion Cr³⁺
Oleh Serbuk Gergaji Kayu
Albizia (Albizzia Falcata):
Studi Pengembangan Bahan
Alternatif Penjerap Limbah
Logam Berat*. Tesis, Pasca
Sarjana Institut Pertanian
Bogor.
- Wahab A.O., 2007,” *Kinetic and
Isoterm Studies of Copper (II)
Removal From Waste Water
Using Various Adsorbents*”,
Egyptian Journal of Aquatic
Research 33 (1), 125-143.