

ADSORPSI LOGAM TIMBAL DALAM LARUTAN MENGGUNAKAN KULIT KETELA RAMBAT (*Ipomoea batatas L*)

Y. Wulandari*, Laeli Kurniasari, Indah Riwayati

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim

Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236

*Email: wulandyunii@gmail.com

Abstrak

Pencemaran logam timbal menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan makhluk hidup. Menyadari ancaman tersebut, salah satu alternatif menghilangkan logam timbal adalah dengan menggunakan biosorben kulit ketela rambat. Biosorben kulit ketela rambat memiliki kandungan utama berupa amilosa dan amilopektin yang merupakan struktur polisakarida dan gugus aktif yang akan menarik dan mengikat logam pada biomassa. Proses adsorpsi dilakukan dengan mengkontakkan biosorben dengan larutan timbal dengan variasi pH 3,4,5,6; variasi waktu 1; 1,5; 2 ; 2,5 jam dan variasi massa biosorben 0,25; 0,5; 0,75; 1 gram. Kondisi terbaik diperoleh pada pH 5, bobot adsorben 0,25 gram dan waktu kontak 2 jam. Pada model kesetimbangan isoterm Langmuir diperoleh nilai Q_{maks} sebesar 45,45 ppm dengan nilai koefisien korelasi 0,943. Sedangkan pada model kesetimbangan isoterm Freundlich menunjukkan nilai korelasi koefisien 0,988 dengan konstanta kesetimbangan K_F 0,767 dengan nilai $n = 0,3636$. Hasil ini menunjukkan model isoterm Freundlich memiliki korelasi relatif yang lebih linier untuk proses biosorpsi dengan kulit ketela rambat.

Kata kunci: Adsorpsi, Kulit ketela rambat, Timbal

I. PENDAHULUAN

Salah satu logam berat yang banyak ditemukan di lingkungan adalah timbal. Sumber dari logam berat ini ialah faktor alam seperti gunung berapi dan kebakaran hutan, ataupun faktor manusia seperti pembakaran minyak bumi, pertambangan, peleburan, proses industri, serta limbah buangan termasuk sampah rumah tangga (Nordberg, 1986).

Beberapa penyakit dapat ditimbulkan akibat pencemaran logam berat ini. Terpaparnya tubuh manusia terhadap logam timbal dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Logam berat ini akan bertindak sebagai alergen, mutagen, teratogen atau karsinogen bagi manusia (Vouk, 1986). Jika logam berat ini terserap oleh tubuh maka tidak dapat dihancurkan atau di ekskresi. Hal serupa juga terjadi jika suatu lingkungan telah terkontaminasi logam berat, maka proses pembersihannya juga akan sulit dilakukan (Nordberg, 1986).

Salah satu alternatif untuk menghilangkan logam berat pada larutan adalah dengan menggunakan bahan-bahan biologis sebagai adsorben. Proses ini dinamakan biosorpsi. Proses ini terjadi karena adanya material biologi yang disebut biosorben dan adanya logam berat dengan afinitas yang tinggi sehingga mudah terikat pada biosorben (Kratochvil dan Voleski, 1998). Keuntungan

menggunakan biosorpsi adalah biaya yang relatif murah, efisien tinggi pada larutan encer, minimalisasi pembentukan lumpur serta kemudahan proses regenerasinya (Ashraf dkk, 2010).

Alternatif bahan biologis yang dapat digunakan sebagai bahan baku biosorben adalah limbah produk pertanian. Limbah produk pertanian ini umumnya sangat mudah didapat dan murah. Penggunaan limbah pertanian sebagai adsorben juga mampu mengurangi banyaknya limbah pertanian sehingga memberdayakan suatu produk limbah pertanian yang memiliki nilai jual. Oleh karena itu, potensi limbah pertanian sangat besar digunakan sebagai bahan baku biosorben logam berat (Kurniasari, 2010).

Berbagai limbah pertanian yang telah digunakan sebagai bahan baku biosorben adalah jerami, kulit buah-buahan, daun dan ranting tanaman tertentu. Komponen yang berperan dalam proses adsorpsi logam berat dengan adsorben bahan-bahan biologis adalah keberadaan gugus aktif diantaranya gugus acetamido pada kitin, gugus amino dan fosfat pada asam nukleat, gugus amido, amino, sulphydryl, dan karboksil pada protein dan gugus hidroksil pada polisakarida. Gugus-gugus inilah yang menarik dan mengikat logam pada biomassa dan proses biosorpsi logam

berat dengan adsorben hayati merupakan proses yang kompleks dan bervariasi tergantung bahan baku adsorbennya (Ahalya dkk, 2003).

Mekanisme biosorpsi pada limbah pertanian ini didasarkan pada interaksi kimia fisika yang berupa interaksi elektrostatik, ion exchange, maupun pembentukan kompleks chelat (Kaewsarn, 2008). Bentuk pertukaran ion ini dapat dirumuskan $A^{2+} + (B\text{-biomassa}) \rightarrow B^{2+} + (A\text{-biomassa})$.

Salah satu limbah pertanian yang belum digunakan tetapi berpotensi besar sebagai bahan biosorben adalah kulit ketela rambat. Hal ini dikarenakan kulit ketela rambat memiliki kandungan polisakarida yang besar, dimana gugus-gugus aktif hidroksil dalam polisakarida ini dapat menarik dan mengikat logam pada biomass dan proses biosorpsi logam berat (Ahalya dkk, 2003). Tanaman ketela rambat sangat mudah dijumpai di Indonesia. Tanaman yang memiliki daya penyerapan air minyak tinggi ini sangat potensial untuk dimanfaatkan pada berbagai produk pangan seperti mie dan kue-kue. Penggunaannya ini menyisakan limbah pada bagian kulitnya. Limbah kulit ketela rambat selama ini hanya digunakan sebagai pakan ternak. Oleh karena itu pembuatan biosorben ini dapat meningkatkan nilai ekonomi dari limbah kulit ketela rambat serta mengurangi jumlah limbahnya.

Tujuan penelitian adsorpsi dengan menggunakan kulit ketela rambat ini adalah mempelajari pengaruh pH, waktu dan konsentrasi pada proses biosorpsi serta memperoleh model sorption isotherm pada proses biosorpsi logam timbal dengan adsorben kulit ketela rambat.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit ketela rambat dan bahan-bahan kimia yaitu Logam Timbal, HCl, NaOH, Air demin.

2.2 Peralatan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Oven, Magnetik stirrer, pH meter, kertas saring whatman, Peralatan gelas (Beaker Glass, Pipet Volume, Labu Takar, Gelas Ukur). Untuk analisis hasil adsorpsi digunakan spektrofotometer serapan atom (AAS).

2.3 Prosedur Penelitian

Pembuatan Adsorben

Kulit ketela rambat dibersihkan dari kotoran-kotoran yang mungkin masih ada. Kemudian dicuci dengan HCl 0,1N dan dibersihkan dengan air demin. Selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C. Setelah kering, bahan adsorben tadi di haluskan dan disimpan dalam botol plastik kedap udara tanpa perlakuan khusus lebih lanjut.

Penentuan Pengaruh Variabel

Penentuan variabel berpengaruh meliputi pH, waktu, dan konsentrasi biosorben. Variabel pH dilakukan pada pH 3, 4, 5, 6; variabel waktu adsorpsi pada waktu 1; 1,5; 2; 2,5 jam dan konsentrasi massa biosorben sebesar 0,25; 0,5; 0,75; 1 gram. Dari variabel yang diujikan akan diambil hasil terbaik. Sebanyak 25 ml larutan $PbNO_3$ dimasukkan kedalam erlenmeyer. Pengaturan pH dilakukan dengan menambahkan HCl 0,1N hingga diperoleh pH yang di inginkan. Larutan kemudian diaduk sesuai waktu dan konsentrasi biosorben pada variabel dengan kecepatan putaran 200 rpm. Setelah proses adsorpsi selesai, maka konsentrasi ion timbal yang tersisa dianalisa dengan menggunakan *atomic absorption spectrophotometer* (AAS).

Studi Keseimbangan Isotherm

Studi keseimbangan isotherm biosorpsi dilakukan dengan mencampur biosorben dengan konsentrasi terbaik ke dalam larutan yang mengandung ion logam dengan konsentrasi awal berbeda (75, 100, 125, 150, 175, 200 ppm). Larutan diaduk disesuaikan pHnya dan proses adsorpsi dilakukan sampai konsentrasi konstan. Larutan kemudian dianalisa konsentrasi ion logam yang tersisa. Dari percobaan ini diperoleh data konsentrasi ion logam awal, konsentrasi ion logam akhir/keseimbangan dan konsentrasi yang diadsorp untuk tiap konsentrasi awal ion logam yang

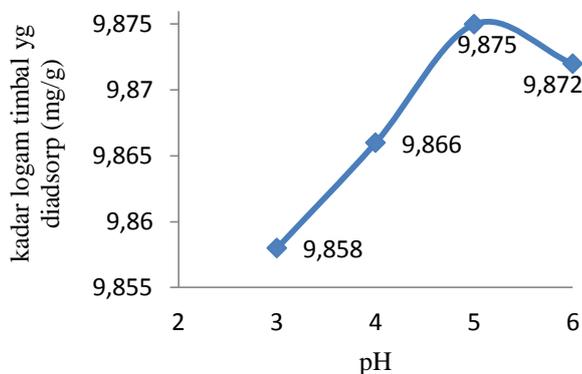
berbeda. Data kemudian diolah untuk dicocokkan dengan model kesetimbangan yang ada, guna mendapatkan model kesetimbangan yang sesuai dan harga konstanta kesetimbangannya.

3. PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Terbaik Adsorpsi

Pengaruh pH

Pengaruh pH dalam adsorpsi ion timbal dalam kulit ketela rambat ini di ujikan pada kisaran pH 3 sampai dengan 6 dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 1.



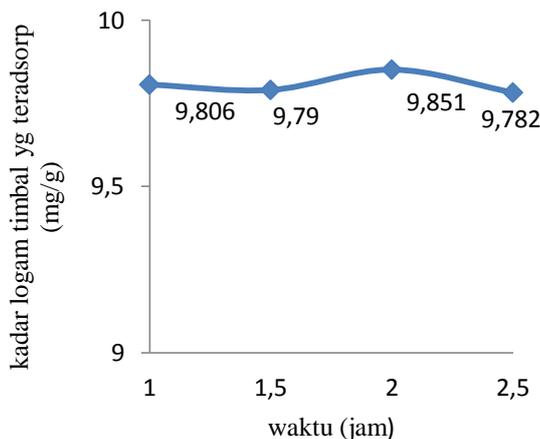
Gambar 3. Pengaruh pH terhadap kadar logam timbal yang di adsorp (mg/g)

Kapasitas adsorpsi meningkat pada pH 3 sampai 5, kemudian mengalami penurunan kembali pada pH 6. Kondisi Pada pH 3 adsorpsi terhadap ion timbal rendah, hal ini dikarenakan pada pH 3 konsentrasi asam dan mobilitas yang tinggi terhadap ion H^+ yang berikatan dengan $Pb(II)$ menghambat adsorpsi pada adsorben. optimum adsorpsi dicapai pada pH 5.

Pada adsorpsi terprotonasi tidak mampu mengikat $Pb(II)$ karena adanya gaya tolak menolak secara elektrostatis antara $Pb(II)$ yang bermuatan positif dengan kondisi asam tinggi. Sehingga hanya sebagian kecil $Pb(II)$ yang mampu terserap pada kondisi asam yang tinggi. Sedangkan pada kondisi pH yang semakin meningkat, hanya ada sedikit ion H^+ yang terdapat pada larutan, sehingga banyak ion negatif yang berikatan dengan ion timbal (Ong Pick Sheen, 2011). Optimum pH diperoleh pada kondisi pH 5. Hal ini serupa dengan penelitian adsorpsi ion $Pb(II)$ dengan menggunakan adsorben kulit almond oleh Mehrasbi dkk (2008).

Pengaruh Waktu Biosorpsi

Pengaruh waktu adsorpsi terhadap kadar logam timbal yang teradsorp dapat dilihat pada Gambar 2.



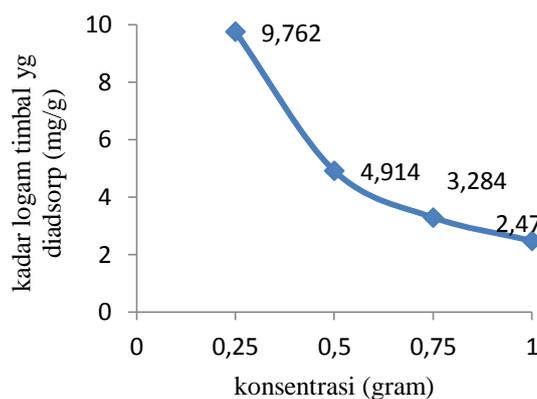
Gambar 2. Pengaruh waktu (jam) dengan kadar logam timbal yang teradsorp (mg/g)

Waktu kontak optimum logam timbal diperoleh pada 2 jam dengan kadar logam timbal yang teradsorp sebesar 9,851 mg/g. Sedangkan pada waktu 2,5 jam terjadi penurunan kadar logam timbal yang teradsorp. Hal ini dikarenakan lama proses adsorpsi mengakibatkan logam timbal yang teradsorp semakin banyak, namun pada waktu tertentu kadar logam timbal menurun. Kemungkinan terjadi desorpsi pada logam dari permukaan biomaterial sebelum mencapai kesetimbangan dengan larutan (Sumbu dkk, 2012).

Waktu optimum merupakan waktu terjadinya kesetimbangan antara laju adsorpsi dan desorpsi (Alias dan Nizam, 2008). Pada penelitian ini waktu optimum terjadi pada 2 jam, dan pada waktu ini kontak antara biosorben kulit ketela rambat dengan logam timbal telah mencapai titik maksimal.

Pengaruh Konsentrasi Biosorben

Pengaruh konsentrasi biosorben terhadap kapasitas adsorpsi logam timbal pada kulit ketela rambat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi biosorben (gram) terhadap kadar logam timbal yang teradsorp (mg/g)

Adsorpsi maksimum logam timbal ini terjadi pada konsentrasi biosorben sebesar 0,25 gram dengan kadar adsorpsi 9,762 mg/g. Penurunan kadar adsorpsi berangsur-angsur pada konsentrasi biosorben 0,5 gram sampai 1 gram. Seperti yang dinyatakan oleh Baros dkk, bahwa pada saat adanya peningkatan bobot biosorben maka terjadi peningkatan persentasi penjerapan dan penurunan kapasitas adsorpsi.

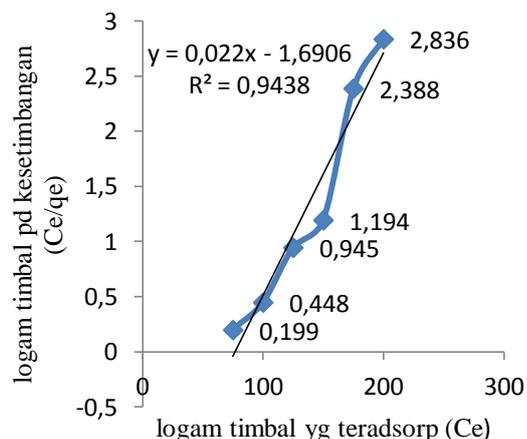
Hasil ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi biosorben pada pH dan waktu yang tetap maka kadar logam timbal yang diadsorp akan semakin kecil. Hal ini diperkuat oleh Demirbas dkk (2004) bahwa penyebaran adsorbet menjadi meningkat dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kesetimbangan menjadi lebih lama. Oleh karena itu kapasitas adsorpsinya akan semakin kecil.

3.2 Studi Kesetimbangan Isotherm

Model Kesetimbangan Isotherm Langmuir

Pada model kesetimbangan isotherm menggunakan model Langmuir diperoleh hasil nilai $R=0,943$ seperti yang terlihat pada Gambar 4.

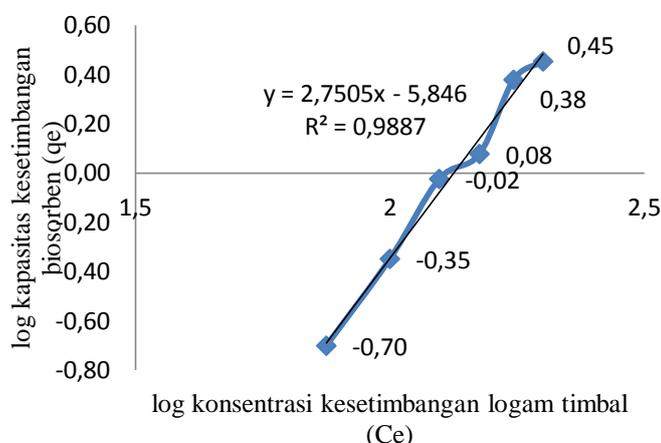
Nilai R mendekati 1 maka hasilnya mendekati linier atau baik (Prasad dkk, 2009). Dari hasil perhitungan nilai $y=0,022x-1,690$ diperoleh hasil kapasitas maksimum logam timbal yang mampu diserap (Q maks) adalah 45,45 ppm. Nilai konstanta kesetimbangan isotherm dengan menggunakan model Langmuir ini adalah 1,690. Nilai konstanta kesetimbangan ini menunjukkan afinitas antara biomass dengan logam berat. Semakin besar harga konstanta kesetimbangan maka semakin besar pula afinitas adsorben terhadap logam berat.



Gambar 4. Pengaruh logam yang teradsorp (Ce) dengan konsentrasi logam pada kesetimbangan per konsentrasi logam yang teradsorp (Ce/qe)

Model Kesetimbangan Isotherm Freundlich

Model kesetimbangan isotherm Freundlich merupakan distribusi heterogen pada proses adsorpsi atau dinyatakan sebagai biosorpsi multilyer (Freundlich, 1906).



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi kesetimbangan logam (Ce) dengan kapasitas kesetimbangan biosorben (qe)

Pada Gambar 5 dapat dilihat model isotherm Freundlich adsorpsi logam Pb(II) dengan kulit ketela rambat menghasilkan koefisien korelasi yaitu 0,988. Nilai K_F dan n menunjukkan konstanta Freundlich. Pada percobaan diperoleh nilai K_F adalah 0,767 dan nilai n adalah 0,364.

Pada dasarnya kedua model kesetimbangan isotherm ini cocok digunakan untuk proses biosorpsi dengan menggunakan kulit ketela rambat karena harga R^2 tinggi. Akan tetapi dengan membandingkan harga R^2 pada gambar 4 dan 5 terlihat bahwa model kesetimbangan isotherm Freundlich lebih cocok digunakan untuk proses biosorpsi dengan menggunakan kulit ketela rambat ini.

Tabel 1. Harga Konstanta Kesetimbangan Isotherm Biosorpsi Logam Timbal dengan Menggunakan Kulit Ketela Rambat

Konstanta Langmuir			Konstanta Freundlich		
Qmax (mg/g)	b (L/mg)	R^2	K_F	n	R^2
45,45	1,690	0,943	0,767	0,364	0,988

4. KESIMPULAN

1. Adsorpsi optimum logam timbal diperoleh pada pH 5 dengan kadar logam timbal yang teradsorpsi sebesar 9,875 mg/g. Semakin lama waktu kontak biosorben dengan logam timbal akan meningkatkan kadar logam timbal yang teradsorpsi. Waktu optimum adsorpsi logam timbal terjadi pada waktu 2 jam dengan kadar logam timbal yang teradsorpsi sebesar 9,851 mg/g.. Konsentrasi biosorben yang tinggi akan mengurangi kadar logam timbal yang teradsorpsi. Adsorpsi optimum logam timbal terjadi pada konsentrasi biosorben sebesar 0,25 gram dengan kadar logam timbal yang teradsorpsi sebanyak 9,762 mg/g.

2. Studi kesetimbangan isoterm pada model Langmuir menghasilkan nilai $R = 0,943$ dengan kapasitas maksimum logam yang teradsorpsi 45,45 ppm. Harga konstanta kesetimbangan model Langmuir adalah 1,690. Studi kesetimbangan isoterm pada model Freundlich menghasilkan nilai $R = 0,988$ dengan harga konstanta kesetimbangan K_F sebesar 0,767 dan nilai n 0,364. Sehingga pemodelan isoterm menggunakan Freundlich lebih tepat untuk menggambarkan adsorpsi logam timbal dengan menggunakan kulit ketela rambat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahalya, N., Ramachandra, T.V., Kanamadi, RD., 2003, *Biosorption of Heavy Metal*, Research Journal Of Chemical And Environment Vol. 7(4), 71-79
- Alias MY, Nizam NA. 2009. *Removal of Cr (IV) and As (V) from aqueous solution by HDTMA-modified zeolit Y*. J Hazard Mater 162: 1019-1024
- Ashraf, MA., Maah, MJ., Yusoff, I., 2010, *Study of Banana peel (Musa sapientum) as a Cationic Biosorben*, American-Eurasian J. Agric & Environ. Sci 8(1): 7-17
- Demirbas E, Kobya M, Senturk E, Ozkan T. 2004. *Adsorption Kinetics for The Adsorben of Chromium (VI) from Aqueous on The Solutions on The Activated Carbons Prepared from Agricultural Wastes* Water SA 30:533-540.
- Kratochvil, David., Volesky, Bohumil., 2005. *Biosorption of Cu From Ferruginous Wastewater by Algal Biomass*. Water Research journal. Mc Gill University, Canada.
- Kurniasari, L., 2010, "Pemanfaatan Mikroorganisme dan Limbah pertanian Sebagai Bahan Baku Biosorben Logam Berat" Majalah Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang, MOMENTUM, ISSN 0216 7395, Volume 6 Nomor 2, 5-8
- Mehrasbi, M.R., Farahmandkia, Z., Taghibeigloo, B., and Taromi, A., (2008). *Adsorption of lead and cadmium from aqueous solution by using almond shell*. Water Air Soil Pollution, 199, 343-351.
- Nordberg J. F., Parizek J., Pershagen G., and Gerhardsson L. 1986. *Factor Influencing Effect and Dose-Response Relationships of Metals*. In: Freiberg L., Nordberg G.F., and Vouk V.B (Eds). Handbook on the Toxicology of Metals. Elsevier. New York.
- Prasad, AGD., Abdullah, MA., 2009, *Biosorption of Fe(II) from Aqueous Solution Using Tamarind Bark and Potato Peel Waste: Equilibrium and Kinetic Studies*, Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation 4(3): 273-282.
- Sumbu J. Kakalanga., Ximba B. Jabulani., Opeolu B. Olutoyin and Oputu O. Utleyin. *Screening of Agricultural Waste for Ni (II) Adsorption: Kinetics, Equilibrium and Thermodynamic Studies*, Jurnal of The Physical Sciences Vol.7
- Vouk V. 1986. *General Chemistry of Metals*. In: Freiberg L., Nordberg G.F., and Vouk V.B (Eds). Handbook on the Toxicology of Metals. Elsevier. New York.