

Uji Daya Serap Serbuk Gergaji Kayu Damar Laut (*Shorea sp*) Terhadap Logam Pb(II)

Aristia*, Zulfadli, Ibnu Khaldun

Prodi Kimia FKIP Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh 23111

*Corresponding Author: tyaaristia72@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menguji daya serap serbuk gergaji kayu damar laut terhadap logam Pb(II). Limbah kayu damar laut (*shorea sp*) diperoleh dari panglung kayu di Lamgugob, Banda Aceh. Beberapa studi adsorpsi yang dilakukan untuk melihat daya serap adsorpsi serbuk gergaji kayu diantaranya pengaruh pH, pengaruh waktu kontak, pengaruh massa adsorben, pengaruh kecepatan pengadukan, pengaruh konsentrasi awal ion dan pengaruh aktivasi adsorben. Konsentrasi penyerapan ion logam Pb(II) diukur menggunakan AAS. Analisis data yang diperoleh dilakukan dengan menggunakan model isoterm Langmuir dan Freundlich. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa serbuk gergaji kayu damar laut (*shorea sp*) yang lolos ayakan 150 mesh dapat mengadsorpsi ion logam Pb(II) pada pH 4, waktu pengadukan 40 menit, massa adsorben 0,5 gram, kecepatan pengadukan 125 rpm, konsentrasi awal ion logam 300 ppm dan penggunaan adsorben yang teraktivasi oleh basa. Perhitungan menggunakan model isoterm Langmuir dan Freundlich diperoleh kapasitas adsorpsi berturut-turut yaitu 45,45 mg/g dan 1,2473 mg/g.

Kata kunci : Serbuk gergaji, damar laut, ion logam Pb(II), adsorpsi, isoterm Langmuir dan Freundlich, AAS.

Abstract

The purpose of research is to examine the absorption of wood's sawdust of marine resin (*Shorea sp*) to the lead(II) metal. Wood's sawdust of marine resin is taken from residue of furniture which is making in wood's panglong around Lamgugob, Banda Aceh. The adsorption is experimented by varying pH, contact time, mass of absorbent, speed of stirring, and initial concentration of lead(II) ion and the influence of activated absorbent. The initial concentration of ion is analyzed by using AAS. The research indicated that wood's sawdust of marine resin with the size of 150 mesh can adsorb the lead(II) ion at pH of 4, contact time of 40 minutes, 0,5 grams of sawdust, and speed of stirring of 125 rpm, initial concentration of metal ion is 300 ppm and using of adsorbent which have been activated by base. Then, measuring by using model of Langmuir's isotherm and Freundlich's isotherm was obtained the capacities of adsorption are 45,45 mg/g and 1,2473 mg/g.

Keywords : Sawdust, marine resin, metal ions Pb(II), adsorption, Langmuir and Freundlich isotherm, AAS.

Pendahuluan

Pencemaran lingkungan akibat logam berat menjadi permasalahan yang serius. Apalagi seiring penggunaan logam berat di bidang industri yang semakin meningkat. Limbah yang mengandung logam berat perlu mendapatkan perhatian khusus karena pada batas kadar tertentu dapat membahayakan kesehatan manusia maupun lingkungan sekitarnya. Timbal merupakan logam kimia yang mempunyai nomor atom 82 dengan titik leleh 327,46°C dan titik didih 1749°C. Senyawannya di alam, logam ini banyak ditemukan dalam bentuk galena (PbS), sensite (PbCO₃) dan algesite (PbSO₄). Selain itu Pb juga memiliki bentuk berupa serbuk dan berwarna abu-abu gelap (Dewi, 2011). Logam Pb sering digunakan dalam industri sebagai bahan pelapis karena bersifat resisten terhadap bahan korosif. Logam ini juga digunakan sebagai bahan baterai, cat dan sebagai bahan tambahan pada bensin. Kegunaan lainnya juga dimanfaatkan untuk produk-produk logam seperti amunisi, pelapis kabel dan solder, pewarna, dan lain sebagainya (Fernanda, 2012). Menurut Permenkes RI No. 416 tahun 1990, nilai ambang batas timbal yang terdapat dalam air

bersih maupun air minum adalah 0,05 mg/l (Naria, 2005). Logam berat ini dapat masuk ke dalam tubuh melalui makanan, minuman dan udara. Keracunan dari logam ini juga dapat ditandai dengan gejala diare, mual, dan sakit di sekitar perut (Darmono, 2001).

Beragam metode telah dikembangkan untuk menurunkan kadar logam berat pada air limbah seperti metode pengendapan, evaporasi, ekstraksi elektrolisis, penguapan, osmosis, pertukaran ion dan adsorpsi (Jang-Soon, dkk., 2010). Pada umumnya, metode adsorpsi didasarkan pada interaksi ion logam dengan gugus fungsional yang terjadi pada permukaan padatan yang banyak mengandung -OH, -NH, -SH dan -COOH (Purwaningsih, 2009). Pada serbuk gergaji kayu terdapat senyawa kimia berupa selulosa, hemiselulosa dan lignin. Sebab adanya selulosa dan hemiselulosa tersebut maka serbuk gergaji kayu dapat dijadikan sebagai adsorben karena memiliki gugus -OH pada selulosa (Crini, 2005). Proses adsorpsi logam berat Pb telah dilakukan dengan menggunakan serbuk gergaji kayu meranti (Ahmad, dkk., 2009), serbuk gergaji kayu (Prado, dkk., 2010), kitosan (Cui, dkk., 2013), mangrove (Abas, dkk., 2015) dan sekam padi (Nurhasni, dkk., 2014).

Metode Penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret hingga Agustus di laboratorium FKIP Kimia Unsyiah dan di laboratorium FMIPA Unsyiah.

Alat

Alat-alat yang digunakan adalah *magnetic stirrer*, neraca analitik, ayakan 150 mesh, gelas kimia, labu ukur, gelas ukur, corong, cawan petri, spatula, botol reagen, pH meter, buret, erlenmeyer, batang pengaduk dan AAS.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah serbuk gergaji kayu damar laut (*Shorea sp*), $Pb(NO_3)_2$ 1000 ppm, NaOH 0,1 N, HCl 0,1 N, NaOH 2 N, HCl 2 N, kertas saring, aquades, air kran, dan lakmus universal.

Prosedur Penelitian

Persiapan Adsorben

Diambil serbuk gergaji kayu damar laut (*Shorea sp*) sebanyak 800 g kemudian dicuci terus-menerus menggunakan air kran dan dibilas dengan aquades. Adsorben dikeringkan menggunakan oven. Selanjutnya adsorben dihaluskan dengan menggunakan blender dan diayak menggunakan ayakan 150 mesh.

Persiapan Adsorben Teraktivasi

Diambil serbuk gergaji kayu damar laut (*Shorea sp*) yang telah diayak sebanyak 10 g kemudian ditambahkan NaOH 2N dan HCl 2 N. Campuran disimpan selama 24 jam kemudian disaring dan dicuci menggunakan aquades hingga pH mendekati 7. Adsorben teraktivasi dikeringkan.

Pembuatan Larutan Stok Pb(II)

Dilarutkan 1,5984 gram $Pb(NO_3)_2$ dalam 1 L larutan. Larutan Pb(II) 1000 ppm diencerkan menjadi 50 ppm sebagai konsentrasi awal larutan. Selanjutnya pengenceran juga dilakukan untuk konsentrasi 100, 150, 200 dan 300 ppm.

Studi Adsorpsi

Pengaruh pH

25 mL larutan $Pb(NO_3)_2$ 50 ppm dimasukkan ke dalam gelas kimia kemudian ditambahkan NaOH atau HCl 0,1 N untuk menyesuaikan dengan variasi pH yaitu 2, 4, 5, 6 dan 7. Selanjutnya dimasukkan 1 gram serbuk gergaji kayu damar laut (*Shorea sp*) dan campuran diaduk menggunakan *stirrer* dengan kecepatan 350 rpm; waktu 30 menit. Setelah itu, campuran disaring kemudian filtrat ion logam Pb(II) yang diperoleh diukur menggunakan AAS.

Waktu Kontak

25 mL larutan $Pb(NO_3)_2$ 50 ppm dimasukkan ke dalam gelas kimia kemudian ditambahkan NaOH atau HCl 0,1 N untuk menyesuaikan dengan pH optimum yang diperoleh. Selanjutnya dimasukkan 1 gram serbuk gergaji kayu damar laut (*Shorea sp*) dan campuran diaduk menggunakan *stirrer* dengan kecepatan 350 rpm dan variasi waktu 15, 30, 40, 60 dan 80 menit. Setelah itu, campuran disaring kemudian filtrat ion logam Pb(II) yang diperoleh diukur menggunakan AAS.

Massa Adsorben

25 mL larutan $Pb(NO_3)_2$ 50 ppm dimasukkan ke dalam 4 gelas kimia kemudian ditambahkan NaOH atau HCl 0,1 N untuk menyesuaikan dengan pH optimum yang diperoleh. Selanjutnya dimasukkan masing-masing 0,5, 1, 2 dan 3 gram serbuk gergaji kayu damar laut (*Shorea sp*) dan campuran diaduk menggunakan *stirrer* dengan kecepatan 350 rpm dan waktu kontak optimum. Setelah itu, campuran disaring kemudian filtrat ion logam Pb(II) yang diperoleh diukur menggunakan AAS.

Kecepatan Pengadukan

25 mL larutan $Pb(NO_3)_2$ 50 ppm dimasukkan ke dalam gelas kimia kemudian ditambahkan NaOH atau HCl 0,1 N untuk menyesuaikan dengan pH optimum yang diperoleh. Selanjutnya dimasukkan serbuk gergaji kayu damar laut (*Shorea sp*) sebanyak massa adsorben optimum dan campuran diaduk menggunakan *stirrer* dengan variasi kecepatan pengadukan yaitu 125, 250 dan 350 rpm pada waktu kontak optimum. Setelah itu, campuran disaring kemudian filtrat ion logam Pb(II) yang diperoleh diukur menggunakan AAS.

Konsentrasi Awal Ion Pb(II)

25 mL larutan $Pb(NO_3)_2$ 50, 100, 150, 200 dan 300 ppm dimasukkan masing-masing ke dalam 5 gelas kimia. Kemudian ditambahkan NaOH atau HCl 0,1 N untuk menyesuaikan dengan pH optimum yang diperoleh. Selanjutnya dimasukkan serbuk gergaji kayu damar laut (*Shorea sp*) sebanyak massa adsorben optimum dan campuran diaduk menggunakan *stirrer* dengan variasi kecepatan pengadukan optimum pada waktu kontak optimum. Setelah itu, campuran disaring kemudian filtrat ion logam Pb(II) yang diperoleh diukur menggunakan AAS.

Perbandingan Adsorben Teraktivasi

25 mL larutan $Pb(NO_3)_2$ 300 ppm dimasukkan ke dalam gelas kimia kemudian ditambahkan NaOH atau HCl 0,1 N untuk menyesuaikan dengan pH optimum yang diperoleh. Selanjutnya dimasukkan serbuk gergaji kayu damar laut (*Shorea sp*) yang telah diaktivasi sebanyak massa adsorben optimum dan campuran diaduk menggunakan *stirrer* dengan kecepatan pengadukan optimum pada waktu kontak optimum. Setelah itu, campuran disaring kemudian filtrat ion logam Pb(II) yang diperoleh diukur menggunakan AAS.

Teknik Analisis Data

Penentuan keadaan optimum dengan menggunakan grafik yaitu memplotkan persen penyerapan (% R). Persen penyerapan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\% R = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \%$$

Dimana :

C_o = konsentrasi awal timbal (II) (ppm)

C_e = konsentrasi akhir timbal (II) (ppm)

Studi Isoterm

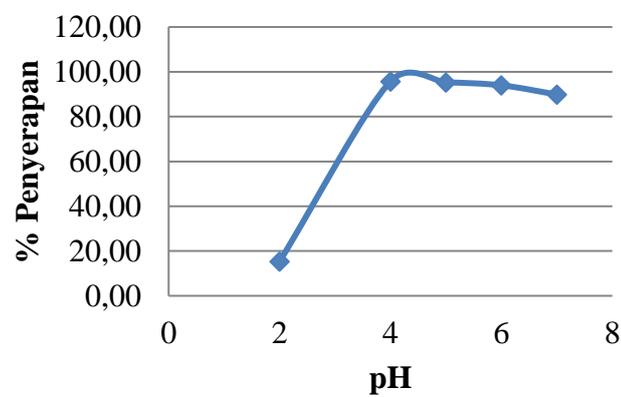
Isoterm Langmuir diperoleh dengan memplotkan harga $1/Q$ terhadap konsentrasi $1/C$ (konsentrasi tembaga pada saat setimbang) dapat ditarik garis lurus, sehingga dapat

diperoleh harga tetapan kesetimbangan Langmuir K_d (l/mg) dan kapasitas adsorpsi Q_m (mg/g) yang ditentukan dari intersep dan slope (Lelifajri, 2010). Konstanta a dan b dapat diperoleh dari kurva hubungan $\frac{c}{x/m}$ terhadap c pada persamaan $\frac{c}{x/m} = \frac{1}{ab} + \frac{1}{a}C$ (Apriliani, 2010). Pada persamaan Freundlich jika $\log X_m/m$ bertindak sebagai ordinat dan $\log C$ sebagai absisnya, maka persamaan linear akan diperoleh dengan intersep $\log k$ dan slope $1/n$ (Handayani dan Sulistiyono, 2009).

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh pH

Salah satu faktor penting dalam proses penyerapan ion logam adalah pH larutannya. Telah diketahui bahwa pH larutan dapat mempengaruhi kelarutan suatu ion logam. Efisiensi penyerapan ion logam Pb(II) sangat dipengaruhi oleh pH larutan. Penelitian ini dilakukan pada variasi pH 2, 4, 5, 6 dan 7. Parameter lainnya yang digunakan yaitu konsentrasi awal ion logam Pb(II) 30,1110 ppm; waktu kontak 30 menit; kecepatan pengadukan 350 rpm; dan massa adsorben 1 gram. Berikut grafik efisiensi penyerapan ion logam Pb(II).

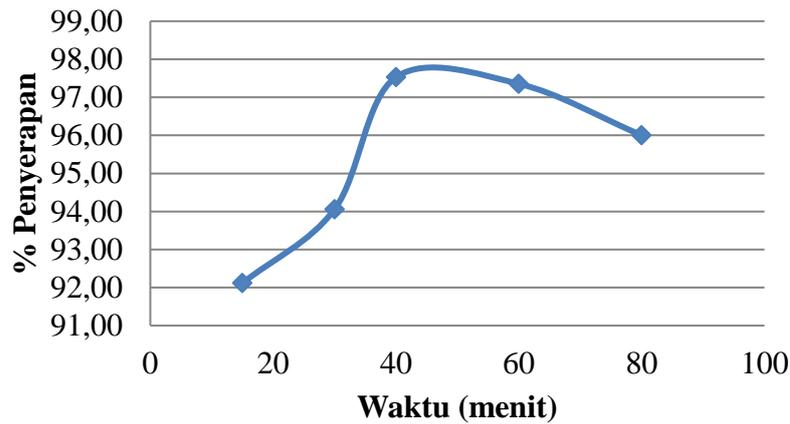


Gambar 1. Efisiensi pengaruh pH terhadap penyerapan ion logam Pb(II)

Berdasarkan gambar 1. dapat diketahui bahwa penyerapan ion logam Pb(II) paling besar terjadi pada pH 4 dengan persen penyerapan yaitu 95,72%. Hal ini dapat terjadi karena pada pH tinggi ion Pb berinteraksi dengan OH^- sehingga menghasilkan endapan dan mengganggu proses adsorpsi. Selain itu pada interaksi antara ion Pb dan OH^- juga dapat disertai dengan pelarutan dan terjadinya hidrolisis (Riwayati, dkk., 2014). Efisiensi penyerapan menjadi tidak stabil pada pH netral, di mana ion-ion logam dapat mengalami reaksi hidrolisis dalam larutan sehingga akan membentuk ion logam semula dan mengakibatkan persen penyerapannya menurun (Apriliani, 2010).

Pengaruh Waktu Kontak

Penelitian ini dilakukan pada variasi waktu kontak 15, 30, 40, 60 dan 80 menit. Parameter lainnya yang digunakan yaitu konsentrasi awal ion logam Pb(II) 52,5880 ppm; pH 4; kecepatan pengadukan 350 rpm; dan massa adsorben 1 gram. Berikut grafik efisiensi penyerapan ion logam Pb(II).

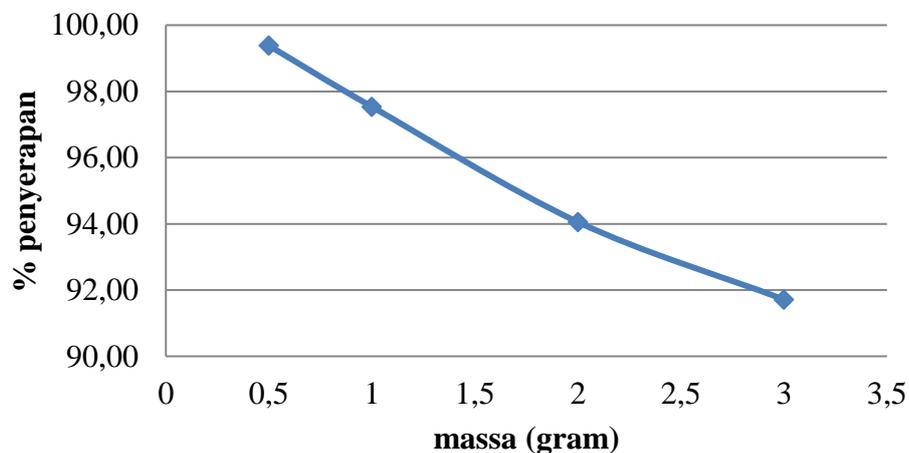


Gambar 2. Efisiensi pengaruh waktu kontak terhadap penyerapan ion logam Pb(II)

Berdasarkan gambar 2. dapat diketahui bahwa penyerapan ion logam Pb(II) paling besar terjadi pada waktu kontak 40 menit dengan persen penyerapan yaitu 97,53%. Pada pengaruh waktu kontak, adsorpsi dapat terjadi dalam 2 fase tahapan. Fase pertama merupakan fase cepat yang memungkinkan tersedianya tempat aktif dimana terjadinya ikatan ion Pb(II) dengan permukaan adsorben. Sedangkan Fase lambat dengan waktu kontak yang lama tidak menghasilkan proses adsorpsi yang optimal karena terjadi proses difusi ion logam ke dalam adsorben (Kostic, dkk., 2013).

Pengaruh Massa Adsorben

Penelitian ini dilakukan pada variasi massa adsorben 0,5, 1, 2 dan 3 gram. Parameter lainnya yang digunakan yaitu konsentrasi awal ion logam Pb(II) 52,5880 ppm; pH 4; waktu kontak 40 menit dan kecepatan pengadukan 350 rpm. Berikut grafik efisiensi penyerapan ion logam Pb(II).

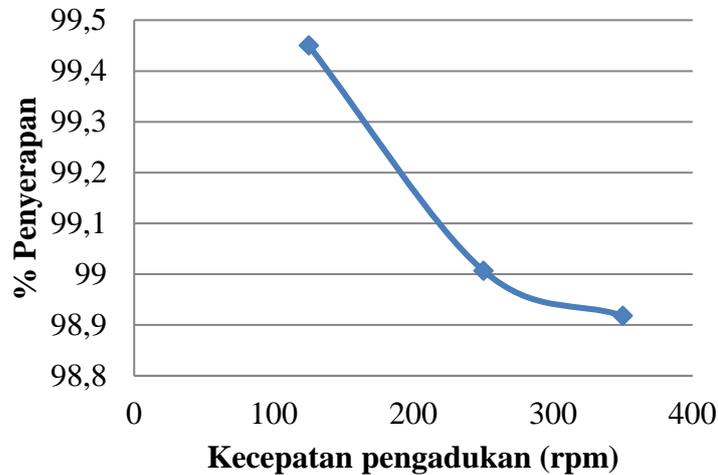


Gambar 3. Efisiensi pengaruh massa adsorben terhadap penyerapan ion logam Pb(II)

Berdasarkan gambar 3. menunjukkan bahwa penyerapan paling besar terjadi pada massa adsorben 0,5 gram dengan persentase penyerapan sebesar 99,38%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar massa adsorben yang digunakan maka ion Pb(II) yang terserap akan semakin kecil. Jika massa adsorbet semakin besar, waktu kontak yang diperlukan untuk mencapai kesetimbangan juga semakin lama, sehingga kapasitas adsorpsinya semakin kecil (Demirbas, dkk., 2004).

Pengaruh Kecepatan Pengadukan

Penelitian ini dilakukan pada variasi kecepatan pengadukan 125, 250 dan 350 rpm. Parameter lainnya yang digunakan yaitu konsentrasi awal ion logam Pb(II) 42,884 ppm; pH 4; waktu kontak 40 menit dan massa adsorben 0,5 gram. Berikut grafik efisiensi penyerapan ion logam Pb(II).

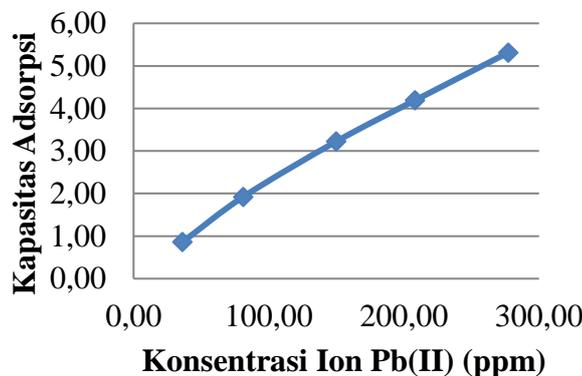


Gambar 4. Efisiensi pengaruh kecepatan pengadukan terhadap penyerapan ion logam Pb(II)

Berdasarkan gambar 4. menunjukkan bahwa penyerapan paling besar ion logam Pb(II) terjadi pada kecepatan pengadukan 125 rpm dengan persentase penyerapan sebesar 99,45%. Penurunan persen penyerapan terus menurun pada 250 dan 350 rpm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada kecepatan diatas 125 rpm dapat membuat ikatan antar partikel adsorben dan adsorbat terlepas dan juga dapat membuat adsorben tidak sempat berikatan kuat dengan logam berat sehingga terjadi penurunan persen penyerapan (Syauqiah, 2011).

Pengaruh Konsentrasi Awal Ion Logam Pb(II)

Penelitian ini dilakukan memvariasikan konsentrasi awal ion logam Pb(II) yaitu 50, 100, 150, 200 dan 300 ppm. Parameter lainnya yang digunakan yaitu pH 4; waktu kontak 40 menit; kecepatan pengadukan 125 rpm dan massa adsorben 0,5 gram. Berikut grafik efisiensi penyerapan ion logam Pb(II).



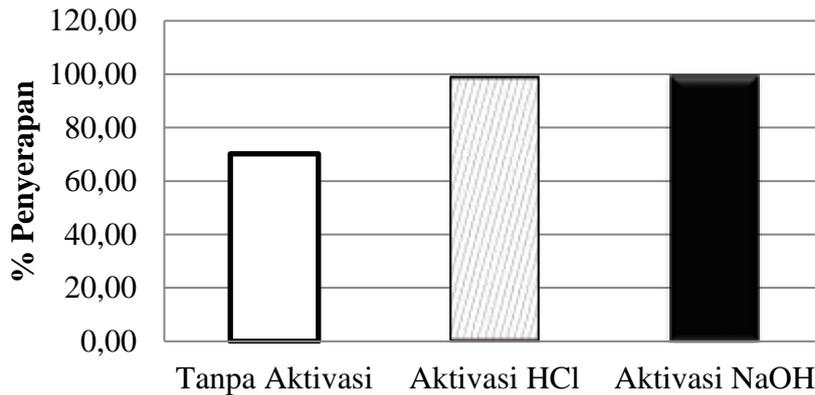
Gambar 5. Kapasitas adsorpsi pengaruh konsentrasi awal terhadap penyerapan ionlogam Pb(II)

Berdasarkan gambar 5. menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi berdasarkan pengaruh konsentrasi awal Pb(II) terus meningkat dari 0,86 mg/g menjadi 5,31 mg/g. Menurut Prasetiowati, dkk., (2014) semakin besar konsentrasi adsorbat maka semakin banyak pula

adsorbat yang akan teradsorpsi sehingga kapasitas adsorpsi juga semakin meningkat. Meningkatnya konsentrasi ion logam juga dapat menyebabkan efisiensi penyerapan menjadi berkurang karena kemampuan serapannya telah mencapai keadaan optimum.

Aktivasi Adsorben dengan NaOH dan HCl

Adsorben yang teraktivasi dengan asam dan basa sangat mempengaruhi efisiensi penyerapan ion logam Pb(II). Pada penelitian ini dilakukan pada keadaan optimum diantaranya pH yang digunakan yaitu 4, waktu kontak 40 menit, massa adsorben 0,5 gram, kecepatan pengadukan 125 rpm dan konsentrasi awal ion 277,204 ppm. Berikut data hasil penelitian untuk pengaruh aktivasi adsorben asam dan basa terhadap efisiensi penyerapan ion Pb(II) dapat dilihat pada Gambar 4.6 dibawah ini.

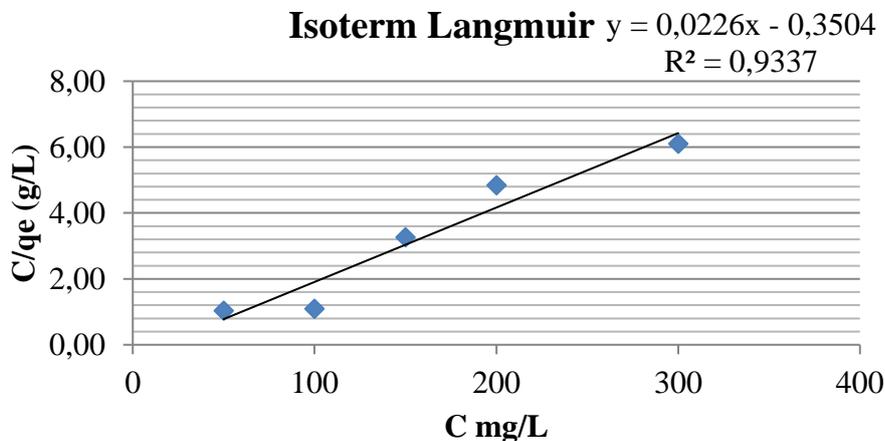


Gambar 6. Efisiensi penyerapan ion Pb(II) dengan adsorben teraktivasi

Gambar 6. menunjukkan bahwa efisiensi penyerapan paling besar terjadi pada adsorben basa dengan persen penyerapannya sebesar 99,64%. Aktivasi adsorben dilakukan bertujuan untuk modifikasi adsorben, sehingga kapasitas adsorpsinya meningkat. Adsorben terlebih dahulu dicuci dengan akuades agar komponen non selulosa yang menempel pada adsorben hilang dan tidak mengganggu proses penyerapan. Adsorben yang direndam dengan NaOH 2 N terjadi delignifikasi yaitu pelarutan senyawa-senyawa seperti lignin yang dapat menghalangi proses transfer ion logam Pb(II) ke dalam sisi aktif adsorben. Ion OH⁻ dapat memutus ikatan-ikatan dari struktur dasar lignin sehingga larut dan tidak mengganggu proses adsorpsi (Mandasari, 2016).

Isoterm Adsorpsi Model Isoterm Langmuir

Berikut kurva isoterm Langmuir yang diperoleh dengan memplotkan C sebagai absis dan C/q_e sebagai ordinat.

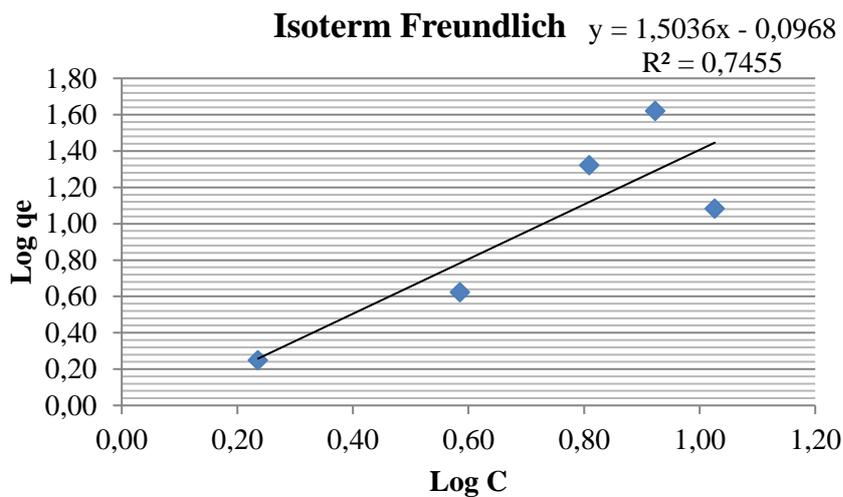


Gambar 7. Kurva isoterm Langmuir untuk adsorpsi ion logam Pb(II) oleh serbuk gergaji kayu damar laut (*Shorea sp*)

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa grafik linier yang diperoleh dengan persamaan $y = 0,022x - 0,350$ dengan $R^2 = 0,933$. Jika nilai R^2 yang diperoleh mendekati 1, maka hasil yang diperoleh sudah linear atau baik (Prasad, dkk., 2009). Dari hasil perhitungan $y = 0,022x - 0,350$ kapasitas adsorpsi maksimum ion logam Pb(II) adalah 45,45 mg/g sedangkan nilai konstanta isoterm Langmuir yang diperoleh yaitu $6,286 \times 10^{-2}$. Nilai konstanta isoterm ini menunjukkan afinitas antara biomass dengan logam berat, dimana semakin besar nilai konstanta kesetimbangan, maka semakin besar juga afinitas adsorben terhadap logam berat (Wulandari, dkk., 2014).

Model Isoterm Freundlich

Isoterm Freundlich merupakan proses adsorpsi yang bersifat multilayer atau banyak lapisan dan terjadi secara fisorpsi. Berikut kurva isoterm Freundlich yang diperoleh dengan memplotkan Log C sebagai absis dan Log q_e sebagai ordinat.



Gambar 8. Kurva isoterm Freundlich untuk adsorpsi ion logam Pb(II) oleh serbuk gergaji kayu damar laut (*Shorea sp*)

Gambar 8. menunjukkan bahwa grafik linear yang diperoleh yaitu $y = 1,503x - 0,096$ dan $R^2 = 0,745$. Dari hasil perhitungan $y = 1,503x - 0,096$ diperoleh kapasitas adsorpsi maksimum ion logam Pb(II) adalah 1,2473 mg/g sedangkan nilai konstanta isoterm Freundlich yang diperoleh yaitu 0,6653.

Tabel 1. Kapasitas Adsorpsi dan Konstanta Isoterm Langmuir dan Freundlich pada Adsorpsi Ion Logam Pb(II) Menggunakan Kayu Damar Laut (*Shorea sp*)

Isoterm Langmuir			Isoterm Freundlich		
b (mg/g)	K	R ²	K (mg/g)	n	R ²
45,45	$6,286 \times 10^{-2}$	0,933	12,473	0,6653	0,745

Berdasarkan tabel 1. grafik linearitas yang baik diperoleh pada isoterm Langmuir dengan koefisien korelasi isoterm 0,933. Nilai R² Langmuir lebih besar dari Freundlich, hal ini juga menunjukkan bahwa model isoterm Langmuir sesuai dengan proses adsorpsi ion logam Pb(II) dengan serbuk gergaji kayu damar laut (*Shorea sp*). Adsorpsi ion logam Pb(II) bersifat monolayer dan memiliki situs aktif yang hanya dapat menampung satu ion teradsorpsi pada permukaan adsorben. Jika semua situs aktif telah mengikat adsorbat, maka proses adsorpsi akan berhenti dan telah mengalami kesetimbangan karena interaksi ion logam Pb(II) dengan adsorben hanya pada lapisan tunggal atau monolayer (Prasetiowati, 2014).

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai uji daya serap serbuk gergaji kayu damar laut (*shorea sp*) terhadap logam Pb(II) dengan menggunakan metode spektrofotometer serapan atom dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Serbuk gergaji kayu damar laut dapat digunakan sebagai adsorben karena dapat mengadsorpsi ion logam Pb(II).
- 2) Penyerapan ion logam Pb(II) menggunakan serbuk gergaji kayu damar laut terjadi pada pH 4, waktu kontak 40 menit, massa adsorben 0,5 g, kecepatan pengadukan 125 rpm dan konsentrasi awal ion logam Pb(II) 300 ppm.
- 3) Adsorben yang diaktivasi oleh NaOH memiliki nilai efisiensi penyerapan yang lebih besar daripada adsorben yang diaktivasi dengan HCl yaitu 99,64%.
- 4) Adsorpsi ion logam Pb(II) dengan adsorben serbuk gergaji kayu damar laut (*Shorea sp*) memenuhi model isoterm Langmuir.
- 5) Model isoterm Langmuir memperoleh kapasitas adsorpsi yaitu 45,45 mg/g dan konstanta kesetimbangannya $6,286 \times 10^{-2}$.
- 6) Model isoterm Freundlich memperoleh kapasitas adsorpsi yaitu 1,2473 mg/g dan konstanta kesetimbangannya 0,6653.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut :

- 1) Penelitian ini dapat dilakukan lebih lanjut terhadap logam berat lainnya yang juga berbahaya dan dapat mencemari lingkungan.
- 2) Adsorben yang digunakan dapat dimodifikasi hingga efektif untuk digunakan pada penyerapan ion logam berat.
- 3) Dapat menambah beberapa faktor lainnya yang juga mempengaruhi daya adsorpsi.

Daftar Pustaka

- Abas, S.N.A., Ismail, M.H.S., Siajam, S.I., Kamal, M.L. (2015). Development of Novel Adsorbent-Mangrove-Alginate Composite Bead (MACB) for Removal of Pb(II) from Aqueous Solution. *Journal of Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 50, 182-189.
- Ahmad, A., Chii, Y.Y., Ibrahim, M.H., Rafatullah, M., Siddique, B.M., dan Sulaiman, O. (2009). Removal Of Cu(II) And Pb(II) Ions From Aqueous Solutions By Adsorption On Sawdust Of Meranti Wood. *Desalination*, 247, 636-646.
- Apriliani, A. (2010). Pemanfaatan Arang Ampas Tebu Sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu dan Pb dalam Air Limbah. Skripsi. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- Crini, G. (2005). Recent Developments in Polysaccharide-Based Materials Used as Adsorbents in Wastewater Treatment. *Prog. Polym. Sci*, 30, 38-70.
- Cui, H., Chen, J., Yang, H., Wang, W., Liu, Y., Zou, D., Liu, W. dan Men, G. (2013). Preparation and Application of Aliquat 336 Functionalized Chitosan Adsorbent for the Removal of Pb(II). *Chemical Engineering Journal*, 232, 372-379.
- Darmono. (2001). Lingkungan Hidup dan Pencemaran. Jakarta: UI-Press.
- Demirbas, E., Kobya, M., Senturk, E., Ozkan, T. (2004). Adsorption Kinetics for The Adsorbent of Chromium (VI) from Aqueous on The Solutions on The Activated Carbons Prepared from Agricultural Wastewater. *SA*, 30, 533-540.
- Dewi. (2011). Analisis Cemar Logam Timbal (Pb), Tembaga (Cu) dan Kadmium (Cd) dalam Tepung Gandum Secara Spektrofotometri Serapan Atom. Skripsi. Depok: Universitas Indonesia.
- Fernanda, Lidya. (2012). Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Nikel (Ni), Kromium (Cr) dan Kadmium (Cd) pada Kerang Hijau (*Perna Viridis*) dan Sifat Fraksionasinya pada Sedimen Laut. Skripsi. Depok: Universitas Indonesia.
- Handayani, N dan Sulistiyono, S. (2009). Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Penyerapan Limbah Krom(IV) oleh Zeolit. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir*, 130-136.
- Lelifajri. (2010). Adsorpsi Ion Logam Cu (II) Menggunakan Lignin dari Limbah Serbuk Kayu Gergaji. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 7(3), 126-129.

- Jang-Soon, K., Taek-Yun, S., Hwa-Lee, J., Oh-Kim, S., Young-Jo, H. (2010). Removal of Divalent Heavy Metals (Cd, Cu, Pb, And Zn) And Arsenic(III) from Aqueous Solutions Using Scoria: Kinetics and Equilibria of Sorption. *Journal of Hazardous Materials*, 174, 307-313.
- Kostic, M., Mitrovic, J., Radovic, M., Ljupkovic, R., Krstic, N., Bojic, D. dan Bojic, A. (2013). Using Xanthated *Lagenaria vulgaris* Shell Biosorbent for Removal of Pb(II) Ions from Wastewater. *J Iran Chem Soc*, 1-16.
- Mandasari, I. dan Purnomo, A. (2016) Penurunan Ion Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air dengan Serbuk Gergaji Kayu Kamper. *Jurnal Teknik*, 5(1), 11-16.
- Naria, Evi. (2005) Mewaspadai Dampak Bahan Pencemar Timbal (Pb) di Lingkungan Terhadap Kesehatan. *Jurnal Komunikasi Penelitian*, 17(4), 66-72.
- Nurhasni., Hendrawati., Saniyah N. (2014). Sekam Padi untuk Menyerap Ion Logam Tembaga dan Timbal dalam Air Limbah. *Valensi*, 4(1), 130-138.
- Prado, A.G.S., Moura, A.O., Holanda, M.S., Carvalho, T.O., Andrade, R.D.A., Pescara, I.C., Oliveira, A.H.A., Okino, E.Y.A., Pastore, T.C.M., Silva, D.J. dan Zara, L.F. (2010). Thermodynamic Aspects of The Pb Adsorption Using Brazilian Sawdust Samples: Removal of Ions From Battery Industry Wastewater. *Chemical Engineering Journal*, 16, 549-555.
- Prasad, A.G.D dan Abdullah, M.A. (2009). Biosorption of Fe(II) from Aqueous Solution Using Tamarind Bark and Potato Peel Waste: Equilibrium and Kinetics Studies. *Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation*, 4(3), 273-282.
- Prasetyowati, Y., Toeti, K. (2014). Kapasitas Adsorpsi Bentonit Teknis Sebagai Adsorben Ion Cd^{2+} . *UNESA Journal of Chemistry*, 3(3), 194-200.
- Purwaningsih, D. (2009) Adsorpsi Multi Logam Ag(I), Pb(II), Cr(III), Cu(II) dan Ni(II) pada Hibrida Etilendiamino-Silika dari Abu Sekam Padi. *Jurnal Penelitian Saintek*, 14(1), 59-76.
- Riwayati, I., Indah, H., Helmy, P. dan Suwardiyono. (2014). Adsorpsi Logam Berat Timbal dan Kadmium Pada Limbah Batik Menggunakan Biosorbent Pulpa Kopi Terxanthasi. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sain & Teknologi (SNAST)*. Yogyakarta, 211-216.
- Syauqiah, I., Mayang, A. dan Hetty, A.K. (2011). Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif. *Info Teknik*, 12(1), 11-20.
- Wulandari, Y., Kurniasari, L. dan Riwayati, I. (2014). Adsorpsi Logam Timbal Menggunakan Ketela Rambat (*Ipomoea batatas L*). *Prosiding SNST ke-5, Semarang*, 75-80.