



Adsorpsi Ion Logam Pb^{2+} Menggunakan Limbah Serbuk Gergaji Kayu Mahoni

Vinny Rochmah , Agung Tri Prasetya, dan Triastuti Sulistyaningsih

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang
Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Diterima: Juli 2017

Disetujui: Agustus 2017

Dipublikasikan: Agustus
2017

Keywords:

adsorption
isotherms
metal ions Pb^{2+}
sawdust mahogany

Abstrak

Pembuangan limbah industri yang mengandung logam berat dapat mencemari lingkungan perairan. Pengolahan limbah logam berat dapat dilakukan dengan metode adsorpsi. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah serbuk gergaji kayu mahoni untuk adsorpsi ion logam Pb^{2+} . Serbuk gergaji kayu mahoni dihaluskan sampai lolos ayakan 100 *mesh*, lalu dicuci dan dikeringkan. Karakterisasi serbuk gergaji kayu mahoni menggunakan FT-IR (*Fourier Transform Infrared*). Proses adsorpsi dilakukan dengan variasi pH, waktu kontak, dan konsentrasi larutan. Hasil karakterisasi FT-IR menunjukkan adanya pita serapan melebar pada bilangan gelombang 3454 cm^{-1} yang diinterpretasikan sebagai vibrasi ulur untuk gugus $-OH$. Adsorpsi ini melibatkan gugus hidroksi yang terkandung di dalamnya, sehingga terjadi interaksi kimia antara adsorben dengan ion logam Pb^{2+} . Berdasarkan penelitian, diperoleh kondisi optimum pada pH 6, waktu kontak 30 menit, konsentrasi 300 mg/L, dan kapasitas maksimum adsorpsi sebesar 111,9709 mg/g dengan mengikuti model Isoterm *Langmuir*.

Abstract

Disposal of industrial waste containing heavy metals can pollute the water environment. Processing of heavy metal waste can be achieved by adsorption. This research aims to utilize of mahogany wood waste sawdust to adsorption of metal ions Pb^{2+} . Sawdust mahogany grinded until it passes a 100 mesh sieve, then washed and dried. Characterization of sawdust mahogany using FT-IR (*Fourier Transform Infrared*). The adsorption process is done with the variation of pH, contact time, and solution concentration. FT-IR characterization results indicate a wide absorption band at wavenumber 3454 cm^{-1} are interpreted as for the $-OH$ stretching vibration. This adsorption involving hydroxy groups contained therein, resulting in a chemical interaction between the adsorbent with a metal ion Pb^{2+} . Based on the research, obtained optimum at pH 6, the contact time of 30 minutes, a concentration of 300 mg/L, and the maximum adsorption capacity of 111.9709 mg/g following the model isotherms *Langmuir*.

© 2017 Universitas Negeri Semarang

 Alamat korespondensi:
Gedung D6 Lantai 2 Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229
E-mail: vinny_chemistry@yahoo.com

p-ISSN 2252-6951

e-ISSN 2502-6844

Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk dunia yang sangat cepat dan perkembangan industri yang makin pesat menyebabkan makin banyak limbah atau bahan buangan yang bersifat racun yang di buang ke lingkungan. Limbah ini yang nantinya mencemari lingkungan dalam jumlah yang sulit di kontrol secara tepat. Di Indonesia, sumber pencemar dapat berasal dari limbah rumah tangga, perusahaan, pertambangan, industri dan lain-lain. Zat-zat pencemar lebih didominasi oleh bahan buangan logam berat salah satunya adalah timbal (Pb) (Tangio; 2013). Keberadaan logam-logam berat di lingkungan merupakan masalah lingkungan yang perlu mendapat perhatian serius (Kristiyani; 2012).

Banyak metode yang telah dikembangkan untuk menurunkan kadar logam berat dari badan perairan, misalnya metode pengendapan, evaporasi, elektrokimia, dan dengan cara penyerapan bahan pencemar oleh adsorben baik berupa resin sintetik maupun karbon aktif (Lopes; 1997; Giequel, *et al.*; 1997). Metode adsorpsi merupakan salah satu metoda yang sangat efisien untuk menurunkan kandungan logam berat (Lelifajri; 2010). Pada tahun 1994, telah dilakukan penelitian mengenai adsorpsi ion logam Pb^{2+} menggunakan lignin yang diekstraksi dari lindi hitam. Kapasitas adsorpsi yang dilaporkan sebesar 1865 mg/g. Hasilnya mengindikasikan bahwa kapasitas adsorpsi yang tinggi disebabkan karena kehadiran gugus polihidroksil fenol yang terdapat di permukaan lignin. Bila dibandingkan dengan arang aktif yang hanya mempunyai kapasitas adsorpsi sebesar 30 mg/g, lignin dianggap sebagai adsorben terbaik dengan biaya yang murah untuk adsorpsi ion logam Pb^{2+} (Babel dan Kurniawan; 2003).

Berdasarkan uraian di atas, perlu dilakukan penelitian mengenai adsorpsi ion logam Pb^{2+} menggunakan limbah serbuk kayu gergaji. Pada penelitian ini akan dipelajari kemampuan lignin hasil modifikasi dari limbah serbuk gergaji kayu mahoni sebagai material penyerap ion logam Pb^{2+}

Metode

Alat yang digunakan dalam penelitian ini neraca analitik *AND GR-2000*, pH digital *Livobond*, *shaker/magnetic stirrer Ceramag Midi*, oven listrik *Memmert*, dan ayakan ukuran 100 *mesh*. Untuk analisis dan pengujian digunakan SSA (Spektrofotometri Serapan Atom) *Perkin-Elmer AA 900 F* dan FT-IR (*Fourier Transform Infrared*) *Perkin-Elmer Frontier*. Bahan yang digunakan adalah Limbah serbuk gergaji kayu mahoni, etanol teknis, $Pb(NO_3)_2$, benzena, HNO_3 , NaOH dengan kualitas *analytical grade* buatan *Merck*, dan aquades.

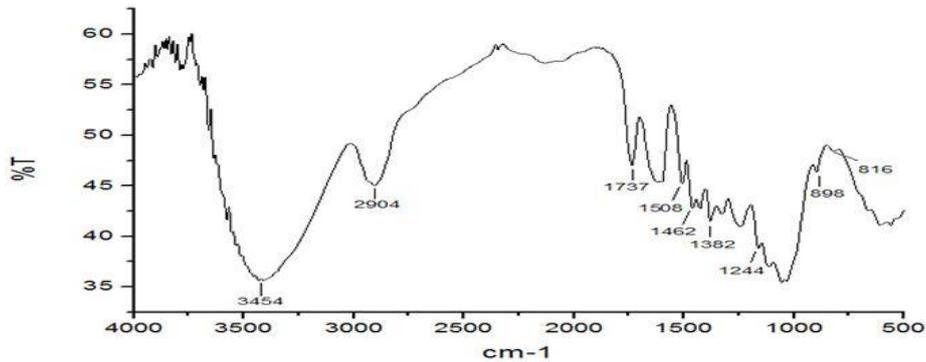
Proses ini diawali dengan mengekstraksi limbah serbuk gergaji kayu mahoni ukuran 100 *mesh* menggunakan pelarut etanol-benzena (1:2 v/v) selama 24 jam. Serbuk hasil ekstraksi dicuci dengan aquades, lalu diuji pHnya sampai menunjukkan pH 6. Serbuk yang diperoleh dikeringkan di oven pada suhu $105^\circ C$ dan siap digunakan sebagai adsorben ion logam Pb^{2+} . Gugus fungsi yang ada di dalam adsorben diuji dengan FT-IR. Pada proses adsorpsi, variasi yang digunakan adalah variasi pH (2, 3, 4, 5, 6, dan 7), waktu kontak (10, 30, 60, 90, dan 120 menit), dan konsentrasi (100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, dan 600 mg/L), dengan massa adsorben (0,1 gram), ukuran adsorben (100 *mesh*), suhu pengeringan ($105^\circ C$), dan konsentrasi awal larutan Pb^{2+} yang akan diadsorpsi (100 mg/L).

Penentuan pH optimum adsorpsi dilakukan dengan dimasukkan masing-masing 50,0 mL larutan Pb^{2+} dengan konsentrasi awal 100 mg/L ke dalam 5 buah erlenmeyer 50 mL dan pH larutan diatur pada pH 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 kemudian ditambahkan 0,10 gram adsorben. Selanjutnya larutan digojog menggunakan *shaker* selama 30 menit. Larutan disaring dan filtratnya dianalisis dengan menggunakan SSA untuk mengetahui banyaknya Pb^{2+} yang tersisa dalam larutan setelah interaksi dengan adsorben. pH optimum yang diperoleh selanjutnya akan digunakan untuk penentuan waktu kontak dan konsentrasi optimum adsorpsi ion logam Pb^{2+} menggunakan serbuk gergaji kayu mahoni.

Hasil dan Pembahasan

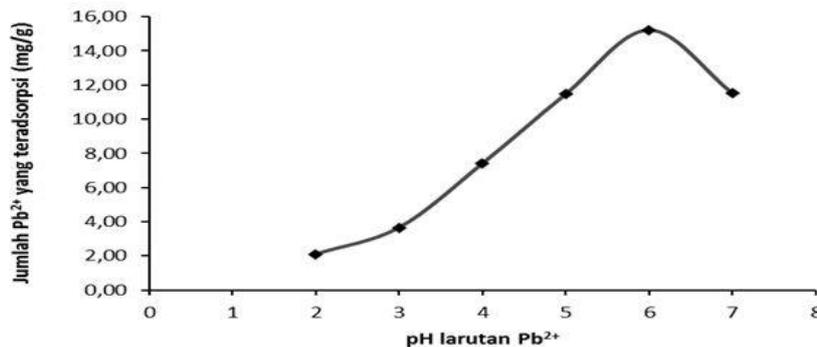
Identifikasi gugus fungsional yang terdapat dalam serbuk gergaji kayu mahoni dilakukan dengan spektrofotometer infra merah. Spektra hasil analisisnya dan perbandingannya dengan lignin isolat disajikan pada Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan serapan melebar pada bilangan gelombang 3454 cm^{-1} yang dapat diinterpretasikan sebagai vibrasi ulur untuk gugus $-OH$. Serapan pada 2904 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur untuk gugus $-CH_3$ dan $-CH_2$, serapan pada 1737 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur untuk gugus $C=O$ tak terkonjugasi. Serapan pada 1508 cm^{-1} menunjukkan vibrasi tekuk $C=C$ untuk cincin aromatik serta vibrasi tekuk $C-H$ pada serapan 898 cm^{-1} dan 816 cm^{-1} . Deformasi $C-H$ ditunjukkan oleh serapan 1462 cm^{-1} . Salah satu ciri khas untuk kayu yang sifatnya keras adalah adanya serapan 1244 cm^{-1} untuk jenis lignin guaiasil dan 1382 cm^{-1} untuk jenis lignin siringil. Perbedaan panjang gelombang ini disebabkan oleh adanya pengaruh struktur benzena pada inti aromatik yang terkandung dalam bahan yang dianalisis dan akibat oleh asal lignin. Pita serapan IR paling karakteristik yang membuktikan adanya lignin terdapat pada sekitar $1500-1600\text{ cm}^{-1}$ untuk vibrasi tekuk $C=C$ cincin aromatik, antara $1470-1460\text{ cm}^{-1}$ untuk

deformasi C-H, dan antara 1715-1710 cm^{-1} untuk vibrasi ulur untuk gugus -C=O tak terkonjugasi (Feckl, 1981). Hal ini dapat disimpulkan bahwa adsorben serbuk gergaji kayu mahoni mengandung unsur lignin yang dapat digunakan sebagai adsorben ion logam Pb^{2+} .



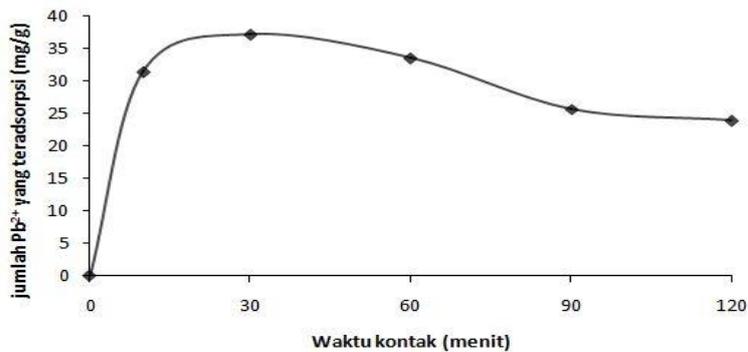
Gambar 1. Spektra Isolat Lignin

pH merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam proses adsorpsi ion logam. Penentuan derajat keasaman (pH) dalam proses adsorpsi merupakan parameter yang sangat penting karena pH mempengaruhi muatan situs aktif dari permukaan adsorben yang berperan aktif dalam proses adsorpsi ion logam dan mempengaruhi kelarutan ion logam dalam larutan. Hasil pengamatan pengaruh pH larutan Pb^{2+} terhadap adsorpsi ion logam Pb^{2+} disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan antara pH dan jumlah Pb^{2+} teradsorpsi (mg/g)

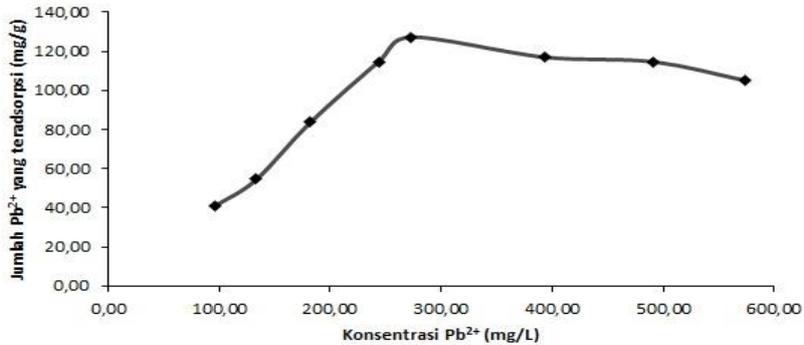
Pada Gambar 2 terlihat bahwa adsorpsi cenderung meningkat dengan semakin meningkatnya pH larutan. Adsorpsi optimum terjadi pada pH 6 dengan jumlah Pb^{2+} yang teradsorpsi sebesar 15,22 mg/g. Pada pH yang rendah, permukaan adsorben dikelilingi oleh ion H^+ dalam jumlah banyak, sehingga terprotonasi atau bermuatan positif, menyebabkan terjadinya penolakan elektrostatis terhadap Pb^{2+} . Adsorpsi mengalami penurunan pada pH 7 karena ion logam pada kondisi basa akan mengendap terbentuk endapan Pb(OH)_2 . Waktu kontak yang diperlukan untuk mencapai kesetimbangan adsorpsi digunakan untuk ukuran laju reaksi. Hasil pengamatan pengaruh waktu kontak larutan terhadap adsorpsi ion logam Pb^{2+} disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan antara waktu kontak (menit) dan jumlah Pb^{2+} teradsorpsi (mg/g)

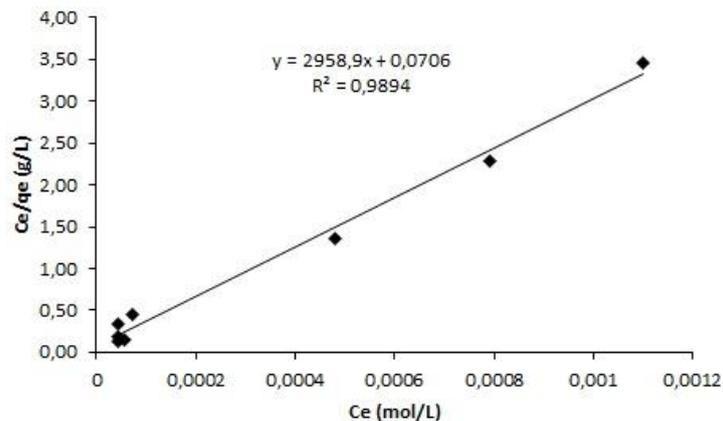
Pada Gambar 3 terlihat bahwa adsorpsi cenderung meningkat dengan semakin bertambahnya waktu kontak. Adsorpsi optimum terjadi pada waktu kontak 30 menit dengan jumlah Pb^{2+} yang teradsorpsi sebesar 37,13 mg/g. Semakin lama waktu interaksi adsorben dengan adsorbat, semakin banyak tumbukan yang terjadi, maka semakin banyak kemungkinan adsorbat yang terserap.

Semakin tinggi konsentrasi adsorbat, maka semakin cepat laju adsorpsinya. Hasil pengamatan pengaruh konsentrasi larutan Pb^{2+} terhadap adsorpsi ion logam Pb^{2+} disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan antara konsentrasi (mg/L) dan jumlah Pb^{2+} teradsorpsi (mg/g)

Pada Gambar 4 terlihat bahwa semakin besar konsentrasi Pb^{2+} , maka semakin cepat laju adsorpsinya yang berarti semakin banyak jumlah ion logam Pb^{2+} yang teradsorpsi oleh adsorben. Adsorpsi optimum terjadi pada konsentrasi 300 mg/L dengan jumlah Pb^{2+} yang teradsorpsi sebesar 127,19 mg/g. Semakin tinggi konsentrasi, maka kekuatan tolakan antara Pb^{2+} teradsorpsi pada permukaan adsorben dengan larutan lebih efektif, atau gaya tarik terhadap adsorbat oleh fluida lebih besar. Penentuan kapasitas adsorpsi Pb^{2+} ditentukan menggunakan model isoterm adsorpsi dengan data yang diperoleh dari penentuan konsentrasi optimum. Grafik isoterm *Langmuir* disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Isoterm *Langmuir*

Pada Gambar 5 terlihat bahwa adsorpsi Pb^{2+} menggunakan serbuk kayu gergaji mengikuti model isoterm *Langmuir* dengan faktor korelasi 0,989. adsorpsi ion Pb^{2+} pada adsorben hanya membentuk satu lapisan (*monolayer*). Dari perhitungan isoterm *Langmuir* diperoleh kapasitas maksimum adsorpsi ion Pb^{2+} sebesar 111,97 mg/g.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa keadaan optimum penyerapan ion logam Pb^{2+} dengan adsorben serbuk kayu gergaji adalah pada pH 6, waktu kontak optimum selama 30 menit, dan konsentrasi optimum sebesar 300 mg/L. Isoterm adsorpsi yang telah dipelajari untuk adsorpsi ion logam Pb^{2+} menggunakan serbuk gergaji kayu mahoni mengikuti Isoterm *Langmuir* dengan kapasitas maksimum adsorpsi sebesar 111,97 mg/g.

Daftar Pustaka

- Babel, S. dan T.A. Kurniawan. 2003. Low-cost Adorbents for Heavy Metals Uptake from Contaminated Water: A Review. *Journal of Hazardous Materials*, B97: 219-243
- Feckel, J. 1981. Gewinnung und Fraktionierung von Lignin-Polysacharid-Komplexen. *Doctor Thesis*. Munchen: Universitat Munchen
- Giequel, L., D. Wolbert and A. Laplanche. 1997 Adsorption of Antrazine by Powdered Activated Carbon: Influence of Dissolved Organic and Mineral Matter of Natural Water. *Environmental Science and Technology*, 18: 467-478
- Kristiyani, D., E.B. Susatyo dan A.T. Prasetya. 2012. Pemanfaatan Zeolit Abu Sekam Padi untuk Menurunkan Kadar Ion Pb^{2+} pada Air Sumur. *Indonesian Jurnal of Chemical Science*, 1(1): 13-19
- Lelifajri. 2010. Adsorpsi ion Logam Cu(II) Menggunakan Lignin dari Limbah Serbuk kayu Gergaji. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 7(3): 126-129
- Lopes, D.A. 1997. Sorption of Heavy Metals on Blast Furnace. *Water Resource*, 32:89-99
- Tangio, J.S. 2013. Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dengan Menggunakan Biomassa Enceng Gondok (*Eichhorniacrassipes*). *Jurnal Entropi*, 8(1): 500-506