



Adsorpsi Ion Logam Cu(II) Menggunakan Lignin dari Limbah Serbuk Kayu Gergaji

Lelifajri

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tanoh Abbe No. 3, Darussalam, Banda Aceh 23111
E-mail: lelyfajri_daud@yahoo.com

Abstract

Adsorption of heavy metal ion Cu(II) onto modified lignin from sawdust waste have been presented. The ability of lignin from sawdust waste to adsorb the copper ion has been evaluated by varying adsorption time, pH of solution, and adsorption capacity. The concentration of copper ion was measured by atomic adsorption spectrometer. The result showed that the optimum condition of ion Cu(II) by lignin were achieved at adsorption time of 15 minutes, pH of solution of 6, and copper concentration of 20 mg/L with adsorption efficiency of 99,3 %. In this study, the maximum capacity of 15,43 mg/g and equilibrium constant of 754,96 were achieved.

Keywords: adsorpsi, ion tembaga, lignin, limbah serbuk kayu gergaji

1. Pendahuluan

Keberadaan logam-logam berat di lingkungan seperti tembaga, kadmium dan timbal merupakan masalah lingkungan yang perlu mendapat perhatian serius. Adanya ion-ion logam berat dalam limbah industri telah lama menjadi objek dalam bidang kimia analitik dan kimia lingkungan. Limbah yang mengandung logam berat perlu mendapat perhatian khusus, mengingat dalam konsentrasi tertentu dapat memberikan efek toksik yang berbahaya bagi kehidupan manusia dan lingkungan di sekitarnya.

Banyak metoda yang telah dikembangkan untuk menurunkan kadar logam berat dari badan perairan, misalnya metoda 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 tersebut dianggap kurang efektif karena membutuhkan biaya yang relatif tinggi. Untuk itu perlu dicari metoda penyerapan dengan menggunakan bahan yang relatif murah, bisa didapat dengan mudah dan mempunyai daya serap tinggi.

Dewasa ini telah banyak dikembangkan teknologi aplikasi adsorpsi menggunakan berbagai material seperti lumut, sekam padi, eceng gondok, lumut dan alga. Metode adsorpsi merupakan salah satu metoda yang sangat efisien untuk menurunkan kandungan logam berat. Proses penyerapan ion logam oleh organisme hidup dipercayai terjadi melalui proses metabolisme dalam proses

penyerapan unsur hara untuk tanaman. Sementara penyerapan ion logam oleh organisme mati dipercayai terjadi melalui proses sorpsi yang melibatkan gugus fungsi yang berhubungan dengan protein, polisakarida, karboksilat, hidroksil, gugus sulfhidril dan biopolimer lain yang terdapat pada sel atau dinding sel (Drake dan Rayson, 1996).

Pemanfaatan bahan non biomaterial dan biomaterial seperti perlit, tanah gambut, lumpur aktif, biomassa bulu, dan sekam padi telah banyak dilaporkan. Zein dkk. (2003) telah melaporkan penggunaan biomaterial tanaman genjer sebagai penyerap logam kadmium. Dermibas (2007) telah memanfaatkan lignin dari kayu *Ailanthus altissima* sebagai penyerap logam Co dan Hg, sementara Celik dan Dermibas (2005) juga melaporkan limbah pulp sebagai sorben logam Pb, Cd, Zn dan logam Cu.

Pada penelitian ini dipelajari kemampuan lignin hasil modifikasi dari limbah serbuk kayu gergaji sebagai material penyerap logam tembaga. Optimasi penyerapan logam tembaga oleh lignin diuji dengan melakukan variasi waktu kontak dan pH larutan serta konsentrasi larutan. Konsentrasi tembaga ditentukan dengan menggunakan metode spektrofotometri serapan atom (SSA) yang didasarkan pada absorpsi cahaya oleh atom logam. Atom logam tersebut akan menyerap pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya dan atom tembaga menyerap pada panjang gelombang 324,7 nm (Khopkar, 1990).

2. Metodologi

2.1 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah serbuk Cu, asam sulfat, asam nitrat, asam klorida, etanol, aquades dan limbah serbuk kayu gergaji. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: spektrofotometer serapan atom (Simadzu AA 6200), pH meter Oreon, oven listrik Memmert, kertas saring dan alat-alat gelas.

2.2 Penyiapan Adsorben

Sample serbuk kayu direndam dengan etanol teknis selama satu malam, lalu disaring. Filtrat yang didapat dievaporasi sampai mengental. Hasil yang diperoleh selanjutnya dikeringkan di dalam oven pada 50°C selama satu malam dan lignin yang diperoleh digunakan sebagai sorben logam tembaga.

2.3 Optimasi Penyerapan Logam Tembaga oleh Lignin

a. Waktu Kontak

Ditimbang sebanyak 0,5 gram lignin kemudian dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer dan ditambahkan larutan tembaga 10 ppm. Selanjutnya larutan diaduk di atas shaker dengan variasi waktu kontak 15, 20, 30, 40, dan 50 menit. Larutan disaring dan filtratnya didestruksi dengan HNO₃ pekat, lalu larutan dianalisa dengan SSA dan perlakuan diulang dua kali.

b. pH

Lignin sebanyak 0,5 gram dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 50 ml. Selanjutnya ditambahkan larutan tembaga 10 ppm dan pH larutan diatur pada pH 3, 4, 5, 7 dan 9 dengan menambahkan NaOH atau HCl, lalu larutan diaduk di atas shaker hingga waktu serapan optimum. Larutan disaring dan filtratnya didestruksi dengan HNO₃ pekat, lalu larutan dianalisa dengan SSA. Perlakuan diulang sebanyak dua kali.

c. Konsentrasi Tembaga

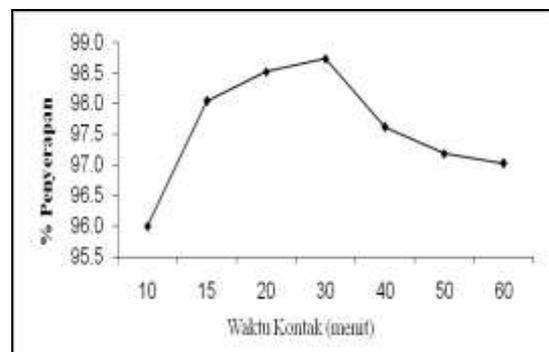
Lignin sebanyak 0,5 gram dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 50 ml. Selanjutnya ditambahkan larutan tembaga 10 ppm dengan variasi konsentrasi 5, 10, 15, 20, 25 ppm dan pH larutan diatur pada pH yang memberikan serapan optimum, lalu larutan diaduk di atas shaker hingga waktu serapan optimum. Larutan disaring dan filtratnya

didestruksi dengan HNO₃ pekat, lalu larutan dianalisa dengan SSA. Perlakuan diulang dua kali.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini lignin yang diperoleh dari hasil isolasi limbah serbuk kayu gergaji menghasilkan rendemen sebesar 10,38 gram atau 2,1 % dari 500 gram sampel. Rendemen lignin yang diperoleh pada penelitian ini masih rendah. Menurut Wieber dkk. (1988), kandungan lignin dalam selulosa kayu dapat mencapai 5-10%. Hal ini diduga bahwa lignin tidak terekstrak semua ke dalam pelarut. Selanjutnya, lignin yang didapat digunakan sebagai adsorben penyerap ion logam Cu dalam larutan. Kondisi optimum penyerapan diuji dengan mengukur absorbansi larutan standar Cu hasil variasi waktu kontak, nilai pH dan konsentrasi larutan standar Cu.

Pada Gambar 1 diperlihatkan pengaruh variasi waktu kontak (10, 15, 20, 30, 40 dan 50 menit) terhadap efisiensi penyerapan ion logam Cu oleh lignin. Pengamatan jumlah ion logam yang teradsorpsi terhadap perubahan waktu interaksi dilakukan untuk mengetahui laju adsorpsi logam Cu pada lignin. Menurut Cheremisinof (1987) dan Khopkar (1990) waktu kontak antara ion logam dengan adsorben sangat mempengaruhi daya serap. Semakin lama waktu kontak maka penyerapan juga akan meningkat sampai pada waktu tertentu akan mencapai maksimum dan setelah itu akan turun kembali. Waktu kontak optimum diperoleh pada 30 menit penyerapan dengan efisiensi 98,52 %. Efisiensi penyerapan menurun setelah 30 menit diduga karena terjadi proses desorpsi. Hal ini merupakan salah satu



Gambar 1. Pengaruh waktu kontak terhadap efisiensi penyerapan ion logam Cu oleh lignin limbah serbuk kayu dengan berat adsorben 0,5 g.

fenomena dalam adsorpsi fisika yang

menyatakan bahwa proses adsorpsi bersifat reversibel (Sukardjo, 1987).

Efisiensi proses adsorpsi ion Cu(II) oleh lignin juga diamati pada variasi pH 3, 4, 5, 6 dan 7 menggunakan kondisi waktu kontak optimum yang diperoleh. Hasil yang diperoleh seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan efisiensi penyerapan dengan meningkatnya nilai pH dan mencapai maksimum pada pH 6 dengan efisiensi penyerapan sebesar 98,7%. Pada pH yang lebih tinggi terjadi penurunan efisiensi penyerapan, hal ini diduga disebabkan oleh terbentuknya endapan Cu(OH)₂. Kondisi pH maksimum yang diperoleh berbeda dari nilai pH maksimum yang didapat Celik and Dermibas (2005) untuk adsorpsi ion Cu menggunakan lignin dari limbah pulp yaitu pada pH 5.

Efisiensi penyerapan ion tembaga oleh lignin dari serbuk kayu gergaji dihitung sebagai persen (%) penyerapan dengan formula:

$$E = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

C_o = konsentrasi awal larutan standar dan
C_e = konsentrasi setelah proses absorpsi dengan lignin.

Kadar logam tembaga yang teradsorpsi oleh lignin dihitung dari perbedaan kadar tembaga awal yang diinteraksikan pada lignin dan kadar tembaga pada filtrat diinteraksikan dengan lignin, dengan menggunakan formula berikut ini (Vijayaraghvan, dkk., 2004)

$$Q = \frac{(C_o - C_e)V}{W} \quad (2)$$

Dimana:

Q = kadar tembaga yang teradsorpsi (mg/g)
C_o = konsentrasi awal tembaga (mg/l)
C_e = konsentrasi akhir tembaga (mg/l)
V = volume larutan (l)
W = berat adsorben yang digunakan (g)

Model adsorpsi Langmuir dipilih untuk menentukan adsorpsi tembaga oleh adsorben. Model isoterm Langmuir dinyatakan dengan rumus (Levine, 2002):

$$\frac{1}{Q} = \frac{1}{KdQ_m} \times \frac{1}{C} + \frac{1}{Q_m} \quad (3)$$

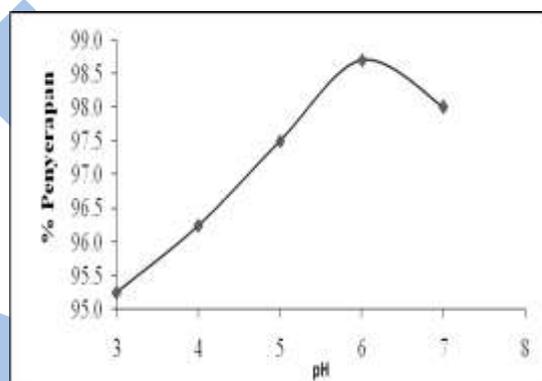
Dimana:

Q = kadar tembaga yang teradsorpsi oleh adsorben (mg/g)

Q_m = kadar logam terserap dalam keadaan jenuh (kapasitas serapan serapan maksimum) (mg)

C_e = konsentrasi tembaga pada keadaan setimbang (mg/l)

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.

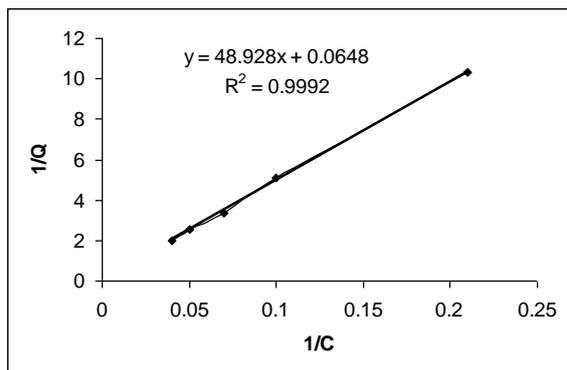


Gambar 2. Pengaruh pH larutan ion Cu(II) terhadap efisiensi penyerapan ion logam oleh lignin dari limbah serbuk kayu pada waktu kontak 15 menit, konsentrasi ion logam 10 mg/L, dan berat adsorben 0,5 g.

Dari hasil optimasi parameter waktu kontak dan pH, dilakukan variasi konsentrasi ion logam Cu(II) untuk memperoleh kurva linearitas Langmuir. Dari kurva linearitas (Gambar 3) diperoleh persamaan isotermal Langmuir dan selanjutnya digunakan untuk menentukan kapasitas penyerapan maksimum (Q_m) dan tetapan kesetimbangan. Isoterm adsorpsi menunjukkan bahwa kenaikan konsentrasi awal diikuti dengan meningkatnya jumlah zat yang teradsorpsi sehingga mencapai kesetimbangan. Adsorpsi Langmuir berasumsi bahwa pada permukaan adsorben terdapat sisi aktif yang sebanding dengan luas adsorben. Pada keadaan sisi aktif belum jenuh dengan adsorbat maka peningkatan konsentrasi adsorbat yang dipaparkan akan meningkat secara linear dengan jumlah adsorbat yang teradsorpsi (Oscik, 1982).

Berdasarkan kurva isotermal Langmuir, diperoleh kapasitas penyerapan Q_m ion Cu (II) sebesar 15,43 mg/gram dan konstanta kesetimbangan (K_d) 754,96. Nilai Q_m menunjukkan bahwa setiap satu gram lignin

dapat mengadsorpsi ion Cu(II) sebesar 15,43 mg. Nilai Q_m yang diperoleh pada penelitian ini lebih besar dari yang diperoleh oleh Wilson (1999) yang menggunakan lignin dari limbah pabrik gula dengan Q_{maks} 0,606 mg/g. Namun demikian kapasitas penyerapan oleh lignin dari limbah serbuk kayu gergaji yang didapat ini masih sedikit lebih rendah dari Q_m yang diperoleh Celik dan Dermibas (2005) sebesar 20 mg/g dengan menggunakan lignin hasil modifikasi dari limbah pulp.



Gambar 3. Kurva linearitas Langmuir untuk penyerapan ion logam Cu(II) oleh lignin limbah serbuk kayu.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa daya serap optimum lignin dari limbah serbuk kayu gergaji adalah pada waktu kontak 30 menit, pH larutan 6 dan konsentrasi adsorbat ion tembaga 20 mg/L dengan efisiensi penyerapan 99,3 %. Kapasitas serapan maksimum (Q_{maks}) oleh lignin berdasarkan kurva isotherm Langmuir adalah 15,43 mg/gram dengan konstanta kesetimbangan 756,96.

Daftar Pustaka

Celik, A., Dermibas, A. (2005) Removal of heavy metal ions from aqueous solution

via adsorption onto modified lignin from pulping wastes, *Energy Sources Part A: Recovery, Utilization and Environmental*, 27, 1167-1177.

Cheremenisoff, O. N. (1987) *Carbon Adsorption Hand Book*, Science Publisher Inc, Michigan, USA.

Dermibas, A. (2007) Adsorption of Co(II) and Hg(II) from water and wastewater onto modified lignin. *Energy Sources*. 27(2), 117-123.

Drake, L. R., Rayson, G. D. (1996) Plant-derived material for metal ion selective binding and preconcentration, *Analytical Chemistry*, 22-27.

Giequel, L., Wolbert, D. Laplanche, A. (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.

Khopkar (1990) *Konsep Dasar Kimia Analitik*, UI Press, Jakarta.

Levine, I. N. (2002). *Physical Chemistry*. 5th edition. Mc Graw Hill, New York.

Lopes, D. A. (1997) Sorption of heavy metals on blast furnace. *Water Resource*, 32, 989-996.

Oscik, J. (1982) *Adsorption*, Ellis Harwood Limited, England,

Sukardjo (1987) *Kimia Anorganik*. Bina Aksara, Jakarta.

Vijayaraghavan, K., Jegan, J. R., Palnivelu, K. Velan, M. (2009) Copper removal from aqueous solution by marine green alga *Ulva reticulata*, *Electronic Journal of Biotechnology*, 7(1), 61-71.

Wieber, J. F., Kuick, B., Zuman, P. (1988) Sorption of lignin, wood celluloses, copper (II) and zinc (II) ions, *Colloid and Surface* 33, 141-152.

Zein, R., Lorina, S., Nurhasni, Suyani, H., Munaf, E. (2003) Studi perbandingan kemampuan tanaman genjer (*Limncharis flava*) hidup dan mati untuk menyerap ion kadmium dalam air limbah. *Jurnal Kimia Andalas*, 9(1), 43-46.