

IREGENERATION OF RED WOOD SAW DUST (*Pterocarpus indicus*) AS BIOSORBENT OF Cu METAL WITH ACID CONCENTRATION VARIATION

Regenerasi Serbuk Gergaji Kayu Merah (*Pterocarpus Indicus*) sebagai Biosorben Logam Cu dengan Variasi Konsentrasi Asam

Serly J. Sekewael^{1*}, Ivonne Telussa¹, Stany Lasatira¹

¹Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Pattimura University, Kampus Poka, Jl. Ir. M. Putuhena, Ambon 97134

*E-mail: serlys@fmipa@unpatti.ac.id

Received: June 2014 Published: July 2014

ABSTRACT

The research about regeneration of red wood saw dust (*Pterocarpus indicus*) as biosorbent Cu metal with acid concentration variation has been carried out. The acid which used in this process is HCl with concentration variation 0.50 M, 0.75 M, and 1.00 M. The result of this research shows that absorption capacity between saw dust first and saw dust after regeneration is quite different 0.2 mg/g. Adsorption capacity after regeneration is found on saw dust which is regenerated by using HCl 0.50 M.

Keywords: Cu metal, regeneration, saw dust.

PENDAHULUAN

Pencemaran air oleh logam-logam berat dapat berasal dari proses-proses industri seperti industri metalurgi, industri penyamakan kulit, fungisida, industri cat dan zat warna tekstil (Redhana, 1994). Logam berat dalam limbah biasanya berada dalam berbagai macam kondisi, seperti tidak terlarut, terlarut, anorganik, tereduksi, teroksidasi, logam bebas, terpresipitasi, terserap, dan dalam bentuk kompleks. Logam-logam berat tersebut merupakan unsur yang dibutuhkan oleh makhluk hidup dalam jumlah yang sangat kecil sehingga jika kelebihan maka akan menyebabkan keracunan dan kematian makhluk hidup tersebut (Soeprijanto, dkk., 2007).

Logam berat yang mencemari lingkungan sebagian besar disebarkan melalui jalur air. Proses ini akan lebih cepat bila memasuki tubuh manusia melalui rantai makanan. Logam berat jika sudah terserap ke dalam tubuh maka tidak dapat dihancurkan tetapi akan tetap tinggal di dalam tubuh dan apabila suatu lingkungan terutama di perairan telah terkontaminasi

(tercemar) logam berat maka proses pembersihannya akan sulit sekali dilakukan (Nordberg, dkk., 1986). Oleh karena itu untuk mengontrol pencemaran lingkungan akibat logam berat, perlu dibatasi kandungan maksimum logam berat dalam suatu limbah yang diperbolehkan dibuang di badan air (Soeprijanto, dkk., 2007).

Meningkatnya suplai logam berat ke laut seperti tembaga (Cu) yang juga merupakan salah satu jenis logam berat esensial, diakibatkan oleh banyaknya aktivitas perkapalan pada industri galangan kapal, buangan rumah tangga, dan peralatan elektronik serta korosi bangkai-bangkai kapal yang dibiarkan berada di badan air (Darmono, 1994).

Logam berat dalam air buangan dapat dipisahkan dengan berbagai cara, yaitu dengan proses fisika, kimia, dan biologi. Berbagai macam metode digunakan untuk menanggulangi pencemaran logam berat seperti penukar ion, adsorpsi (penjerapan), dan pengendapan secara elektrolisis (Palar, 1994). Selain itu terdapat metode lain seperti osmosis balik, penonaktifan logam berat, dan ultrafiltrasi (Ahalya, dkk.,

2003). Dari beberapa teknik pengolahan logam berat tersebut masih memiliki kelemahan sehingga perlu dipertimbangkan kemudahan sistem aplikasi lapangan dan ketersediaan sumber daya yang melimpah di alam. Oleh sebab itu perlu dikembangkan beberapa cara lain di antaranya dengan pemanfaatan kemampuan biomaterial sebagai penyerap logam berat (*biosorpsi*). Bahan-bahan alam organik yang mempunyai gugus hidroksil (-OH) dapat dipakai untuk mengadsorpsi ion-ion logam berat (Yantri, 1998).

Indonesia khususnya Provinsi Maluku merupakan daerah tropis dan memiliki kekayaan hutan yang cukup melimpah sehingga terdapat berbagai industri yang menghasilkan limbah kayu khususnya pada penggergajian kayu. Desa Ariate yang terletak di Kecamatan Piru Kabupaten Seram Bagian Barat merupakan salah satu daerah penghasil kayu merah (*Pterocarpus Indicus*). Serbuk gergaji kayu sebagai hasil samping dari industri gergaji kayu sampai saat ini hanya sebagian kecil saja dimanfaatkan oleh masyarakat, seperti digunakan dalam pembuatan batu-bata, industri keramik, campuran dalam pembuatan pupuk organik, sedangkan selebihnya terbuang secara percuma. Padahal limbah hasil penggergajian kayu tersebut dapat diolah dan dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat.

Penelitian mengenai serbuk gergaji sebagai adsorben logam berat pernah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu antara lain; Bailey, dkk. (1999) menggunakan serbuk gergaji sebagai adsorben ion Cr (VI), Dewi dan Yulianti (2003) menggunakan serbuk gergaji sebagai adsorben logam berat Cu (II), serta Yefrida dan Yuniartis (2007) yang meneliti proses regenerasi dan pemakaian kembali serbuk gergaji kayu timbalun (*Parashorea lucida, Sp*) sebagai penyerap ion logam dalam air. Berdasarkan hasil-hasil penelitian tersebut dapat dikatakan bahwa serbuk gergaji mempunyai kemampuan yang cukup besar untuk menyerap ion logam yang terdapat dalam air.

Seperti halnya karbon aktif dan resin sintetik yang dapat diregenerasi, maka penulis mencoba untuk meregenerasi serbuk gergaji sebagai biosorben logam berat dengan judul penelitian : Regenerasi Serbuk Gergaji Kayu

Merah (*Pterocarpus indicus*) sebagai Biosorben Logam Cu dengan Variasi Konsentrasi Asam.

METODOLOGI

Bahan

Serbuk gergaji kayu merah (*Pterocarpus indicus*) yang berasal dari Desa Ariate Kecamatan Piru Kabupaten Seram Bagian Barat, Cu (NO₃)₂.3H₂O, p.a (E. Merck), HCl, p.a (E. Merck), Kertas saring Whatman No.42, Kertas lakmus, Akuades.

Alat

Timbangan analitik ADA 210/LE, lumpang, corong, pipet volum, oven (Memmert), penyaring Buchner, ayakan 100 mesh, seperangkat alat gelas, shaker 3005 GFL, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), Shimadzu AA-6300.

Prosedur Kerja

Penyiapan serbuk gergaji sebagai biosorben

Serbuk gergaji yang digunakan sebagai penyerap dibersihkan dan dicuci dengan akuades, lalu dikeringkan selama kurang lebih 5 hari. Serbuk gergaji kemudian dihaluskan dengan lumpang dan diayak dengan ukuran partikel 100 mesh. Serbuk dipanaskan pada suhu 90^oC selama 60 menit. Serbuk gergaji siap untuk digunakan sebagai biosorben.

Penyerapan ion logam Cu

Sebanyak 3 buah erlenmeyer disiapkan dan dimasukkan ke dalam masing-masing erlenmeyer tersebut 1 g serbuk gergaji, kemudian pada setiap labu erlenmeyer ditambahkan 20 mL larutan ion logam Cu²⁺ 50 ppm. Selanjutnya masing-masing campuran dishaker selama 60 menit dengan kecepatan pengadukan 180 rpm. Campuran disaring dan ditepatkan volumenya menjadi 20 mL dengan penambahan akuades. Masing-masing adsorban filtrat diukur absorbansinya dengan menggunakan SSA, sehingga dari nilai absorban dapat ditentukan konsentrasi akhir. Konsentrasi logam yang terserap ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$C_{ads} = C_0 - C_e$$

Regenerasi serbuk gergaji dengan variasi konsentrasi asam

Serbuk gergaji yang telah digunakan pada percobaan III.3.2 dikeringkan dengan cara dioven pada suhu 90°C selama 60 menit dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. HCl sebanyak 20 mL dengan variasi konsentrasi 0,50; 0,75 dan 1,00 M ditambahkan ke dalam erlenmeyer yang berisi serbuk gergaji. Campuran dikocok selama 60 menit dengan kecepatan pengadukan 180 rpm, kemudian disaring.

Penyerapan kembali ion logam Cu

Serbuk gergaji yang telah diregenerasi dengan larutan HCl dicuci dengan akuades sampai pH netral, kemudian dikeringkan. Selanjutnya serbuk dicampur dengan 20 mL larutan ion logam Cu²⁺ 50 ppm. Campuran dikocok selama 60 menit dengan kecepatan pengadukan 180 rpm. Campuran disaring dan filtratnya dianalisis dengan menggunakan SSA. Konsentrasi logam yang terserap ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$C_{ads} = C_0 - C_e$$

Dihitung kapasitas penyerapannya, dan dibandingkan dengan kapasitas penyerapan serbuk gergaji awal, menggunakan persamaan:

$$Q = \frac{C_0 - C_e}{V} \times m$$

Dengan:

Q = kapasitas penyerapan (mg/g)

C₀ = konsentrasi mula-mula (mg/L)

C_e = konsentrasi akhir (mg/L)

V = volume larutan (L)

m = massa adsorban (g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyerapan Ion logam Cu dengan Serbuk Gergaji Awal

Sebelum dilakukan proses adsorpsi larutan ion logam Cu²⁺ 50 ppm dengan menggunakan serbuk gergaji, larutan standar Cu diukur absorbansinya dan diperoleh hasil seperti yang terlihat pada Lampiran 1. Pada proses adsorpsi larutan ion logam Cu²⁺ 50 ppm dengan menggunakan serbuk gergaji alami, filtrat yang dihasilkan diuji dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom. Konsentrasi akhir ion logam Cu yang terserap diperlihatkan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Adsorpsi logam Cu 50 ppm oleh serbuk gergaji sebelum regenerasi

Pengulangan	Konsentrasi ion logam Cu (ppm)	
	Sebelum adsorpsi	Setelah adsorpsi
1	50 ppm	10,658
2	50 ppm	11,662
3	50 ppm	10,214

Pada Tabel di atas, sekalipun ketiga sampel yang diuji sama, konsentrasi akhir setelah adsorpsi yang dihasilkan berbeda. Namun perbedaannya sangat kecil.

Regenerasi Serbuk Gergaji dengan HCl dan Penyerapan Kembali Ion logam Cu

Terhadap serbuk gergaji yang sebelumnya telah menyerap ion logam dilakukan proses regenerasi menggunakan larutan asam. Regenerasi dengan larutan asam merupakan proses desorpsi, yakni penarikan kembali ion logam yang telah teradsorpsi menggunakan larutan pendesorpsi. Desorpsi merupakan salah satu proses untuk meregenerasi biomaterial sehingga biomaterial tersebut dapat dimanfaatkan kembali untuk menyerap ion logam. Larutan yang digunakan sebagai pendesorpsi pada penelitian ini adalah larutan HCl dengan variasi konsentrasi 0,50; 0,75, dan 1,00 M.

Setelah diregenerasi serbuk gergaji dicuci menggunakan akuades hingga pH filtratnya netral. Serbuk kemudian dikeringkan pada suhu 90°C selama 1 jam dan digunakan lagi untuk penyerapan yang kedua dengan tetap menggunakan ion logam Cu²⁺ 50 ppm.

Pada proses adsorpsi larutan ion logam Cu²⁺ 50 ppm menggunakan serbuk gergaji yang telah diregenerasi dengan larutan HCl, filtrat yang dihasilkan diuji dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom. Konsentrasi akhir ion logam Cu yang terserap diperlihatkan pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil pada Tabel 2, konsentrasi akhir ion logam Cu setelah adsorpsi yang terbesar terdapat pada serbuk gergaji yang telah diregenerasi dengan HCl 1,00 M. Dari hasil yang diperoleh, dihitung kapasitas penyerapan terhadap larutan ion logam Cu²⁺ menggunakan

serbuk gergaji awal dan serbuk gergaji setelah diregenerasi dan diperoleh data pada Tabel 3.

Tabel 2. Adsorpsi logam Cu 50 ppm oleh serbuk gergaji setelah regenerasi

Konsentrasi HCl (M)	Konsentrasi logam Cu (ppm)	
	Sebelum adsorpsi	Setelah adsorpsi
0,500	50 ppm	1,235
0,750	50 ppm	1,303
1,000	50 ppm	1,461

Tabel 3. Kapasitas penyerapan serbuk gergaji awal dan setelah regenerasi

Konsentrasi Awal Cu ²⁺ (ppm)	Konsentrasi HCl (M)		Konsentrasi Akhir Cu ²⁺ Setelah Adsorpsi (ppm)		Kapasitas Penyerapan (mg/g)	
	Sebelum Regenerasi	Regenerasi	Sebelum Regenerasi	Setelah Regenerasi	Sebelum Regenerasi	Setelah Regenerasi
50	-	0,500	10,658	1,235	0,787	0,975
50	-	0,750	11,662	1,303	0,767	0,974
50	-	1,000	10,214	1,461	0,796	0,971

Dari hasil yang diperoleh kapasitas penyerapan antara serbuk gergaji awal dengan serbuk gergaji yang telah diregenerasi perbedaannya hanya sebesar 0,2 mg/g atau sekitar 25,54%. Kapasitas adsorpsi ion Cu²⁺ oleh serbuk gergaji kayu merah setelah diregenerasi meningkat dari 0,787 mg/g menjadi 0,975 mg/g untuk perlakuan asam 0,500 M. Hasil penelitian ini cukup baik dibandingkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Yefrida dan Yuniartis (2007) yang menggunakan kayu timbalun (*parashorea lucida*, Sp) dimana kapasitas penyerapan pada serbuk gergaji awal dan serbuk gergaji yang telah diregenerasi hanya meningkat sebesar 5,26%. Dengan demikian diketahui bahwa biosorben yang berasal dari serbuk gergaji kayu merah (*Pterocarpus indicus*) memiliki kemampuan daya serap yang cukup baik sebagai biosorben logam berat.

Adanya zat-zat pengotor seperti lilin, lemak dan lainnya pada pori-pori serbuk gergaji kayu merah menyebabkan kontak antara gugus aktif pada selulosa, hemiselulosa serta lignin dengan ion Cu²⁺ terhalang sehingga adsorpsi ion Cu²⁺ berlangsung tidak maksimal. Larutnya zat-zat pengotor tersebut di dalam asam pada proses

regenerasi telah meningkatkan kapasitas adsorpsi ion Cu²⁺ oleh serbuk gergaji kayu merah.

Kapasitas penyerapan yang diperoleh untuk serbuk gergaji yang diregenerasi dengan HCl 0,50 M sebesar 0,975 mg/g, HCl 0,75 M menghasilkan kapasitas penyerapan sebesar 0,974 mg/g dan serbuk gergaji yang diregenerasi dengan HCl 1,00 M menghasilkan kapasitas penyerapan sebesar 0,971 mg/g.

Dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kapasitas penyerapan setelah diregenerasi perbedaannya sangat kecil dan hal ini dapat dilihat dari nilai standar deviasiyaitu sebesar 0,002. Kapasitas terbesar setelah regenerasi diperoleh pada serbuk gergaji yang menggunakan HCl 0,50 M. Semakin tinggi konsentrasi asam yang digunakan pada proses regenerasi, kapasitas penyerapan yang diperoleh semakin kecil. Hal ini disebabkan pergantian H⁺ oleh kation logam sudah mencapai titik optimum, sehingga walaupun jumlah kation H⁺ yang dimasukkan bertambah, namun kation H⁺ tidak dapat lagi menggantikan kation logam yang terikat pada serbuk sehingga kapasitas penyerapan yang diperoleh mendekati konstan atau tidak terlalu berbeda jauh.

Fenolik memiliki cincin aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksi (OH⁻). Adanya gugus -OH pada lignin menyebabkan terjadinya sifat polar pada adsorben tersebut. Mekanisme jerapan yang terjadi antara gugus -OH yang terikat pada permukaan dengan ion logam yang bermuatan positif (kation) merupakan mekanisme pertukaran ion sebagai berikut (Yantri, 1998).

Data pH larutan yang diukur pada saat adsorpsi baik sebelum dan sesudah regenerasi berlangsung, menunjukkan bahwa pH larutan sama yaitu pH 4. Goksungur, dkk., (2003) mengidentifikasi bahwa biosorpsi untuk tembaga (Cu) berlangsung optimal pada pH 4-5. Hal ini disebabkan pada pH asam (< 4) total muatan permukaan adsorben menjadi positif, sehingga terjadi gaya tolak antara permukaan dengan kation. Sementara pada pH di atas 6, biosorpsi menjadi tidak efektif karena tingkat kelarutan tembaga (Cu) mengalami penurunan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa efektivitas penyerapan serbuk gergaji yang telah diregenerasi lebih baik dalam menyerap ion logam Cu dibandingkan penyerapan serbuk gergaji sebelum diregenerasi sebesar 0,2 mg/g dengan kapasitas penyerapan tertinggi setelah diregenerasi diperoleh pada perlakuan dengan HCl 0,5 M

DAFTAR PUSTAKA

- Ahalya, N., T.V. Ramachandra dan R.D.Kanamadi 2003. Biosorption of Heavy Metals. *Research Journal of Chemistry and Environment*. 7(4): 71-78.
- Darmono, 1994, *Logam dalam Sistem Biologi Makhhluk Hidup*, UI-Press, Jakarta.
- Dewi, D. S. dan Yulianti. 2003. *Kesetimbangan Adsorpsi Logam Berat Cu²⁺ pada Serbuk Gergaji*. Laporan Penelitian. Program Sarjana Teknik Kimia, Universitas Riau.
- Nordberg J. F., Parizek J., Pershagen G., dan Gerhardsson L., 1986, *Factor Influencing Effect and Dose-Respons Relationships of Metals*, In: Freiberg, L., Nordberg, G.F., and Vouk, V.B (Eds), *Handbook on the Toxicology of Metals*, Elsevier : New York.
- Palar, H., 1994, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Penerbit Rineka Cipta : Jakarta.
- Redhana IW. 1994. Penentuan Isoterm Adsorpsi Amonia dalam Larutan Air oleh Karbon Aktif pada Suhu Kamar. Laporan Penelitian (Tidak diterbitkan) Program Pra-S2 Kimia Pascasarjana. ITB.
- Soeprijanto, Ryan Fabella dan Bambang Aryanto, 2007, *Kinetika Biosorpsi Ion Logam Berat Cu (II) dalam Larutan menggunakan Biomasa Phanerochaete chrysosporium*. *Jurnal Industri: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, Vol. 6 No. 1: 61-67.
- Yantri Ni Ketut. 1998. Pemanfaatan Jerami Padi (*Oryza Sativa*) sebagai Bahan Penyerap Ion Cu²⁺, Cd²⁺ dan Pb²⁺ pada Limbah Pencelupan Perusahaan Garmen. Skripsi. PSP Kimia Jurusan MIPA. STKIP Negeri Singaraja.
- YefridadanYuniartis, 2007. *Regenerasi dan Pemakaian Kembali Serbuk Gergaji Kayu Timbalun (Parashorea lucida, Sp) sebagai Penyerap Ion Logam dalam Air*. Laporan Akhir Penelitian BBI. Fakultas MIPA, Universitas Andalas, Padang.