PEMANFAATAN SABUT KELAPA SAWIT UNTUK MENYERAP ION LOGAM KADMIUM DAN KROMIUM DALAM AIR LIMBAH

Edison Munaf, Rahmiana Zein, Refilda dan Yati Maryati
Laboratorium Kimia Analisa Lingkungan, Jurusan Kimia
FMIPA Universitas Andalas, Padang 25163

INTISARI

Telah dilakukan penelitian untuk mempelajari kemampuan sabut kelapa sawit sebagai material penyerap ion kadmium dan kromium yang terdapat dalam air limbah.

Material dianalisa dalam berbagai ukuran partikel dari 150 - 425 µm, dan ditempatkan dalam kolom gelas dengan ukuran 150 x 10 mm I.D. konsentrasi ion logam pada semua perlakuan ditentukan secara spektrofotometri serapan atom nyala.

Pada kondisi optimal, ion logam yang dapat diserap oleh material sabut kelapa sawit berkisar , dari 80 - 95 %, kecuali untuk Cr(VI), dimana efisiensi penyerapannya hanya sekitar 40 %.
Metoda ini telah diaplikasikan untuk menyerap ion logam target yang terdapat dalam air limbah laboratorium kimia.

ABSTRACT

The ability of palm pressed fiber for the adsorption of cadmium and chromium in waste water have been investigated.

Material to be analyzed is in the range of 150-425 µm particle size, and placed in a column glass (150 x 10 mm ID). The metal ion concentration is analyzed using atomic emission spectrophotometric detection.

At the optimal condition metal ions sorbed was in the range of 80-95%, except for the Cr(VI), where the sorption effeciency is 40%. The method was applied to the removal of metal ions present in waste water.

PENDAHULUAN

Beberapa problem yang timbul akibat adanya pencemaran lingkungan telah mendorong peneliti untuk mencari cara untuk mendeteksi konsentrasi bahan pencemar dan mencari cara untuk menghilangkan bahan pencemar beracun seperti logam-logam berat.

Beberapa metoda seperti penukar ion[1] dan penyerapan dengan karbon[2] telah dengan sukses digunakan untuk menyerap bahan pencemar beracun dari air limbah. Sebaliknya penggunaan hasil-hasil pertanian dan limbahnya sebagai material penyerap bahan beracun, mendapat perhatian khusus dan sejumlah biomaterial telah diuji karena mempunyai banyak gugus fungsi dan harganya yang sangat murah[3,4]. Meskipun sejumlah biomaterial seperti lumut[5,6], gambut[7], serbuk gergaji kayu[8], limbah daun teh[9] dan sekam padi[10] telah diteliti dan digunakan untuk menyerap logam-logam berat dalam air limbah, tetapi belum ada penelitian yang dilaporkan tentang penyerapan logam berat dengan menggunakan sabut kelapa sawit.

Limbah sabut kelapa sawit[11] mengandung konstituen utama yang terdiri dari selulosa (40%), hemiselulosa (29%) dan lignin (20%). Konstituen ini mempunyai gugus fungsi yang bersifat polar termasuk diantaranya alkohol, aldehid, ketone, asam karboksilat dan eter. Gugus fungsi tersebut merupakan sisi yang potensial untuk pertukaran ion, pengompleksan dan pembentukan kelat dengan senyawa pencemar[12]. Sehingga dengan mengatur kondisi penyerapan, diharapkan ion-ion logam berat akan dapat diserap oleh sabut kelapa sawit yang telah diperlakukan. Konsentrasi ion logam kadmium dan kromium sebelum dimasukkan ke kolom dan yang keluar dari kolom dihitung dengan cara spektrofotometri serapan atom.

METODA PENELITIAN

Bahan kimia dan peralatan yang digunakan

Semua bahan kimia yang digunakan pada penelitian ini adalah reagen dengan tingkat kemurnian yang tinggi (analytical reagent grade) keluaran E. Merck (Darmstadt, German), kecuali jika disebutkan lain. $CdCl_2$, $K_2Cr_2O_7$, $CrCl_3.6H_2O$, HNO_3 dan NaOH (Wako Pure Chemical Co., Osaka, Jepang). Larutan induk ion logam dibuat dengan konsentrasi 1,000 mg/l sebagai ion logamnya. Sedangkan larutan standar kerja dibuat dengan mengencerkan larutan induk sesuai dengan konsentrasi yang diinginkan. Semua larutan induk ion logam yang dibuat disimpan dalam refrigerator.

Kolom eksperimen dilakukan dengan menggunakan kolom gelas (ukuran 150 x 10 mm I.D.). Glass wool ditempatkan pada bagian atas kolom gelas untuk menghindari terjadinya floating. Konsentrasi larutan ion logam sebelum dan sesudah keluar dari kolom dianalisa dengan menggunakan peralatan spektrofotometer serapan atom, model Alpha-4 (ANA Lab. Chem. Tech, England).

Prosedur kerja

Perlakuan dari sabut kelapa sawit

Sabut kelapa sawit diambil dari limbah pabrik pengolahan kelapa sawit PT. Mutiara Agam, Pasaman. Sabut kelapa sawit kemudian dibersihkan dan dicuci dengan air aquades. Selanjutnya dikering anginkan pada suhu kamar selama lebih kurang 1 minggu. Kemudian dipotong dan dihaluskan dengan grinder dan kemudian diayak dengan ukuran partikel yang bervariasi dari 150 – 425 μm. Sabut kelapa sawit yang telah dihaluskan tersebut, kemudian dipanaskan dengan aquades sampai mendidih selama 2 jam. Kemudian filtrat dibuang dan selanjutnya sabut direndam dengan larutan NaOH 1 M selama 3 jam, jika perlu dipanaskan. Setelah itu larutan dibuang dan dicuci berulang – ulang dengan aquades diikuti dengan perendaman dengan larutan HNO_3 1 M hingga pH netral. Terakhir dicuci kembali dengan aquades dan kemudian dikering anginkan pada suhu kamar selama 1 minggu. Sabut kelapa sawit yang telah diperlakukan ini siap untuk digunakan.

Pengerjaan penyerapan

3 g sabut kelapa sawit yang telah ditreatmen tersebut diatas ditempatkan dalam kolom gelas. Bahagian atas dari kolom ditutup dengan glass wool untuk menghindari terjadinya floating. Kedalam kolom kemudian dialirkan aquades untuk membasahi material. Kemudian kedalam kolom dialirkan 10 mL larutan Cd(II), Cr(III) dan Cr(VI) dengan konsentrasi masing-masingnya 10 mg/L. Filtrat ditampung dan diukur dengan spektrofotometri serapan atom. Efisiensi penyerapan dihitung dengan membanding-kan knsentrasi awal dan konsentrasi ion logam dalam filtrat.

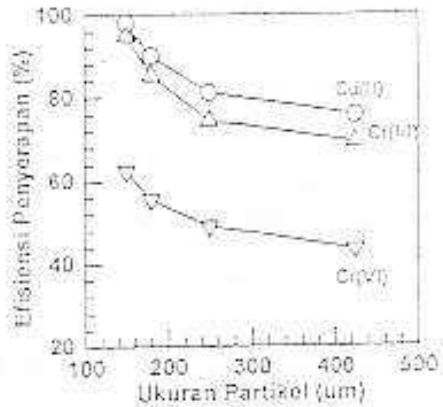
Untuk mendapatkan kondisi penyerap-an yang optimal, maka variabel yang diteliti adalah ukuran partikel, pH larutan, berat material (sabut kelapa sawit), konsentrasi ion logam, temperatur pemanasan dan lama pemanasan. Material sabut kelapa sawit yang telah digunakan sebagai adsorben, diregenerasi kembali dengan menggunakan asam nitrat encer.

Setelah didapatkan kondisi optimal penyerapan, maka metoda ini diaplikasikan untuk menyerap ion logam Cd, dan Cr yang terdapat dalam air limbah laboratorium kimia.

HASIL DAN DISKUSI

Pengaruh ukuran partikel terhadap efisiensi penyerapan

Hasil pengukuran pengaruh ukuran partikel sabut kelapa sawit terhadap penyerapan Cd(II), Cr(III) dan Cr(VI) dapat dilihat pada Gambar 1.



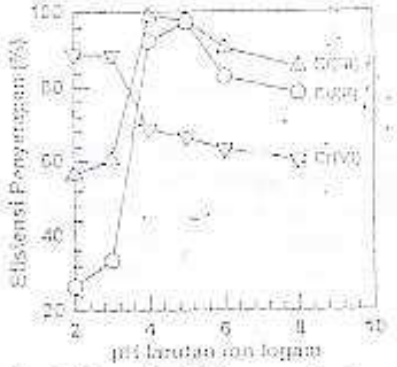
Gambar 1. Pengaruh ukuran partikel terhadap efisiensi penyerapan ion Cd(II), Cr(III) dan Cr(VI)

Dari Gambar 1 terlihat bahwa efisiensi penyerapan maksimum pada ukuran partikel 150 µm. Sedangkan pada ukuran partikel 180–425 µm, efisiensi penyerapan menurun. Diketahui bahwa semakin kecil ukuran partikel material akan semakin besar luas permukaan material tersebut. Pada ukuran sabut kelapa sawit 150 µm, efisiensi penyerapan untuk Cd(II) adalah 98%, Cr(III) adalah 94,90%, Cr (VI) sebesar 62,50 %.

Rendahnya efisiensi penyerapan pada Cr (VI) disebabkan karena Cr(VI) terdapat dalam bentuk anion, sehingga efisiensi penyerapannya kecil dibandingkan ion logam Cr(III) dan Cd(II) yang terdapat dalam bentuk kation.

Pengaruh pH larutan pada penyerapan

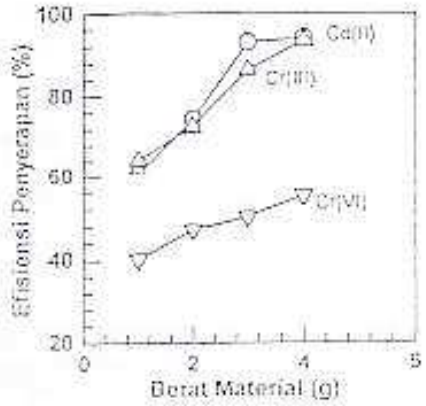
Hasil pengukuran pengaruh pH larutan ion logam Cd(II), Cr(III) dan Cr(VI) terhadap efisiensi penyerapan ion logam oleh sabut kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 2. Larutan yang diuji mempunyai pH antara 2 hingga 8. Untuk ion Cd(II), efisiensi penyerapan maksimum didapat pada pH larutan 5 dengan efisiensi 97%, sedangkan untuk ion Cr(III) dan Cr(VI) efisiensi penyerapan didapat pada pH larutan ion logam 4 dan 2 dengan efisiensi penyerapan masing-masingnya 98% dan 89%. Untuk ion Cr(VI) karena didapatkan dalam bentuk anion ($Cr_2O_7^{-2}$), efisiensi penyerapan maksimum didapat pada pH 2. Hal ini sesuai dengan teori, dimana untuk anion penyerapan maksimum terjadi pada pH dibawah 3.



Gambar 2. Pengaruh pH larutan terhadap efisiensi penyerapan ion Cd(II), Cr(III) dan Cr(VI).

Pengaruh berat sabut kelapa sawit terhadap penyerapan

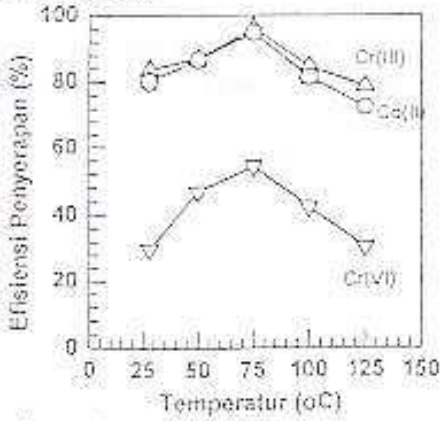
Hasil pengukuran pengaruh berat sabut kelapa sawit terhadap penyerapan ion logam Cd(II), Cr(III) dan Cr(VI) dapat dilihat pada Gambar 3. Dari hasil pada Gambar 3 terlihat bahwa semakin besar jumlah material yang digunakan, semakin tinggi pula efisiensi penyerapannya terhadap ion logam yang diuji. Bertambahnya berat material sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan material sabut kelapa sawit tersebut. Hal ini menyebabkan daya serap akan semakin besar.



Gambar 3. Pengaruh berat material terhadap efisiensi penyerapan

Pengaruh temperatur pemanasan

Hasil pengukuran efisiensi terhadap temperatur pemanasan material sabut kelapa sawit pada penyerapan Cd(II), Cr(III) dan Cr(VI) dapat dilihat pada Gambar 4. Material dipanaskan pada temperatur antara 28 – 125 °C sebelum digunakan. Terlihat bahwa dengan bertambahnya temperatur pemanasan sabut kelapa sawit maka efisiensi penyerapan juga akan bertambah hingga temperatur pemanasan 75 °C. Pada temperatur yang lebih tinggi dari 75 °C, efisiensi penyerapan akan berkurang. Hal ini mungkin disebabkan karena terbentuknya karbon yang berakibat rusaknya struktur material.



Gambar 4. Pengaruh temperatur pemanasan sabut kelapa sawit terhadap efisiensi penyerapan ion Cd(II), Cr(III) dan, Cr(VI).

Lamanya pemanasan material memberikan pengaruh pada efisiensi penyerapan. Daya serap optimal terjadi jika material dipanaskan selama 15 menit pada temperatur optimal dan jika dipanaskan lebih lama lagi maka akan terjadi penurunan daya serap. Hal ini berkemungkinan besar rusaknya struktur kimia material dan terbentuknya karbon.

Regenerasi ion logam yang telah terserap

Sabut kelapa sawit yang telah digunakan sebagai penyerap ion logam tersebut diatas, dilakukan pengerjaan desorpsi atau regenerasi, sehingga material tersebut dapat digunakan kembali. Dari hasil penelitian didapat bahwa desorpsi pada pH 1,5 akan dapat mengelusi ion logam yang telah terserap dalam material dengan efisiensi regenerasi mencapai 90,50; 96,40 dan 83,20% masing-masingnya untuk ion Cd(II), Cr(III) dan Cr(VI).

Aplikasi untuk penyerapan ion logam dalam air limbah

Dengan menggunakan kondisi penyerapan yang optimal tersebut diatas, maka metoda ini telah diverifikasi dengan mengaplikasikannya untuk menyerap ion logam yang terdapat dalam contoh air limbah yang sebenarnya. Air limbah yang digunakan berasal dari air limbah laboraotrium kimia Univ. Andalas.

Sebelum digunakan, air limbah yang telah diambil terlebih dahulu disaring dan dicek pH nya hingga kira-kira 4-6. Kemudian air limbah tersebut dengan volume 100 mL dilewatkan kedalam kolom gelas yang telah diisi material sabut kelapa sawit yang telah diperlakukan. Konsentrasi larutan awal (sebelum dilewatkan kekolom) dan konsentrasi akhir (setelah melewati kolom) dihitung dengan cara SSA, sehingga efisiensi penyerapan akan dapat ditentukan.

Adanya matriks ion logam yang lain yang terdapat dalam real sampel akan mempengaruhi daya serap ion logam target, yaitu Cd(II), Cr(III) dan CrVI). Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil penyerapan ion logam target dalam air limbah laboratorium kimia.

Ion logam	Konsentrasi awal (mg/L)	Efisiensi penyerapan (%)*
Cd(II)	3,05	65,68
Cr(III)	3,40	73,42
Cr(VI)	2,52	39,35

*Rata-rata dari 3 x pengukuran.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sabut kelapa sawit mempunyai kemampuan untuk menyerap ion logam Cd(II), Cr(III) dan Cr(VI) dengan efisiensi penyerapan antara 80-95%, kecuali untuk Cr(VI) dimana efisiensi penyerapannya mencapai 40 %.
2. Pemanasan material sabut pada suhu diatas 75 °C akan dapat mengakibatkan rusaknya material.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dean J.C., Bsoqni F.L., and Lanovetter K.H., Removing heavy metals from waste water, *Environ. Sci. Technol.*, **6**, 518-522 (1972).
2. Rama Devi, P. and Rama Krisha Naidu, G., Enrichment of trace metals in water on activated carbon, *Analyst*, **115**, 1469-1471, 1990.
3. Greene, B., Hosea, M., McPherson, R., Henzl, M., Alexander, M.D. and Darnal, D.W., Interaction of gold(I) and gold(II) complexes with algal biomass, *Environ. Sci. technol.*, **20**, 627-631, 1986.
4. Pollards, S.J.T., Powlers, G.D., Sollars, C.J. and Perry, R., Low cost sorbents for waste water treatment, *Sci. Total Environ.*, 116, 31-52, 1992.
5. Lee, C.K. and Low, K.S., Removal of copper from solution using moss, *Environ. Technol. Lett.*, **10**, 395-404, 1989.
6. Munaf, E., Zein, R., Deswati, Refilda and Agusti, S., Adsorption behavior of toxic metals on moss as studied using atomic adsorption spectrophotometric method, *Fresenius Z Anal. Chem.*, to be submitted, 1999.
7. Chaney, R.L., and Hundaman, P.T., Use of peat moss column to remove cadmium from waste water, *J. Water Poll. Contr. Fed.*, **51**, 17-21, 1979.
8. Lens, P.N., Vochten, P.M., Speleers, L. and Verstraete, W.H., Direct treatment of domestic waste water by percolation over peat, bark and woodchips, *Water Res.*, **28**, 17-26 (1994).
9. Tan, W.T. and Majid Khan, A.R., Removal of lead, cadmium and zinc by waste tea leaves, *Environ. Technol., Lett.*, **9**, 1223-1232, 1989.
10. Munaf, E. and Zein, R., The use of rice husk for removal of toxic metals from waste water, *Environ. Technol.*, **18**, 359-362, 1997.
11. Tong, C.C. and Hamzah, N.N., Delignification pretreatment of palm pressed fibre by chemical methods, *Pertanika*, **12(3)**, 399-403, 1989.
12. Drake L.R. and Rayson G.D., Plant drived materials for metal ion-slective binding and