PENYERAPAN ION KROMIUM (III) DAN KROMIUM (VI) DALAM AIR DENGAN MENGGUNAKAN TEPUNG ENCENG GONDOK DAN STUDI REGENERASINYA

Edison Munaf[1,*], Sri Haryati[2], Hamzar Suyani[3] dan Abdi Dharma[4]

[1]*Laboratorium Kimia Lingkungan, FMIPA, Universitas Andalas,Padang,* [2]*Jurusan Kimia FKIP Universitas Riau, Pekan Baru,* [3]*Laboratorium Kimia Terapan, FMIPA Universitas Andalas, Padang,* [4]*Laboratorium Biokimia, FMIPA Universitas Andalas, Padang*

INTISARI

Tepung enceng gondok digunakan untuk penyerap Cr (III) dan Cr (IV) dalam larutan air. Pada kondisi optimum , Cr (III) terserap 75 % sedangkan Cr (VI) treserap 58 % . Dengan asam encer , Cr (III) dan Cr (VI) dapat terelusi dengan perolehan kembali masing-masing 33,5 % dan 62 %.

ABSTRACT

Water hyacinth powder have been applied for the removal of Cr(III) and Cr(VI) present in aqueous solution. At the optimal conditions, Cr(III) removal from waste water was 75%, while for Cr(VI) was 58%. Using diluted nitric acid could elute Cr(III) and Cr(VI) ion adsorbed with recovery 33,5 and 62%, respectively.

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 logam berat.

Diantara logam-logam berat, kromium merupakan polutan yang cukup besar yang masuk kedalam sistim perairan. Limbah kromium dapat berasal dari limbah pertambangan, tekstil dan pengawetan kayu.

Kontaminasi logam berat dengan konsentrasi yang rendah secara umum akan sulit dihilangkan dari air limbah. Beberapa proses kimia seperti pengendapan dan osmosa, penukar ion, ataupun elektrodeposisi memberikan hasil yang kurang memuaskan terutama untuk menghilangkan polutan dengan konsentrasi yang amat rendah. Treatmen dengan menggunakan $FeCl_3$ dan $Ca(OH)_2$ dengan cara 2 step koagulasi dan flokulasi, telah dilaporkan dapat mereduksi kandungan Cr(III) dalam air limbah[1].

Penyerapan dengan karbon aktif[2], telah dilaporkan dapat menghilangkan atau mereduksi logam-logam berat dari air limbah, tetapi sayang sekali harganya relatif mahal. 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]. Sejumlah biomaterial seperti ganggang[4], lumut[5], gambut[6], sekam padi[7], telah diteliti dan digunakan untuk menyerap logam-logam berat dalam air limbah dan menunjukkan efisiensi penyerapan yang besar.

Enceng gondok (Eischhornia crassipes) merupakan tanaman air yang tumbuh subur terutama didaerah tropis. Pada awalnya enceng gondok merupakan tanaman hias, naun karena habitat pertumbuhan vegetatifnya luar biasa cepat, maka berubah menjadi *gulma pada habitat perairan. Populasinya yang besar* telah dimanfaatkan pula sebagai makanan ternak, bahan untuk membuat pupuk dan bahan baku kerajinan tangan[8].

Biomassa enceng gondok mengandung protein (10%), karbohidrat (69%), lipid (0,7%), gugus karboksil (0,7 meq/g) dan hidroksi fenol (0,9 meq/g)[9].
Dengan adanya gugus fungsi tersebut enceng gondok mempunyai kemampuan penyerapan yang tinggi terhadap ion logam[9] dan ion europium[10].

Pada penelitian ini tepung enceng gondok mati (non living cell) digunakan sebagai biosorben untuk menghilangkan ion Cr(III) dan Cr(VI) yang terdapat dalam air. Proses regenerasi ion logam yang terserap juga dipelajari dengan menggunakan berbagai jenis eluen.

METODA PENELITIAN

Zat dan alat-alat yang digunakan

Semua zat yang digunakan mempunyai tingkat kemurnian yang tinggi dan diperoleh dari Wako Pure Chemical Industries (Osaka, Jepang). Kolom eksperimen

dilakukan dalam kolom gelas dengan ukuran 150 x 10 mm I.D. Glass wool dimasukkan pada bagian atas dari kolom untuk menghindari pengambangan dari substrat. Konsentrasi ion logam pada semua perlakuan ditentukan dengan cara spektrofotometri serapan atom.

Perlakuan terhadap enceng gondok

Enceng gondok yang diambil dari kolam, dibersihkan dan dicuci dengan air. Kemudian dikeringkan pada temperatur kamar. Setelah itu dipotong-potong dan digiling untuk mereduksi ukuran dan diayak dengan ukuran partikel yang bervariasi dari 150 - 425 μm. Untuk menghilangkan ion logam runut yang terdapat dalam kulit kacang, material direndam dengan asam nitrat 0,3 N selama 3 jam. Kemudian dicuci dengan aquades hingga pH netral dan di kering anginkan pada temperatur kamar selama 1 minggu sebelum digunakan.

Prosedur untuk penyerapan secara dinamik

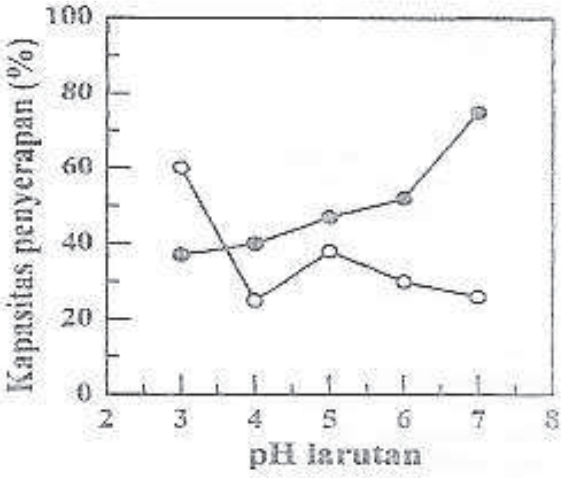
3 g material tepung enceng gondok yang telah diperlakukan dimasukkan kedalam kolom gelas. Kemudian akuades dialirkan untuk membasahi paking material. Setelah itu larutan ion kromium dialirkan kedalam kolom. Konsentrasi awal dari Cr(III) dan Cr(VI) dan konsentrasi akhir setelah melewati kolom diukur secara spektrofotometri serapan atom.

HASIL DAN DISKUSI

Pengaruh pH larutan pada penyerapan

Kemampuan penyerapan suatu sorben dapat dipengaruhi oleh pH larutan. Hal ini berhubungan dengan protonasi dan deprotonasi permukaan sisi aktif sorben. Pada Gambar 1 terlihat bahwa penyerapan ion Cr(VI) berkurang dengan bertambahnya nilai pH. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Sharma dan Foster[11], serta Tan dan kawan-kawan[12]. Dimana penyerapan optimum Cr(VI) terjadi pada pH 2-3. Pada pH rendah (2-3) Cr(VI) berbentuk anion $Cr_2O_7^{2-}$. Pada pH rendah terjadi pengikatan secara elektrostatis antara permukaan sorben yang terprotonasi dengan ion Cr(VI) yang bermuatan negatif.

Sementara itu kemampuan penyerapan Cr(III) bertambah dengan meningkatnya nilai pH, hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Low dan kawan-kawan[6], karena dengan bertambahnya pH, jumlah ion Cr(III) dalam larutan akan berkurang karena terbentuknya endapan hidroksida. Untuk menghindari pengendapan sebaiknya proses penyerapan dilakukan pada pH kecil atau sama dengan 5.

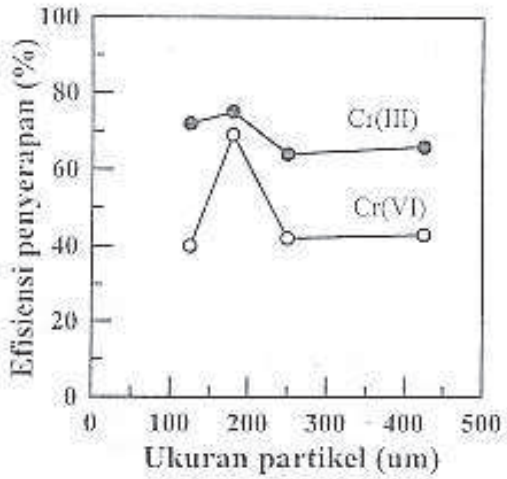


Gambar 1. Pengaruh pH larutan pada penyerapan ion Cr(III) dan Cr(VI) oleh tepung enceng gondok. Kondisi percobaan : Ukuran partikel = 250 μm, konsentrasi ion logam masing-masingnya = 10 mg/L, volume larutan = 10 mL dan massa = 0,2 g.

Pengaruh ukuran partikel pada penyerapan ion kromium

Kapasitas penyerapan enceng gondok sangat tergantung pada aktifitas permukaan, yaitu luas permukaan spesifik yang ada untuk interaksi antara larutan dan permukaan. Sehingga diharapkan kapasitas penyerapan akan bertambah dengan bertambahnya luas permukaan material. Dengan kata lain material dengan ukuran partikel yang kecil akan dapat menyerap ion logam lebih banyak.

Pada Gambar 2 dapat dilihat persentase ion Cr(III) dan Cr(VI) yang diserap oleh enceng gondok pada berbagai ukuran partikel. Jika ukuran partikel divariasikan dari 150 sampai 425 μm, maka persentase ion Cr(III) dan Cr(VI) yang diserap, maksimal pada ukuran partikel 185 μm, dengan efisiensi penyerapan sebesar 75 dan 62%.



Gambar 2. Pengaruh ukuran partikel terhadap persentase ion Cr(III) dan Cr(VI). Kondisi percobaan : pH = 5, massa material = 0,2 g, konsentrasi ion logam = 10 mg/L dan volume larutan = 10 mL.

Isoterm Langmuir

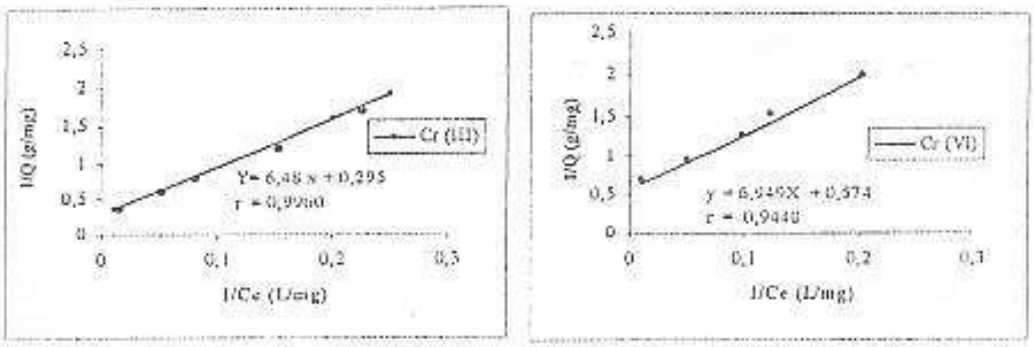
Penyerapan ion logam oleh biomaterial dapat digambarkan dengan menggunakan adsorpsi isoterm Langmuir, dimana Langmuir menggambarkan bahwa pada permukaan penyerap terdapat sejumlah pusat aktif yang sebanding dengan luas permukaan material penyerap. Pada setiap pusat aktif hanya satu molekul yan dapat diserap. Ikatan antara zat yang terserap dengan bahan penyerap harus cukup kuat untuk mencegah perpindahan molekul yang telah terserap sepanjang permukaan penyerap. Pendekatan lain diasumsikan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan diantara afinitas ion loga mpada semua sisi permukaan, dan menghasilkan keseimbangan adsorpsi yang dinyatakan dengan isoterm Langmuir.

Dari penentuan kapasitas penyerapan maksimum (Qmax) ion logam Cr terhadap material enceng gondok, didapatkan data sepesti tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Data perhitungan isoterm Langmuir untuk ion Cr(III) dan Cr(VI) yang diserap oleh tepung enceng gondok.

Ion logam	Konstanta kesetimbangan (Kd)	Koefisien korelasi (r)	Kapasitas maksimum (mg ion logam/g sorben)
Cr(III)	21,97	0,996	3,39
Cr(VI)	12,07	0,944	1,74

Sedangkan kurva linearitas Langmuir untuk kedua ion logam Cr(III) dan Cr(VI) dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 5. Kurva linearitas Langmuir untuk penyerapan ion Cd(II), Pb(II), Cr(III), dan Cr(VI).

Regenerasi material

Pada tabel 2 dapat dilihat pengaruh berbagai jenis asam mineral dengan konsentrasi 2 N yang digunakan sebagai pengelusi ion Cr(III) dan Cr(VI) yang terjerap pada material enceng gondok.

Tabel 2. Regenerasi ion Cr(II) dan Cr(VI) yang terjerap pada material enceng gondok dengan mengguna kan berbagai jenis asam.

Eluen	Rekoveri (%)	
	Cr(III)	Cr(VI)
HNO_3	33,5	62
HCl	28,3	51,4
H_2SO_4	28,2	55,9

Dari hasil yang tercantum pada tabel 2 terlihat bahwa untuk ketiga jenis asam yang digunakan memberikan rekoveri yang tidak jauh berbeda, dengan nilai recovery yang cukup kecil, yaitu sekitar 28-33% untuk Cr(III) dan 51-62% untuk Cr(VI). Menurut Ivo[9], dan Collen[10], gugus fungsi karboksilat yang terdapat pada enceng gondok bertanggung jawab terhadap pembentukan kompleks dengan ion logam yang diserap. Komplek yang terbentuk berupa kompleks kelat yang relatif stabil dan sukar untuk dilepaskan dengan asam mineral[13].

Untuk meningkatkan recovery dari proses regenerasi, dicoba menggunakan eluen dinatrium EDTA dengan konsentrasi 0,01 M. namun dari hasil analisa, ternyata recovery yang dihasilkan lebih rendah dari recovery yang dihasilkan jika digunakan asam mineral sebagai pengelusi. Kemungkinan ion kromium tidak membentuk komplek dengan diNaEDTA.

Sebagai kesimpulan, material kulit kacang dapat digunakan untuk penyerap ion kromium yang terdapat dalam air limbah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mizuike A, Enrichment techniques for inorganic trace analysis, Springer-Verlag, New York, 1983.
2. Zolotov, Y.A., Kuzmin, N.M., Preconcentration of trace elements, Elsevier, Amsterdam, 1990.
3. Lawrence, R.D and Gary, D.R., *Anal. Chem.*, 22A-27A, 1996.
4. Shengjun, M, Holcombe, M., *Anal. Chem.*, 62, 1994-1997, 1990.
5. Sho, Y., Wase, D.,and Forster, M., *Environ. Technol.*, 17, 71-77, 1996.
6. Low, K.S., Lee, C.K and Wong, S.L., *Environ. Technol.*, 16, 877-883, 1995.
7. Munaf, E and Zein, R., *Environ. Technol.*, 18, 359-362, 1997.
8. Hembing, W.., Tanaman berkhasiat obat di Indonesia, Jilid III, Pustaka Kartini, Jakarta, 1995.
9. Ivo, A.H., Scheneider, B and Jorge, B., Environ. Sci. Technol., 33, 2213-2217, 1999.
10. Collen, K., Randall, E.M., Darryl, D., Abigale, J.C., and Jane, G.D., Environ Technol,, 33, 1439-1443, 1999.
11. Sharma, D.C., and Foster, C.F., *Biores. Technol.*, 52, 261-267, 1995.
12. Tan, W.T., Ooi, S.T., and Lee, C.K., *Environ. Technol.*, 14, 277-281, 1993.
13. Nakamoto, K, Infrared and raman spectra of inorganic and coordination compounds, John Wiley & Sons, New York, 1997.