PENGGUNAAN BIOMASSA *Potamogeton sp* TERIMOBILKAN PADA SILIKA GEL SEBAGAI BIOSORBEN Cd(II)

THE USING OF *Potamogeton sp* BIOMASS IMMOBOLIZED ON SILICA GEL AS BIOSORBENT OF Cd(II)

Noer Komari [1*], Ahmad Budi Junaidi[1], Fatmawati [2]

[1]Prog. Studi Kimia Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat
[2]Mahasiswa Prog. Studi Kimia Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRAK

Keberadaan logam berat, seperti kadmium di lingkungan menjadi perhatian dewasa ini. Upaya untuk mengurangi tingkat pencemaran logam berat kadmium dapat dilakukan dengan metode biosorpsi. Penelitian ini ingin mengetahui kemampuan biomassa Potamogeton sp terimobilkan pada silika gel sebagai biosorben Cd(II) untuk mengurangi pencemaran logam berat Cd. Beberapa variabel yang berpengaruh terhadap biosorpsi ditentukan pada berbagai variasi antara lain : rasio biomassa - silika gel, pH dan kemampuan recovery biomassa. Penentuan gugus fungsi biomassa Potamogeton sp, biomassa Potamogeton sp-silika gel, biomassa Potamogeton sp-silika gel-Cd dilakukan dengan Spektroskopi Inframerah. Hasil penelitian menunjukkan biosorpsi Cd(II) oleh biomassa Potamogeton sp yang terimobilkan pada silika gel optimum pada rasio 12,5 % biomassa, dengan Cd(II) yang terserap sebesar 20,07 %. pH optimum biosorpsi terjadi pada pH = 5, dengan Cd(II) yang terserap sebesar 30,35 %. Kemampuan recovery diatas 95,55 % pada recovery ke-3. Spektra IR menunjukkan adanya gugus -OH, -NH, -CH, COO-, -C=O, -C-O, C-N.

Kata kunci : Potamogeton sp, silika gel, imobilisasi, recovery

ABSTRACT

The presence of heavy metal in the environment, such as Cd, is a major concern now. Elimination of heavy metals, such as Cd, from environment, has been an important research. One of the alternatif treatment to overcome the pollution form heavy metals is by using biomass as biosorbent. The aim of this research was to find out the ability of biomass Potamogeton sp immobilized in silica gel to adsorb Cd(II). Some variables examined in this experiments were ratio of biomassa/silica gel, pH profile, and Cd(II) recovery. The bounded-metals ion were recovered by treatment with 0,1 N HCl. Functional groups were analyzed using infrared spectrophotometre. The results showed that the opmimum ratio of biomass/silica gel was 12,50%, while optimum adsorption occurred at pH = 5. The recovery Cd(II) was higher than 95,55 % after three process of recovery. Infra red analysis showed the functional groups presents in the biomass were -OH, -NH, -CH, COO-, -C=O, -C-O, C-N.

Key words : Potamogeton sp, silica gel, immobilization, recovery

* noerkomari2006@yahoo.com

PENDAHULUAN

Kadmium (Cd) merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya karena elemen ini berisiko tinggi terhadap pembuluh darah. Kadmium berpengaruh terhadap manusia dalam jangka waktu panjang dan dapat terakumulasi pada tubuh khususnya pada hati dan ginjal (Suhendrayatna, 2001).

Pengolahan secara biologis untuk mengurangi ion logam berat dari air tercemar muncul sebagai teknologi alternatif yang berpotensi untuk dikembangkan, salah satunya dengan pemanfaatan biomassa untuk pengambilan logam dari lingkungan (Raya dkk., 2001). Biosorpsi dengan menggunakan biomassa mempunyai beberapa kelebihan diantaranya menggunakan bahan alami yang berlimpah dan dapat diperbaharui serta dapat diproduksi dengan harga murah, dapat digunakan untuk limbah dalam volum besar, tidak memerlukan reagen yang mahal, mudah dioperasikan pada kondisi fisika kimia, dan harganya murah (Susanti dkk., 2004).

Salah satu tumbuhan yang dapat digunakan sebagai biomassa adalah *Potamogeton sp* atau umumnya dikenal dengan sebutan "rumput naga". *Potamogeton sp* merupakan tumbuhan air yang mempunyai perakaran yang kuat, dalam perairan pertumbuhannya sangat cepat dan sebagai gulma yang dapat mengganggu aliran air (Hairiah, 2005).

Penggunaan biomassa sebagai adsorben memiliki beberapa kelemahan diantaranya; ukurannya kecil, menimbulkan kesulitan teknis dalam penggunaannya serta mudah rusak karena dekomposisi oleh mikroorganisme lain. Kelemahan-kelemahan ini diatasi dengan cara mengimobilkan, sehingga sel biomassa yang terimobilkan memiliki kekuatan partikel, porositas dan ketahanan kimia yang tinggi (Lestari dkk., 2003).

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi pada proses biosorpsi logam di dalam larutan, karena pH akan mempengaruhi muatan pada situs aktif atau ion H^+ akan berkompetisi dengan kation untuk berikatan dengan situs aktif dan pH juga berpengaruh pada spesies logam dalam larutan.

Faktor lain yang juga mempengaruhi proses biosorpsi adalah rasio biomassa dan silika gel. Semakin banyak jumlah biomassa dalam silika gel akan meningkatkan jumlah logam yang terserapi karena bertambahnya gugus aktif biomassa (Lestari dkk., 2003).

METODE PENELITIAN

Preparasi biomassa

Tanaman *Potamogeton sp* diambil langsung di irigasi Riam Kanan Kalimantan Selatan. Sampel dicuci, dikeringkan dan dihaluskan pada 120 mesh. Sampel dicuci dengan HCl 0,1 M dua kali dan disentrifuge pada 2800 r.p.m. Endapan

disaring dan dicuci dengan aquades dan dikeringkan dalam oven 60^o C selama 2 jam, lalu disimpan dalam desikator.

Pengaruh rasio biomassa Potamogeton sp - silika gel terhadap biosorpsi Cd(II)

Silika gel dengan berat masing masing 2,00; 1,95; 1,90; 1,85; 1,80; 1,75; 1,70; dan 1,65 gram ditimbang dalam cawan. Ke dalam masing-masing cawan ditambahkan biomassa berturut-turut 0,00; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30 dan 0,35 gram. Masing-masing dibasahi dengan sedikit aquades dan diaduk sampai terbentuk pasta. Pasta dikeringkan dalam oven pada suhu 60^o C selama 2 jam, lalu disimpan dalam desikator. Tahap pembasahan dan pengeringan dilakukan sebanyak tiga kali. Campuran biomassa ini disaring pada 120 mesh. Masing-masing campuran diambil sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam tabung dan ditambahkan dengan 12,5 ml larutan Cd(II) 20 mg/l. Semua tabung dikocok selama 1 jam dan disentrifuge pada 2800 r.p.m. selama 5 menit. Supernatan dianalisis dengan AAS.

Pengaruh pH

Campuran biomassa – silika gel optimum masing masing sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam 6 buah tabung dan ditambahkan dengan 12,5 ml larutan Cd(II) 20 mg/l yang sudah diatur pH-nya dengan penambahan HCl 0,01 M atau NaOH 0,01 M sehingga pH larutan berturut-turut menjadi 2, 3, 4, 5, 6 dan 7. Kemudian dikocok selama 1 jam, dan disentrifuge pada 2800 r.p.m. selama 5 menit. Supernatan dianalisis AAS.

Recovery logam dengan kolom

Sebanyak 2 gram biomassa imobil pada rasio dan pH optimum dipacking ke dalam kolom yang telah berisi dengan 0,5 g glass wool. Kemudian sebanyak 25 ml larutan logam Cd(II) 20 mg/l yang sudah diatur pada pH optimum dielusikan ke dalam kolom dan dilakukan penambahan CH_3COONa 0,01 M untuk mempertahankan pH. Effluen kemudian dianalisis dengan AAS.

Logam yang terserap lalu didesorpsi dengan mengaliri 50 ml HCl 0,1 M pada kolom dengan laju alir 1 ml/menit. Effluen diambil kemudian dianalisis dengan AAS. Proses recovery dilakukan sebanyak 3 kali.

Identifikasi gugus fungsional

Biomassa *Potamogeton sp,* biomassa *Potamogeton sp*-silika gel (biomassa imobil) dan biomassa *Potamogeton sp*-silika gel-Cd (biomassa imobil yang telah dikontakkan dengan larutan Cd(II) dilakukan analisis dengan spektroskopi infra merah.

Recovery

Persen *recovery* dihitung dengan menggunakan rumus :

$$R = \frac{C_r}{(C_0 - Ca)} \times 100\%$$

Dimana,

R = persen *recovery*

C_o = konsentrasi ion logam sebelum biosorpsi (ppm)

C_a = konsentrasi ion logam setelah biosorpsi (ppm)

C_r = konsentrasi ion logam setelah proses perolehan kembali

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Rasio Biomassa *Potamogeton sp* - Silika Gel Terhadap Biosorpsi Cd(II)

Tabel 1 menunjukkan bahwa % biomassa 0,00 - 12,5 %, jumlah Cd(II) yang terserap meningkat dan pada % biomassa 15 – 17,5 %, jumlah Cd(II) yang terserap turun. Pada % biomassa 0,00 - 12,5 %, biomassa dapat menyerap Cd(II) dengan baik, karena gugus aktif biomassa masih leluasa berinteraksi dengan Cd(II). Disamping itu juga belum terjadi agregasi biomassa. Pada % biomassa diatas 12,5 %, gugus aktif biomassa mulai berkurang akibat proses pengimobilan sehingga menurunkan kemampuan biosorpsi. Selama proses pengimobilan juga terjadi agregasi biomassa yang menurunkan kemampuan biosorpsi karena berkurangnya luas permukaan. Dari hasil yang diperoleh biosorpsi optimum biomassa *Potamogeton sp* dan silika gel pada rasio 12,5 % yaitu sebesar 26,075 %.

Tabel 1. Perbandingan jumlah biomassa *Potamogeton sp* dan silika gel terhadap % Cd(II) yang terserap

Biomassa (gr)	Silika (gr)	% biomassa	Cd terserap (ppm)	% Cd terserap
0,000	1,000	0,000 %	0,730	3,650 %
0,025	0,975	2,500 %	2,085	10,425 %
0,050	0,950	5,000 %	2,810	14,05 %
0,075	0,925	7,500 %	3,225	16,125 %
0,100	0,900	10,000 %	4,150	20,750 %
0,125	**0,875**	**12,500 %**	**5,215**	**26,075 %**
0,150	0,850	15,000 %	4,945	24,725 %
0,175	0,825	17,500 %	4,575	22,875 %

Hasil penelitian Lestari dkk. (2003) tentang kemampuan biosorpsi biomassa *Saccharomyces cerevisiae* yang terimobilkan pada silika gel terhadap Cu(II), menunjukkan semakin banyak jumlah *Sacharomyces cerevisiae* dalam silika gel akan meningkatkan jumlah Cu(II) yang terserap sampai konsentrasi *Sacharomyces cerevisiae* dalam silika gel 0,5 %, selanjutnya peningkatan jumlah *Sacharomyces cerevisiae* dalam silika gel akan menurunkan jumlah Cu(II) yang terserap.

Pengaruh pH Biosorpsi

Tabel 2 menunjukkan bahwa biosorpsi Cd(II) meningkat dengan tajam pada daerah pH = 1 s/d pH = 5, dengan biosorpsi optimum terjadi pada pH = 5 yaitu sebesar 30,350 %. Diatas pH = 6, Cd(II) terserap kembali menurun.. Hal ini disebabkan pada pH = 2 – pH = 3, permukaan biosorben bermuatan positif sehingga biosorpsi Cd(II) sangat kecil. Sedang pada pH = 4 – pH = 5, permukaan adsorben menjadi bermuatan negatif sehingga akan meningkatkan biosorpsi Cd(II). Penelitian ini tidak dilakukan variasi pH diatas 8, karena pada pH tersebut Cd(II) mulai mengendap. Menurut Baig et.al (1999), biosorpsi Cd(II) oleh biomassa *Solanum Elaeagnifolium (Silverleaf nightshade)* meningkat pada pH 5.

Pada pH rendah, dengan jumlah H^+ yang besar ligan permukaan cenderung berada pada keadaan terprotonasi, kation logam juga berkompetisi dengan H^+ untuk mengikat ligan permukaan. Sedangkan pada pH tinggi dimana jumlah OH^- yang besar, ligan permukaan cenderung terdeprotonasi, tetapi pada saat yang sama ligan permukaan berkompetisi dengan OH^- dalam mengikat kation logam.

Pengaruh pH selain berpengaruh terhadap muatan pada situs aktif juga berpengaruh pada spesies logam dalam larutan. Ion-ion logam dalam larutan sebelum terserapi oleh adsorben terlebih dulu mengalami hidrolisis, menghasilkan proton dan kompleks hidrokso logam seperti reaksi berikut :

$$Cd^{2+} + nH_2O \Leftrightarrow \{Cd(OH)_n^{2-n}\} + nH^+ \quad \text{..... (4)}$$

Tabel 2. Hasil pengukuran % Cd(II) yang terserap pada berbagai pH

pH	Cd terserap (ppm)	% Cd terserap
2	1,730	8,650 %
3	2,005	10,025 %
4	5,440	27,200 %
5	**6,070**	30,350 %
6	5,940	29,700 %
7	5,930	29,650 %

Recovery logam dengan kolom

Tabel 3. Persen Recovery

Recovery ke-	Co (ppm)	Ca (ppm)	Cd terserap (ppm)	Cr (ppm)	% recovery
1	20,000	0,450	19,550	19,495	99,717
2	20,000	3,865	16,135	15,735	97,521
3	20,000	5,050	14,950	14,285	95,552

Keterangan :

C_o = konsentrasi ion logam sebelum biosorpsi (ppm)

C_a = konsentrasi ion logam setelah biosorpsi (ppm)

C_r = konsentrasi ion logam setelah proses perolehan kembali (ppm)

Persen perolehan kembali (% *recovery*) Cd(II) setelah perlakuan dengan HCl 0,1 M pada biomassa *potamogeton sp* imobil yang telah mengikat logam Cd(II) pada recovery ke-1 sebesar 99,719 %, pada recovery ke-2 97,521% dan pada recovery ke 3 sebesar 95,552 %. Hal itu disebabkan karena menurunnya kemampuan HCl untuk melepaskan ion logam Cd(II) yang terikat pada biosorben Selain itu juga disebabkan jumlah Cd(II) yang terserap menurun, sehingga kemampuan untuk melepaskan ion logam Cd(II) yang terikat pada adsorben juga menurun.

Proses perolehan kembali (*recovery*) logam Cd(II) yang terikat pada biomassa dilakukan dengan menggunakan asam encer, HCl 0,1 M. Penggunaan asam encer 0,1 M karena asam mineral di atas 0,1 M dapat merusak biomassa (Susanti, dkk., 2004).

Identifikasi Gugus Fungsional

Tabel 4 Perbandingan serapan biomassa *Potamogeton sp,* biomassa *Potamogeton sp* yang terimobilkan pada silika gel, dan biomassa *Potamogeton sp* yang terimobilkan pada silika gel yang sudah dikontakkan dengan larutan Cd(II)

Biomassa *Potamogeton sp*	Biomassa *Potamogeton sp* yang terimobilkan pada silika gel	Biomassa *Potamogeton sp* yang terimobilkan pada silika gel yang sudah dikontakkan dengan larutan Cd(II)	Perkiraan gugus
3448,5	3448,5	3433,1	Vibrasi ulur -OH
2923,9	2927,7	2927,7	-C-H alifatik
2854,5	2854,5	-	-C-H alifatik
1743,5	1743,5	-	Vibrasi ulur –C=O
1639,4	1639,4	1635,5	Rangkaian asimetri COO^-
1157,2	-	-	-C-N amin
-	1107,1	1103,2	Si-O-Si

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Biosoprsi optimum Cd(II) terjadi pada persen biomassa *Potamogeton sp* dan silika gel 12,5 %, yaitu sebesar 20,075 % Cd(II).
2. pH optimum untuk biosorpsi Cd(II) terjadi pada pH = 5, yaitu sebesar 30,350 % Cd(II).
3. *Recovery* Cd(II) lebih dari 95,55% pada recovery ke-3.
4. Spektra IR menunjukkan adanya gugus -OH, -NH, -CH, COO-, -C=O, -C-O, C-N.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2003. *Curly Leaf Pondweed Potamogeton.* Pondweed Family Vermont Class B Noxious Weed. http:// www.wapms.org/plants/potamogeton.html. Diakses tanggal 20 Desemer 2005.

Baig, T.H., A.E. Garcia, K.J. Tiemann, & J.L. Gardea-Torresdey. 1999. Adsorption of Heavy Metal Ions by the Biomass of *Solanum Elaeagnifolium (Silverleaf nightshade)*. *Proceddings of the 1999 Confrence on Hazardous Waste Rearch*: 131-142.

Cossich, E.S., C.R.G. Tavares, & T.M.K. Ravagnani. 2002. Biosorption of Chromium(III) by *Sargassum sp.* Biomass*. EJB Electronic Journal of Biotechnology ISSN,* Vol. 5 No*.* 2: 0717-3458.

Fessenden, R.J. & J.S. Fessenden. 1989. *Kimia Organik, Jilid 2,* Edisi Ketiga (terjemahan oleh Pudjaatmaka, A.H). Penerbit Erlangga, Jakarta.

Figueira, M.M, B. Volensky, V.S.T. Cimenelli, & F.A. Roddick. 2000. Biosorption of Metal in Brown Seaweed Biomass*. Elsevier Science*: 196-204.

Gardea-Torresdey, J.L., J.H. Gonzalez, K.J. Tiemann, & O. Rodriquez. 1998. Biosorption of Cadmium, Chromium, Lead, and Zinc By Biomass of *Medicago Sativa (Alfalfa). Jornal of Hazardouz Materials*, 57: 29-39.

Hairiah. 2005. *Hubungan Laju Pertumbuhan Tanaman Air Rumput Naga Potamogeton ngan Unsur Hara N, P dan n Irigasi Riam Kanan.* Sl... A Biologi, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru. (tidak dipublikasikan).

Horsfall J.M. & A.I. Spiff. 2004. Studies on The Effect of pH on The Sorption of Pb^{2+} and Cd^{2+} Ions From Aqueous Solutions by *Caladium bicolor (Wild Cocoyam)* Biomass*. Electronic Journal of Biotechnology ISSN*, Vol. 7 No. 3: 0717-348.

Hughes, M.N. & R.K. Poole. 1990. Metal and Microorganism. *Chapman and Hall*. London.

Inthorn, D., N. Sidtitoon, S. Silapanuntakul, A. Incharoensakdi. 2002. Sorption of Mercury, Cadmium and Lead by Microalga. *Science Asia*, 28: 253 – 261.

Jasmidi, E. Sugiharto, & Mudjiran. 2002. Pengaruh Lama dan Kondisi Penyimpanan Biomassa terhadap Biosorpsi Timbal (II) dan Seng (II) oleh Biomassa *Saccharomyces cerevisiae. Indonesian Journal of Chemistry:* 11-14.

Kacar, Y., C. Arpa, S. Tan, A. Denizli, O. Genc, & M.Y. Arica. 2002.

Biosorption of Hg(II) and Cd(II) From Aquaneous Solution: Comparison of Biosorptive Capacity of Alginate and Imobilized Live and Heat Inactivated *Phanerochaete chrysosporium. Process Biochemistry*, 37: 601-610.

Lestari, S., E. Sugiharto, & Mudasir. 2003. Studi Kemampuan Biosorpsi Biomassa *Saccharomyces cerevisiae* yang Terimobilkan pada Silika Gel Terhadap Tembaga (II). *Teknosains* 16A (3): 357 – 371.

Palar, H, 1994, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, PT. Rineka Cipta, Jakarta.

Prawita, A. 2000. Limbah Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera L*) Untuk Mengatasi Cemaran Logam Berat Beracun Cd (II). *Jurnal Natural.* Vol. 6. No. 1.

Raya, I., Narsito, & B. Rusdiarso. 2001. Kinetika Biosorpsi Ion Logam Aluminium (III) dan Kromium (III) oleh Biomassa *Chaetoceros calcitrans* yang Termobilkan pada Silika Gel. *Indonesian Journal of Chemistry.* Vol. 1: 1 – 6.

Sastrohamidjojo, H. 1992. *Spektroskopi Inframerah.* Liberty. Yogyakarta. Hal: 15-16.

Schmuhl, R., H.M. Krieg, & K. Keizer. 2001. Adsorption of Cu(II) and Cr(VI) ions by chitosan: Kinetics and equilibrium studies. *Water SA.* Vol. 27 No. 1.

Slamet, J.S. 1994. *Kesehatan Lingkungan.* Gadjah Mada University Press,, Yogyakarta.

Soegianto, A., Nurtiati, & S.I. Wardhani. 2002. Toksisitas Kadmium Terhadap Udang *Macrobrachium sintangese de Man (Crustacea Decanoda)* yang Terpelihara pada Medium dengan Salinitas Berbeda. Jurusan Biologi, FMIPA. Universitas Airlangga.

Suhendrayatna. 2001. Bioremoval Logam Berat dengan Menggunakan Microorganisme: Suatu Kajian Kepustakaan. *Bioteknologi untuk Indonesia Abad 21*. Vol. 1: 1 – 9.

Susanti, E., Y. Utomo, & N. Zakia. 2004. Biosorpsi Ion Logam Berat oleh Ragi Roti. *Forum Penelitian,* 1: 37 – 50.

Tjitrosoepomo, G. 2000. *Taksonsomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Universitas Gadjah Mada & University Press. Yogyakarta.

Yalcinkaya, Y., M.Y. Arica, L. Soysal, A. Denizli, O. Genc, & S. Bektas. 2002. Cadmium and Mercury Uptake by Imobilized *Pleurotus sapidus. Turk J Chem*, 26: 441-452.