

Amobilisasi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam Silika Gel untuk Penyerapan Ion Logam Kadmium

Roza Linda* dan Zultihniar**

*Laboratorium Pendidikan Kimia, Jurusan Pendidikan MIPA FKIP

**Teknik Kimia F, Teknik UNRI

Universitas Riau Pekanbaru 28293 Riau

Diterima 15 September 2004 Disetujui 5 Desember 2004

Abstract

Eichhornia crassipes was successfully used in adsorption procedure that removed cadmium from aqueous solution. Several parameters that can affect metal uptake such as particle size, pH, metal in concentration and time of heat were described. Based on research it was found optimal condition adsorption of Cadmium at particle size 250 micrometer, ratio *Eichhornia crassipes* silica gel 3:1, pH 7, Cd ion concentration 200ppm, and heating time 45 minutes. Efficiency adsorption optimal at optimal condition are 99.0025%. The method was applied to adsorption cadmium in waste water.

Keywords: Amobilization, *Eichhornia crassipes*, cadmium, silica gel

Pendahuluan

Seiring dengan meningkatnya perindustrian di Indonesia, menyebabkan meningkat pula kasus pencemaran lingkungan, terutama lingkungan perairan. Kasus pencemaran ini dapat disebabkan karena pembuangan limbah-limbah industri yang mengandung ion-ion logam beracun, seperti Timbal (Pb), Kadmium (Cd), Kromium (Cr), Nikel (Ni), Selenium (Se), Arsen (As) dan Seng (Zn), yang dibuang bebas ke perairan tanpa pengolahan terlebih dahulu.

Ion logam kadmium (Cd) merupakan salah satu logam pencemar yang berasal dari limbah industri pertambangan, logam campuran, zat warna, baterai, cat, tekstil, keramik dan pestisida. Akibat dari keracunan ion kadmium cukup fatal, yaitu dapat menyebabkan kerusakan hati, kerapuhan tulang dan merusak ginjal. Menurut Suratmo (1998) berdasarkan Surat Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No.02/MENKLH/II/1998, kadar kadmium dalam air minum dan keperluan rumah tangga maksimumnya 0,01 mg/L.

Keberadaan ion-ion logam dalam limbah industri telah lama dijadikan objek penelitian. Beberapa teknik pengolahan air limbah telah banyak dilakukan, misalnya teknik pengolahan air limbah dengan metode

adsorpsi yang menggunakan karbon aktif dan adsorben penukar ion, tetapi pada umumnya teknologi ini memerlukan dana yang cukup besar (Khopkar, 2002). Hal inilah yang menyebabkan banyak peneliti mencari alternatif lain untuk mendapatkan bahan penyerap sebagai pengganti karbon aktif ataupun adsorben penukar ion tersebut.

Akhir-akhir ini penggunaan limbah pertanian sebagai bahan penyerap ion logam beracun mendapat perhatian khusus, karena harganya yang murah dan tidak sulit mendapatkannya. Penyerapan ion-ion logam beracun oleh biomaterial dipercaya melalui proses sorpsi oleh gugus fungsi seperti amino, karboksilat, sulfat, polisakarida, selulosa, lignin, fosfat dan lainnya yang terdapat dalam sel limbah pertanian (Miksusanti, 1999). Menurut Mark et al (2001) biomaterial yang dapat menghilangkan ion logam beracun dari air limbah disebut biosorpsi. Jenis biomaterial tertentu ada yang mempunyai daya serap cukup tinggi terhadap ion logam beracun dalam larutan bila dibandingkan dengan resin penukar ion (Yurniati et al, 1994).

Beberapa penelitian yang menggunakan berbagai jenis biomaterial sebagai penyerap ion logam beracun telah banyak dilakukan. Serapan ion kadmium oleh mikroalga telah diteliti oleh Bahrizal (2002), batang jagung, daun tebu dan ilalang mampu

menyerap logam krom, seng dan tembaga (Miksusanti, 1999), Haryati *et al* (2000) berhasil menggunakan eceng gondok sebagai penyerap ion kromium, Munaf *et al* (1999) memanfaatkan kulit kacang sebagai penyerap ion kromium dan Deswati *et al* (2000) berhasil memanfaatkan lumut sebagai penyerap ion logam besi, kadmium, tembaga, kromium dan seng dalam air limbah.

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan tersebut menggunakan biomaterial langsung sebagai penyerap, kemudian timbul beberapa persoalan yaitu biomaterial yang digunakan mudah rusak sehingga tidak tahan lama (Munaf,1999; Sofia,2000). Untuk mengatasi hal tersebut maka para peneliti berusaha mencari metode lain dalam penyerapan ion logam menggunakan biomaterial yaitu dengan jalan mengamobilisasi material tersebut. Amobilisasi biomaterial yang telah dikembangkan pada saat ini adalah amobilisasi biomaterial dalam silika gel. Tong C. dan Ramelow dalam Bukhani dan Sembiring Z. (2002) menggunakan silika gel karena sangat mudah dibuat dengan ukuran-ukuran mesh tertentu, dapat disimpan dalam keadaan kering beberapa bulan serta dapat digunakan kembali. Sedangkan Kubiak dalam Bukhani dan Sembiring Z. (2002) menggunakan silika gel karena kombinasinya memiliki kapasitas pengikatan yang tinggi, dan memiliki daya tahan yang baik terhadap perubahan-perubahan pelarut kimia. Amobilisasi yang telah dilakukan antara lain : Amobilisasi lumut daun dalam silika gel dengan efisiensi penyerapan terhadap ion kadmium (99,1%), krom (IV) (41,1%), krom (III) (96,57%) dan Seng (97,87%), amobilisasi lumut dalam sika gel dengan efisiensi penyerapan terhadap ion Cu (II) (85%), Cd(II) (87%), dan Zn (II) (92%) (Munaf *et al*, 1999). Dalam penelitian ini peneliti tertarik untuk melakukan amobilisasi eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dalam silika gel dan digunakan sebagai sorben ion logam Cd. Eceng gondok dipilih sebagai biomaterial karena eceng gondok sebelumnya sudah pernah diteliti sebagai biosorben tetapi secara langsung tidak diamobilisasi, disamping itu eceng gondok mudah diperoleh karena populasinya sangat banyak sedangkan pemanfaatannya masih kurang.

Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Kadmium Klorida, asam nitrat (HNO₃), NaOH, etanol 10 %, CH₃COOH, NH₄OH, aquades, silika gel, dan eceng gondok.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : Spektrofotometer Serapan Atom (SpectrAA Series-220 Varian Australy Pty Ltd. Australia dan Alpha 4 Chemtech Analytical), pengayak Octagon (London, Inggris), kolom gelas, neraca analitik (Switzerland), pH meter (Horiba compact B-212, Jepang), oven listrik (Memmert 854 Schwabach, Jerman) dan alat-alat yang lazim digunakan di laboratorium.

Perlakuan terhadap Eceng Gondok

Eceng gondok segar dicuci bersih, dikering anginkan selama beberapa hari. Selanjutnya sampel dihaluskan dan diayak dengan ukuran partikel yang bervariasi antara 100-500 µm. Eceng gondok yang telah dihaluskan direndam dalam asan nitrat 0,1 N selama 3 Jam untuk membebaskan eceng gondok dari logam yang mungkin mengganggu dalam proses pengukuran ion logam yang akan diteliti, lalu disaring dan dicuci dengan aquadest hingga netral (Munaf, 1999), kemudian direndam dengan etanol 10 % selama 5 jam, dikering anginkan kembali selama beberapa hari. Setelah itu material siap digunakan untuk perlakuan selanjutnya.

Amobilisasi Eceng Gondok dalam Silika Gel

Satu gram material eceng gondok dengan ukuran tertentu diamobilisasi dalam silika gel dengan perbandingan tertentu dengan cara mencampurkan kedua bahan tersebut. Campuran ditambah dengan beberapa mL aquadest lalu diaduk hingga bercampur dan berbentuk bubur atau pasta. Pasta dipanaskan pada suhu 105^oC selama dua puluh menit, kemudian dibasahkan lagi dengan beberapa mL aquadest lalu dipanaskan, langkah ini dilakukan 3 – 4 kali. Material eceng gondok yang telah diamobilisasi dalam silika gel dicuci dengan aquadest dan dikeringkan. Adsorben eceng gondok – silika gel ini dapat digunakan sebagai sorben.

Penentuan Kondisi Optimum Penyerapan

Untuk mengetahui daya serap eceng gondok yang telah diamobilisasi dalam silika gel terhadap ion logam kadmium, akan

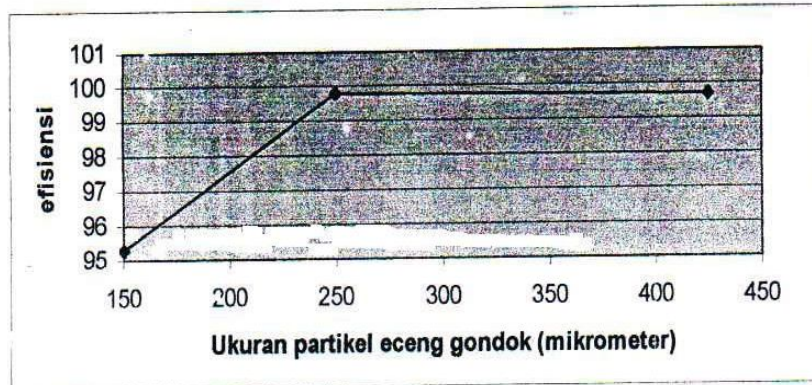
dilakukan percobaan dengan sistem dinamis (kolom). Variabel yang ditentukan adalah : ukuran partikel eceng gondok (150, 250 dan 425 μm), perbandingan eceng gondok silika gel (1:1, 2:1, 3:1), pH larutan ion logam (3,5,7), konsentrasi ion logam (150, 200, 250, 300 ppm) dan lama pemanasan sorben (15, 30, 45, 60 menit) pada suhu 75°C.

Hasil dan Pembahasan

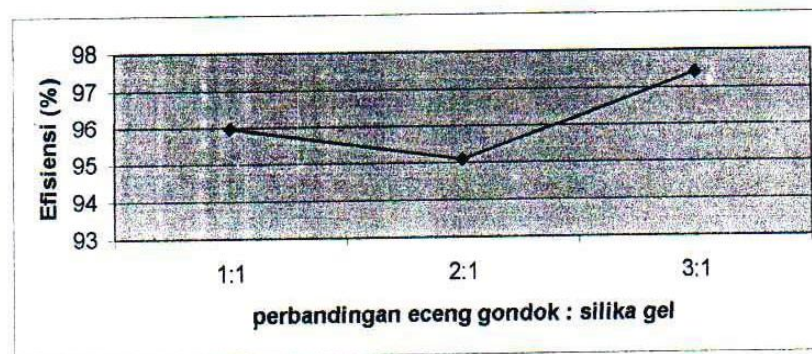
Penentuan Kondisi Optimum Penyerapan Ion Logam Kadmium oleh Biosorben Eceng Gondok-Silika Gel

Pengaruh Ukuran Partikel Eceng Gondok
 Permukaan dari adsorben yang digunakan sebagai penyerap akan

mempengaruhi daya serap. Dimana semakin luas permukaan adsorben maka penyerapan akan semakin besar, karena tempat terjadinya interaksi antara ion logam dan adsorben semakin banyak. Ukuran partikel dari suatu adsorben mempengaruhi luas permukaan, yaitu semakin kecil ukuran dari suatu adsorben maka luas permukaannya semakin besar. Sebaliknya semakin besar ukuran partikel maka luas partikel semakin kecil. Namun pada penelitian ini ukuran partikel terkecil tidak menghasilkan penyerapan optimum terhadap logam Cd. Hal ini mungkin disebabkan oleh karena eceng gondok sebagai bahan penyerap ion logam Cd sudah teramobilisasi pada silika gel sehingga kemungkinan partikel terkecil tersebut terselimuti oleh silika. Daya serap biosorben eceng gondok-silika gel optimum pada ukuran partikel 250 μm seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh Ukuran Partikel Eceng Gondok terhadap Efisiensi Penyerapan Biosorben Eceng Gondok – Silika gel terhadap Ion Logam Cd



Gambar 2. Pengaruh Perbandingan Eceng Gondok – Silika gel terhadap Efisiensi Penyerapan Biosorben Eceng Gondok – Silika gel terhadap Ion Logam Cd

Pengaruh Perbandingan Eceng gondok – Silika gel

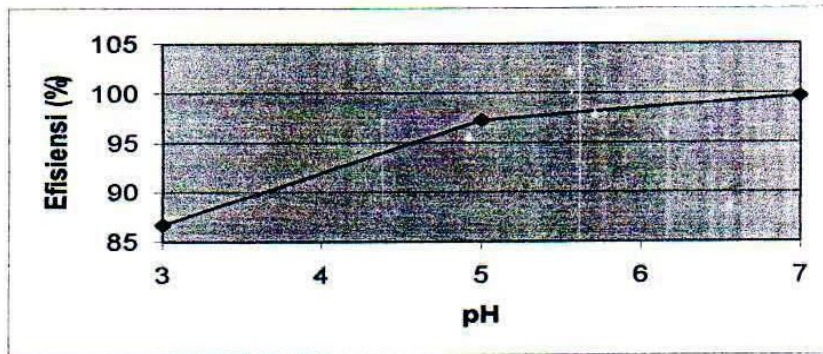
Perbandingan eceng gondok: silika gel akan mempengaruhi penyerapan biosorben, semakin banyak jumlah adsorben penyerapan akan semakin tinggi, karena jumlah permukaan aktif dari adsorben semakin banyak. Penyerapan optimum terjadi pada perbandingan 3:1, dimana jumlah eceng gondok lebih banyak dari pada jumlah silika gel, hal ini dapat dilihat Gambar 2.

Pengaruh pH Ion Logam

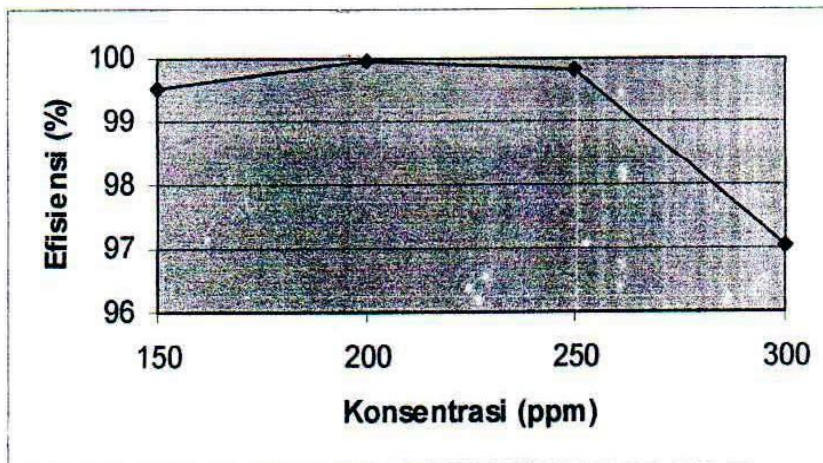
Faktor pH sangat mempengaruhi proses penyerapan dari suatu adsorben. Pada kondisi basa terbentuknya senyawa oksida

akan menutupi permukaan aktif adsorben sehingga akan menghalangi proses penyerapan partikel-partikel terlarut oleh adsorben. Sedangkan pada pH yang rendah permukaan material dikelilingi oleh ion H⁺ sehingga juga akan menghalangi ion logam mendekati sisi aktif dari material (adsorben), karena menyebabkan terjadinya tolak menolak atau kompetisi dengan ion logam yang juga bermuatan positif sehingga adsorpsi menjadi relatif kecil (Raya,1998).

Efisiensi penyerapan optimum adsorben eceng gondok – silika gel terhadap ion logam Cd terjadi pada pH 7 yaitu sebesar 99,80198 % seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh pH Ion Logam Cd terhadap Efisiensi Penyerapan Biosorben Eceng Gondok – Silika gel



Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi Ion Logam Cd terhadap Efisiensi Penyerapan Biosorben Eceng Gondok – Silika gel

Pengaruh Konsentrasi Ion logam

Konsentrasi mempengaruhi efisiensi penyerapan dari biosorben, pada konsentrasi yang rendah permukaan aktif biosorben masih dapat mengikat ion logam, dengan bertambahnya konsentrasi dari ion logam maka permukaan aktif dari biosorben tersebut akan tetap mengikat ion logam sampai seluruh permukaan aktif telah terisi. Efisiensi penyerapan akan menurun apabila permukaan aktif biosorben telah terisi penuh. Ramellows dan Delgado dalam Sofia (2000) telah melakukan penelitian dan menyatakan bahwa biomaterial mempunyai kapasitas serapan maksimum.

Biosorben eceng gondok-silika gel mempunyai efisiensi penyerapan optimum pada konsentrasi 200 ppm, terlihat pada Gambar 4.

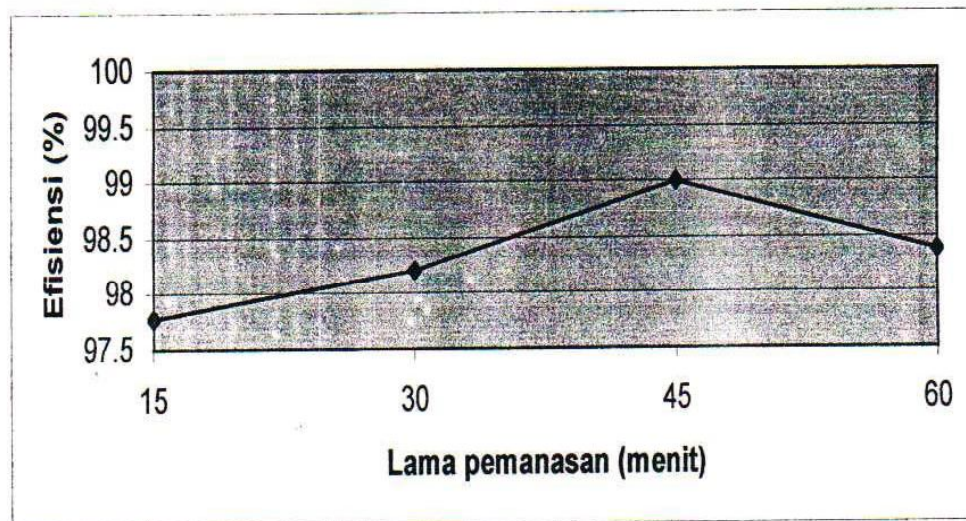
Pengaruh Lama Pemanasan Biosorben

Pengaruh lama pemanasan biosorben eceng gondok-silika gel terhadap efisiensi penyerapan terlihat pada Gambar 5. Lama pemanasan menambah efisiensi penyerapan. Pemanasan biosorben berfungsi untuk menguapkan air yang mengisi pori-pori biosorben dan untuk membuka pori-pori

tersebut. Tetapi jika melewati lama pemanasan optimum efisiensi penyerapan akan berkurang, hal ini disebabkan karena terjadinya kerusakan struktur kimia biosorben eceng gondok - silika gel. Pemanasan dilakukan pada suhu 75^o C. Efisiensi optimum terjadi pada lama pemanasan 45 menit.

Pengaruh Biosorben Eceng Gondok-Silika Gel untuk Menyerap Ion Logam Cd dari Sampel Air Limbah.

Sampel air limbah yang diambil dari PT. Bangkinang disaring untuk memisahkan larutan dari pengotor. Larutan kemudian diperlakukan dan dilewatkan pada kolom yang telah dipacking dengan biosorben eceng gondok-silika gel pada kondisi optimum. Penyerapan terhadap ion logam Cd yang ada terjadi dengan efisiensi yang cukup tinggi yaitu 78,17 %. Efisiensi ini jauh berkurang jika dibanding dengan penyerapan ion Pb dalam larutan standar. Hal ini karena adanya ion - ion logam yang lain yang ada didalam air limbah tersebut yang dapat berkompetisi atau bersaing dalam melakukan ikatan dengan sisi aktif material eceng gondok.



Gambar 5. Pengaruh lama pemanasan biosorben terhadap efisiensi penyerapan biosorben eceng gondok - silika gel terhadap ion logam Cd

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa eceng gondok yang telah diamobilisasi dengan silika gel dapat menyerap ion logam Kadmium dalam limbah cair.

Daftar Kepustakaan

- Bahrizal. 2002. Serapan Ion Kadmium Oleh Mikroalga, *Eksakta (Berkala Ilmiah Bidang MIPA)*, Vol. 01.
- Bukhtani dan Sembiring Z. 2002. *Adsorpsi Ion Logam Kadmium (II), Timbal (II) dan Tembaga (II) pada Biomassa Alga yang Diimmobilisasi Silika Gel*. FMIPA Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Deswati, Munaf, E., Zein R., Refilda, Agusti, S. 2000. Pemanfaatan Ion logam Besi, Kadmium, Tembaga, Kromium dan Seng Dalam Air Limbah, *Jurnal Kimia Andalas*, Vol 6, No.1.
- Haryati,S., Munaf, E., Hamzar ,S., Dharma,A. 2000. Penyerapan Ion Kromium (III) Dan Kromium (VI) Dalam Air Dengan Menggunakan Tepung Eceng Gondok dan Studi Regenerasinya, *Jurnal Kimia Andalas*, Vol 6.
- Khopkar, S.M. 2002. *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Mark, A., Schneegurt ,C., Jinesh,A. 2001. Biomass by Product for Tremediation of Wastewater Contaminated with Toxic Metals, *Enviromental Science and Technology*, Vol.35.
- Miksusanti. 1999. Menurunkan Kandungan Logam Berat dalam Limbah Industri Pelapisan Seng dengan Menggunakan Limbah Pertanian Sebagai Biosorben. *Jurnal Ilmiah MIPA*, Vol I, No.02.
- Munaf, E. 1999. Accumulation of Copper, Cadmium and Zinc by Moss Immobilized On Silika Gel. *Jurnal Kimia Andalas*. Vol.5,2. 57-61
- Munaf, E., Zein, R., Refilda, Deswati, Yuliza, B. 1999. Penyerapan Ion Kromium dalam Limbah oleh Biosorben Kulit Kacang dengan Pendeteksi Spektrofotometer Serapan Atom, *Jurnal Kimia Andalas*, Vol.05, No.02.
- Raya, I., 1998. *Study Kinetika Adsorpsi Logam Aluminium (III) dan Kromium(III) Pada Adsorben Chaetoceros calcitrans yang Terimmobilisasi pada Silika Gel*. Tesis Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Sofia. 2000. *Amobilisasi Lumut Daun (Musci) dalam Silika Gel dan Karakteristiknya untuk Penyerapan Ion Logam Kadmium, Krom dan Seng dalam Air Limbah*. Tesis Universitas Andalas. Padang.
- Suratmo, F.G. 1998. *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*, Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta.
- Yurniarti, Mellawati, J., Suropto, Maryoto. 1994. Penyerapan Ion Logam Berat dalam Larutan Oleh Sabut Kelapa Sawit. Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Batan.