PEMANFAATAN LUMUT (*Musci*) SEBAGAI PENYERAP ION LOGAM BESI, KADMIUM, TEMBAGA, KROMIUM DAN SENG DALAM AIR LIMBAH

Deswati, Edison Munaf, Rahmiana Zein, Refilda dan Setiawati Agusti
Laboratorium Kimia Analisa Lingkungan Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas Padang 25163

INTISARI

Telah dilakukan penelitian untuk mempelajari kemampuan lumut sebagai material penyerap ion besi, kadmium, kromium, tembaga dan seng dalam air limbah. Beberapa variabel seperti pengaruh ukuran partikel dari 150-425 μm, pH larutan ion logam, berat lumut, konsentrasi ion logam, suhu pemanasan dan lama pemanasan lumut dipelajari untuk mendapatkan kondisi optimum penyerapan. Konsentrasi ion logam pada semua perlakuan ditemukan secara Spektrofotometri Serapan Atom.

Pada kondisi optimal ion logam yang dapat diserap oleh material lumut berkisar dari 88-95% kecuali untuk Cr(VI), dimana efesiensi penyerapannya hanya sekitar 35%. Metoda ini telah diaplikasikan untuk menyerap ion logam yang terdapat dalam air limbah PT Semen Padang dan bengkel Utama Motor, dimana efisiensi penyerapan 51 sampai 91%.

ABSTRACT

The ability of moss (Musci) for the adsorption of iron, cadmium, copper, chromium and zinc in waste water have been investigated. Several parameter that can affact metals uptake such as particle size in the range 150 -425 μm , weigh of the moss, concentration of metal ion, heating temperature and heating time of the moss were described. The metal ion concentrations is analyzed by using Atomic Absorption Spectrophotometry.

At the optimal condition metal ions was sorbed by moss in the range 88-95%, except for the Cr(VI) where the sorption effeciency is 35%. The method was applied to the removal of metal ions present in waste water of Cement Padang Industry and bengkel Utama Motor where sorption effeciency is 51 to 91%.

PENDAHULUAN

Mengingat akan bahaya dan luasnya akibat yang ditimbulkan pencemaran air, perlu dilakukan usaha penghilangan polutan beracun. Seperti amoniak, fenol dan logam-logam berat dari air limbah industri, buangan rumah tangga, ataupun aliran air limbah daerah pertambangan harus mendapat perhatian yang serius.

Beberapa metoda seperti resin penukar ion[1], penyerapan dengan karbon aktif[2] dan elektrolisa telah sukses digunakan untuk menghilangkan polutan beracun dari air limbah dalam skala kecil dan skala industri. Penyerapan oleh resin penukar ion dan karbon aktif, efektif digunakan untuk pengolahan air limbah tapi kurang cocok untuk penghilangan polutan dalam jumlah besar karena harganya mahal sekali.

Untuk ini para ahli mencoba mencari alternatif teknologi yang dapat menghilangkan polutan berbahaya yang terdapat dalam air limbah beberapa biomaterial seperti lumut[3], gambut[4], sekam padi[5], kulit beras atau dedak[6], alga atau gangganga, gergaji kayu[7] dan limbah daun teh[8] telah diteliti untuk menghilangkan polutan dari air limbah, yang harganya relatif murah.

Penyerapan ion logam oleh biomaterial diyakini terjadi melalui peristiwa serpai, yang melibatkan banyak gugus fungsi berupa protein, lignin, polisakarida dan bermacam-macam biopolimer lainnya yang ditemukan dalam sel maupun dinding sel. Poli fungsi dari biosorben

mempunyai kemampuan penyerapan yang khas terhadap logam sebagai penukar ion atau pengompleks.

Salah satu material yang digunakan sebagai bahan penyerap adalah lumut[1]. Keberadaan lumut belum mendapat perhatian bahkan dianggap sebagai pengganggu. Dalam penelitian terdahulu telah dilakukan penyerapan terhadap beberapa kation seperti tembaga dan nikel oleh lumut [2]. Hasil yang diberikan menyatakan lumut dapat digunakan sebagai penyerap.

Pada penelitian ini lumut digunakan sebagai biosorben untuk menghilangkan ion *Fe(II), Cd(II), Cu(II), Cr(III), Cr(VI)* dan *Zn(II)* yang terdapat dalam air limbah. Konsentrasi ion logam sebelum dimasukan ke kolom dan yang keluar dari kolom ditentukan dengan cara Spektrofotometri serapan atom.

METODA PENELITIAN

Bahan dan alat 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, $CuSO_4.5H_2O$, $FeSO_4.7H_2O$, $ZnSO_4.7H_2O$ dan NaOH. Larutan induk ion logam dibuat dengan konsentrasi 1.000mg/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 refrigenerator.

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 ditentukan dengan menggunakan peralatan Spektrofotometer serapan atom, model Alpha-4 (ANA Lab, Chem. Tech, England).

Prosedur kerja

Perlakuan pada lumut

Lumut yang digunakan sebagai penyerap adalah lumut daun (*Moss*) yang tumbuh pada tanah dan batu-batuan. Lumut dicuci bersih dengan air akuades untuk menghilangkan tanah, batu-batuan serta pengotor lainnya, kemudian dikeringanginkan beberapa hari. Setelah itu lumut dihaluskan dengan mesin dan diayak dengan ukuran partikel 150 µm, 180 µm, 250 µm dan 450 µm.

Lumut dengan masing-masing ukuran direndam dalam larutan asam nitrat 0,1 M dengan perbandingan 2:1 terhadap lumut. Lalu dibiarkan selama 48 jam sambil sekali-kali diaduk. Hasil rendaman disaring lalu dicuci dengan akuades sampai pH netral (6-7) dengan penambahan larutan NaOH. Hasil pencucian direndam dalam etanol selama 5 jam, disaring kemudian dikeringanginkan pada suhu kamar selama 1 minggu. Lumut yang telah diperlakukan ini siap untuk digunakan.

Pengerjaan penyerapan

Tiga gram lumut yang telah diperlakukan tersebut di atas ditempatkan dalam kolom gelas. Bagian atas kolom ditutup dengan glass wool untuk menghindari terjadinya floating. Kedalam kolom kemudian dialirkan akuades untuk membasahi material, kemudian ke dalam kolom dialirkan 10 ml larutan Cd(II), Cu(II), Cr(III),Cr(VI), Fe(II) dan Zn(II) dengan konsentrasi masing-masingnya 10 mg/L. Filtrat ditampung dan diukur dengan spektrofotometri serapan atom. Efisiensi penyerapan dihitung dengan membandingkan konsentrasi awal dan konsentrasi ion logam dalam filtrat.

Untuk mendapatkan kondisi penyerapan yang optimal, maka variabel yang diteliti adalah ukuran partikel, pH larutan, berat lumut, konsentrasi ion logam, temperatur pemanasan dan lama pemanasan. Lumut yang telah digunakan sebagai penyerap diregenerasi kembali dengan menggunakan asam nitrat encer.

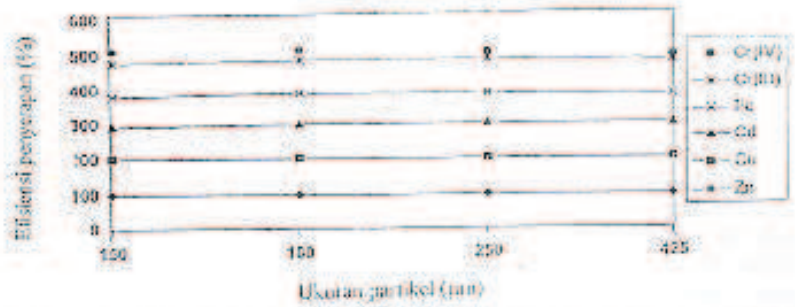
Setelah didapatkan kondisi optimal penyerapan, maka metoda ini diaplikasikan untuk menyerap ion logam Cd, Cu, Cr, Fe dan Zn yang

terdapat dalam air limbah PT Semen Padang dan bengkel Utama Motor.

HASIL DAN DISKUSI

Pengaruh ukuran partikel terheadap efisiensi penyerapan

Hasil pengukuran pengaruh ukuran partikel lumut terhadap penyerapan Cd(II), Cu(II), Cr(III), Cr(VI), Fe(II) dan Zn(II) dapat dilihat pada Gambar 1.

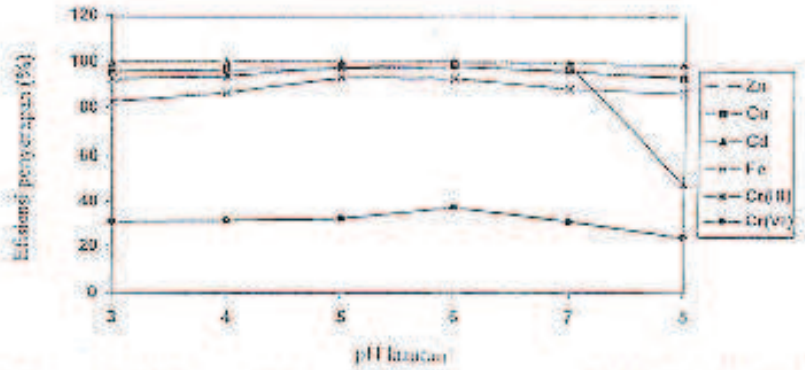


Gambar 1. Pengaruh ukuran partikel lumut terhadap efisiensi penyerapan ion Cd(II), Cu(II), Cr(III), Cr(VI), Fe(II) dan Zn(II)

Dari Gambar 1 terlihat bahwa efisiensi penyerapan maksimum pada ukuran partikel 150 µm. Sedangkan pada ukuran partikel 180-425 µm, efisiensi penyerapan menurun. Sebagaimana diketahui semakin kecil ukuran partikel material akan semakin besar luas permukaan material tersebut. Pada ukuran partikel lumut 150 µm, efisiensi penyerapan untuk Cd(II) adalah 89%, Cu(II) adalah 99%, Cr(III) adalah 98%, Cr(VI) adalah 34%, Fe(II) adalah 89% dan Zn(II) adalah 99%. Rendahnya efisiensi penyerapan Cr(VI) disebabkan karena Cr(VI) terdapat dalam bentuk anion, sehingga efisiensi penyerapannya kecil dibandingkan ion logam lainnya, yang terdapat dalam bentuk kation.

Pengaruh pH larutan pada penyerapan

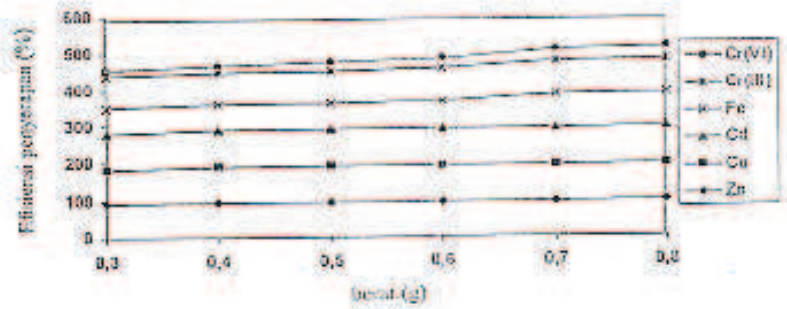
Hasil pengukuran pengaruh pH larutan ion logam Cd(II), Cu(II), Cr(III), Cr(VI), Fe(II) dan Zn(II) terhadap efisiensi penyerapan ion logam oleh lumut dapat dilihat pada Gambar 2. Larutan yang diuji mempunyai pH antara 2 sampai 8. Efisiensi penyerapan lumut terhadap ion logam sangat baik pada rentang pH 5-7. Sedangkan efisiensi penyerapan maksimum terjadi pada pH 6,0 sekitar 92-100% kecuali untuk ion Cr(VI) efisiensi penyerapan maksimumnya hanya 37%, hal ini disebabkan karena Cr(VI) terdapat dalam bentuk anion($Cr_2O_7^{2-}$).



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

Pengaruh berat lumut terhadap penyerapan

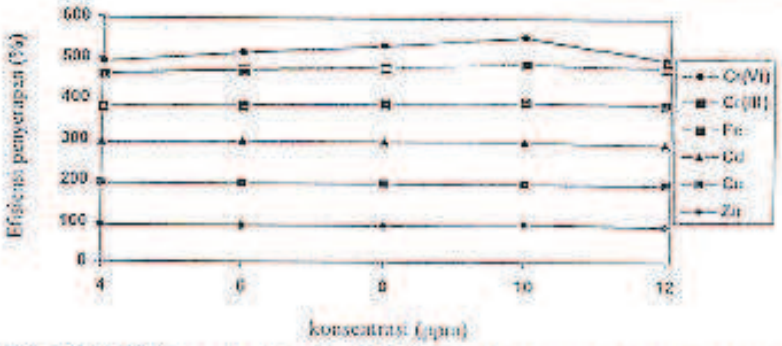
Hasil pengukuran pengaruh berat lumut terhadap penyerapan ion logam Cd(II), Cu(II), Cr(III), Cr(VI), Fe(II) dan Zn(II) dapat di lihat pada Gambar 3. Dari hasil pada Gambar 3 terlihat bahwa semakin besar jumlah material yang digunakan, semakin tinggi pula efisiensi penyerapannya terhadap ion logam yang dianalisa. Bertambahnya berat lumut sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan lumut tersebut, sehingga daya serap juga akan semakin besar



Gambar 3. Pengaruh berat lumut terhadap efisiensi penyerapan

Pengaruh konsentrasi ion logam terhadap efisiensi penyerapan lumut

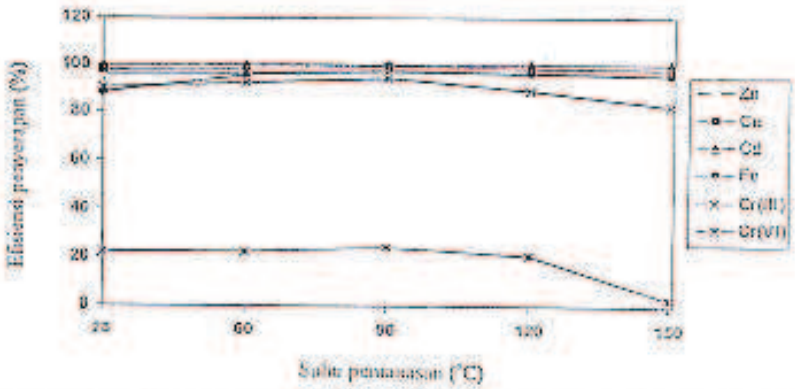
Hasil pengukuran pengaruh konsentrasi ion logam yang dianalisa terhadap efisiensi penyerapan lumut dapat di lihat pada Gambar 4. Dari hasil pada Gambar 4 terlihat bahwa semakin besar konsentrasi ion logam yang digunakan maka semakin besar pula efisiensi penyerapan lumut, perubahan ini jelas sekali terlihat untuk ion logam Cr(VI). Berarti pada konsentrasi lebih besar lumut tersebut masih dapat menyerap ion logam, tetapi pada konsentrasi diatas 10 ppm, efisiensi penyerapan mengalami sedikit penurunan. Hal ini disebabkan pada konsentrasi tersebut jumlah ion logam tidak sebanding dengan gugus aktif permukaan sorben atau permukaan sorben mengalami penjenuhan [2].



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi ion Cu, Cd, Fe, Zn , Cr(III) dan Cr(VI) terhadap efisiensi penyerapan lumut

Pengaruh suhu pemanasan

Hasil pengukuran pengaruh suhu pemanasan lumut terhadap efisiensi ion logam dapat dilihat pada Gambar 5 Material dipanaskan pada suhu antara 28-150 °C sebelum digunakan Pada Gambar 5 terlihat bahwa dengan bertambahnya suhu pemanasan lumut maka efisiensi penyerapan juga akan bertambah hingga suhu pemansan lumut pada suhu 90 °C Pada suhu yang lebih tinggi dari 90 °C, efisiensi penyerapan akan berkurang, hal ini mungkin disebabkan karena terbentuknya arang pada suhu tinggi yang berakibat rusaknya struktur material



Gambar 5 Pengaruh suhu pemanasan lumut terhadap efisiensi ion logam Cu, Cd, Fe,Zn,Cr(III) dan Cr(VI).

Lama pemanasan material memberikan pengaruh pada efisiensi penyerapan ion logam yang dianalisa Penyerapan optimum terjadi pada lumut yang dipanaskan selama 15 menit pada suhu optimal, jika dipanaskan lebih lama lagi maka akan terjadi penurunan daya serap Hal ini disebabkan terjadinya perubahan komposisi atau perubahan struktur kimia dari lumut tersebut, misalnya terbentuk arang(karbon).

Aplikasi untuk penyerapan ion logam dalam air limbah

Dengan menggunakan kondisi penyerapan yang optimal tersebut di atas, 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 PT Semen Padang dan bengkel Utama Motor.

Sebelum digunakan air limbah yang telah diambil terlebih dahulu disaring dan dicek pH nya hingga kira-kira 5-7. Kemudian air limbah tersebut dengan volume 100 ml dilewatkan ke dalam kolom gelas yang diisi material lumut yang telah diperlakukan. Konsentrasi larutan awal (sebelum dilewatkan kedalam kolom) dan kosentrasi akhir(sesudah dilewat ke kolom) dihitung dengan cara Spektrofotometri serapan atom, sehingga efisiensi penyerapan dapat dihitung. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1, 2 dan 3.

Tabel 1. Hasil penyerapan oleh lumut terhadap larutan multi komponen

Perla-kuan	Konsentrasi akhir(ppm)					Efisiensi penyerapan (%)				
	Zn	Cu	Cd	Fe	Cr	Zn	Cu	Cd	Fe	Cr
1	0, 245	0,353	0,068	0,385	0,967	97,55	96,47	99,35	96,15	90,33
2	0,246	0,386	0,079	0,036	1,067	97,36	96,14	99,21	95,94	89,33

Tabel 2. Hasil penyerapan oleh lumut terhadap sampel air limbah PT Semen Padang

Perlakuan	Konsentrasi awal (ppm)			Konsentrasi akhir(ppm)			Efisiensi penyerapan (%)		
	Zn	Cu	Fe	Zn	Cu	Fe	Zn	Cu	Fe
1	0,710	0,304	0,518	0,301	0,242	0,183	57,61	51,39	64,67
2				0,310	0,242	0,178	56,34	51,98	65,64

Tabel 3. Hasil penyerapan oleh lumut terhadap sampel air limbah Bengkel Utama Motor

Perla-kuan	Konsentrasi awal (ppm)				Konsentrasi akhir (ppm)				Efisiensi penyerapan (%)			
	Zn	Cu	Cd	Fe	Zn	Cu	Cd	Fe	Zn	Cu	Cd	Fe
1	0,592	0,672	0,500	0,624	0,252	0,250	0,042	0,109	57,43	62,79	91,6	82,53
2					0,244	0,246	0,048	0,112	58,78	63,68	90,4	82,05

KESIMPULAN

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

1. Lumut mempunyai kemampuan untuk menyerap ion logam Cd(II), Cu(II), Cr(III), Cr(VI), Fe(II) dan Zn(II) dengan efisiensi penyerapan antara 92-99%, kecuali untuk Cr(VI) dimana efisiensi penyerapannya mencapai 35%.

2. Pemanasan lumut diatas suhu 90 °C akan dapat mengakibatkan rusaknya struktur kimia dari lumut tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Maranon E, and Sastre H, Heavy metal removal inpacked bed using apple waste, *Bioresources Technol.*, 11,39-44 (1991).

2. Tee T.W. and Khan A.R.M., Removal of lead, cadmium and zinc by waste tea leaves, *Environ Technol. Lett.*, 9, 1223-1232 (1988).

3. Low K.S., Lee C.K., and Wong S.L., Effect of dye modification on the sorption of copper by coconut husk, *Environ Technol. Lett.*, 16, 877-883 (1995).

4. Munaf E., and Zein R., The use of rice husk for removal of toxic metals from

waste water, *Environ. Technol. Lett*., 18, 359-362 (1997).

5. Munaf E., Zein R., Kurniadi R., Kurniadi I., The use of rice husk for the removal of phenol as studied using 4-aminoantipyrine spectrophotometric method, *Environ Technol*., 18, 355-358 (1997).

6. Drake R., and Rayson G.D., Plant drived materials for metal ion selective binding and preconcentration, *Anal. Chem*., 22A-27A, 1996.

7. Harris P.O., and Ramelow G.J. *Environ. Sci. Technol*., 24, 220-228 (1990).

8. Jeffer T.H., Ferguson C.R., Seidel D.C Bureau of Mines in House Publication 1989.