

## **PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN HNO<sub>3</sub> DAN WAKTU KONTAK TERHADAP DESORPSI KADMIUM(II) YANG TERIKAT PADA BIOMASSA *Azolla microphylla*-SITRAT**

**Shofi Dwika Adha, Danar Purwonugroho\*, Rachmat Triandi Tjahjanto**

*Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya  
Jl. Veteran Malang 65145*

\*Alamat korespondensi, Tel : +62-341-575838, Fax: +62-341-575835  
Email: danar@ub.ac.id

### **ABSTRAK**

Penelitian tentang desorpsi kadmium(II) dari biomassa *Azolla microphylla* diesterifikasi dengan asam sitrat telah dilakukan. Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan konsentrasi larutan asam nitrat dan waktu kontak optimum terhadap desorpsi kadmium(II). Esterifikasi biomassa dilakukan dengan mensuspensikan 5 gram biomassa *Azolla microphylla* 120–150 mesh ke dalam 50 mL larutan asam sitrat 0,80 M. Campuran biomassa-sitrat dikeringkan pada temperatur 60°C dan dilanjutkan dengan pemanasan pada temperatur 120°C selama 3,5 jam. Percobaan dilakukan dalam dua tahap, yaitu adsorpsi dan desorpsi menggunakan sistem *batch*. Adsorpsi kadmium(II) 100 mg/L dilakukan pada pH 6 selama 60 menit. Desorpsi dilakukan dengan variasi konsentrasi larutan asam nitrat dan variasi waktu kontak. Konsentrasi kadmium(II) setelah adsorpsi dan desorpsi ditentukan menggunakan SSA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum untuk mendesorpsi kadmium(II) terjadi pada konsentrasi larutan asam nitrat 1,0 M dan waktu kontak 60 menit dengan persentase desorpsi sebesar 99,27%.

**Kata kunci :** *Azolla microphylla*, desorpsi, kadmium(II)

### **ABSTRACT**

Research about desorption of cadmium(II) bound to *Azolla microphylla* biomass esterified by citric acid has done. The purpose of this research are to determine the concentration of nitric acid solution and contact time optimum for desorption of cadmium(II). Esterified of biomass were done by mixing 5 gram of *Azolla microphylla* biomass of 120–150 into 50 mL 0,8 M citric acid solution. Biomass-citrate mixture was dried at 60°C followed by heating at 120°C for 3,5 hours. The research were going on two steps, they are adsorption and desorption using batch system. Adsorption of cadmium(II) 100 mg/L were done at pH 6 for 60 minutes. Desorption were performed with variation of concentration and variation of contact time. The concentration of cadmium(II) that was adsorpted and desorpted were determined using AAS. The result showed that the optimum condition of cadmium(II) desorption occurred in the use of 1,0 M nitric acid solution and contact time during 60 minutes with desorption percentage of 99,27%.

**Keywords :** *Azolla microphylla*, cadmium(II), desorption

### **PENDAHULUAN**

Kadmium(II) merupakan salah satu jenis ion logam berat yang dapat meracuni biota air dan jika terakumulasi dalam tubuh manusia akan berdampak buruk terhadap kesehatan [1, 2]. Pemanfaatan *Azolla microphylla* sebagai biomassa untuk mengadsorpsi kadmium(II) telah dilakukan [3]. Modifikasi biomassa dengan asam sitrat, seperti yang dilakukan oleh Mao [4] menjelaskan bertambahnya gugus karboksil pada biomassa, dapat mendorong terjadinya

interaksi elektrostatik untuk memudahkan terjadinya pertukaran ion. Penelitian tentang adsorpsi kadmium(II) menggunakan biomassa *Azolla microphylla* dimodifikasi dengan asam sitrat yang dilakukan oleh Nurfitriingsih [5] menyatakan bahwa kemampuan adsorpsi biomassa *A. microphylla* terhadap logam kadmium(II) meningkat setelah dilakukan esterifikasi. Selain itu, Nurfitriingsih [5] juga melaporkan bahwa adsorpsi kadmium(II) menggunakan biomassa *Azolla microphylla* teresterifikasi sangat dipengaruhi oleh pH. Adapun pH optimum larutan kadmium(II) yang diperoleh adalah pH 6. Dengan adanya pengaruh tersebut, maka dimungkinkan kadmium(II) yang terikat pada biomassa dapat dilepaskan kembali atau didesorpsi menggunakan agen pendesorpsi dengan pH rendah [6].

Pada dasarnya adsorpsi dan desorpsi merupakan proses kesetimbangan. Desorpsi ion logam oleh asam mineral melibatkan reaksi pertukaran ion antara ion  $H^+$  dari asam dengan ion logam yang terikat pada gugus fungsi  $-COO^-$  pada adsorben [7]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Deng, dkk [8],  $HNO_3$  merupakan agen pendesorpsi yang paling efektif untuk mendesorpsi timbal(II) dari biomassa alga *Cladophora fascicularis* dengan persentase *recovery* sebesar 85%. Hal ini dikarenakan interaksi elektrostatik gugus aktif biomassa dengan logam menurun pada pH rendah [6]. Selain konsentrasi agen pendesorpsi, waktu kontak juga berpengaruh terhadap adsorpsi kadmium(II) menggunakan biomassa *Azolla microphylla* teresterifikasi [5]. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh konsentrasi larutan  $HNO_3$  dan waktu kontak terhadap desorpsi kadmium(II) yang terikat pada biomassa *Azolla microphylla* teresterifikasi.

## **METODE PENELITIAN**

### **Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tanaman *A. microphylla*,  $CdCl_2 \cdot 6H_2O$ ,  $HNO_3$  (65 %,  $b_j = 1,41$  g/mL), NaOH, HCl (37 %,  $b_j = 1,19$  g/mL),  $AgNO_3$ , asam sitrat, indikator fenolptalein, dan akuades.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah peralatan gelas umum, oven (Fisher Scientific 655F), timbangan (Ohaus), mortar, ayakan 120 mesh dan 150 mesh, pengaduk magnetik, pH *indicator universal*, pengocok listrik (Edmund SM 25), *sentrifuge* (Hittech EB4III), dan spektrofotometer serapan atom (SHIMADZU AA 6800).

## **Prosedur**

### **Esterifikasi Biomassa *Azolla microphylla* Diesterifikasi dengan Asam Sitrat**

Bubuk biomassa *Azolla microphylla* sebanyak 5 g dimasukkan ke dalam gelas kimia, ditambah dengan 50 mL larutan asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ) 0,8 M dan diaduk menggunakan pengaduk magnetik selama 2 jam pada temperatur ruang ( $25 \pm 2$  °C). Kemudian suspensi biomassa-sitrat dikeringkan dalam oven pada temperatur 60°C dan temperatur oven dinaikkan menjadi 120°C selama 3,5 jam. Biomassa teresterifikasi dicuci beberapa kali dengan akuades hingga pH filtrat sama dengan pH akuades. Biomassa teresterifikasi yang telah dicuci dikeringkan dalam oven pada temperatur 60°C sampai berat konstan.

### **Adsorpsi Kadmium(II)**

Adsorben biomassa teresterifikasi ditimbang sebanyak 0,1 g dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 25 mL larutan kadmium(II) 100 mg/L pH 6. Kemudian dikocok menggunakan pengocok listrik 125 rpm selama 60 menit. Suspensi yang terbentuk dipisahkan dengan sentrifugasi pada kecepatan 3000 rpm selama 30 menit. Supernatan yang diperoleh diencerkan 1 mL menjadi 10 mL dengan akuades pH 6 dan dimasukkan ke dalam botol sampel. Konsentrasi kadmium(II) dalam supernatan ditentukan menggunakan SSA pada panjang gelombang 228,8 nm.

### **Pengaruh Konsentrasi Larutan $HNO_3$**

Adsorben *Azolla microphylla* teresterifikasi yang telah mengikat logam kadmium(II) disaring dan dicuci menggunakan akuades sampai bersih. *Azolla microphylla* teresterifikasi yang sudah bersih dikeringkan dalam oven pada temperatur 60°C hingga didapatkan massa yang konstan. Selanjutnya dilakukan desorpsi logam kadmium(II) yang terikat pada biomassa *Azolla microphylla* teresterifikasi dengan mensuspensikan biomassa yang telah kering ke dalam 25 mL larutan  $HNO_3$  0,1 M. Larutan dikocok menggunakan pengocok listrik dengan kecepatan 125 rpm selama 60 menit. Suspensi yang terbentuk dipisahkan dengan sentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 menit. Supernatan yang diperoleh diencerkan 1 mL menjadi 10 mL dengan akuades pada pH 6 dan dimasukkan ke dalam botol sampel. Konsentrasi kadmium(II) dalam supernatan ditentukan menggunakan SSA. Perlakuan yang sama dilakukan untuk konsentrasi larutan  $HNO_3$  0,5; 1,0; 1,5; dan 2,0 M.

### **Pengaruh Waktu Kontak**

Adsorben *Azolla microphylla* teresterifikasi yang telah mengikat logam kadmium(II) disaring dan dicuci menggunakan akuades. *Azolla microphylla* teresterifikasi yang sudah bersih dikeringkan dalam oven pada temperatur 60°C hingga didapatkan massa yang konstan. Selanjutnya dilakukan desorpsi logam kadmium(II) yang terikat pada biomassa *Azolla microphylla* teresterifikasi dengan mensuspensikan biomassa yang telah kering ke dalam erlenmeyer yang berisi 25 mL larutan HNO<sub>3</sub> 1 M. Larutan tersebut dikocok menggunakan pengocok listrik pada kecepatan 125 rpm selama 30 menit. Suspensi yang terbentuk dipisahkan dengan sentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 menit. Supernatan yang diperoleh diencerkan 1 mL menjadi 10 mL dengan akuades pada pH 6 dan dimasukkan ke dalam botol sampel. Konsentrasi kadmium(II) dalam supernatan ditentukan menggunakan SSA. Perlakuan yang sama dilakukan untuk waktu kontak selama 45, 60, 75, dan 90 menit.

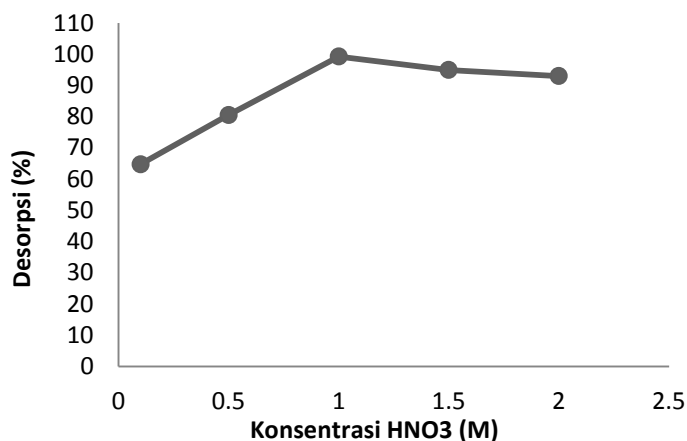
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pengaruh Konsentrasi Larutan HNO<sub>3</sub>**

Penentuan pengaruh konsentrasi larutan asam nitrat optimum dilakukan dalam dua tahap, yaitu adsorpsi dan desorpsi. Pada tahap adsorpsi, diperoleh persentase adsorpsi kadmium(II) pada biomassa *A. microphylla* sebesar 44,82%. Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa konsentrasi larutan asam nitrat berbanding lurus dengan persentase desorpsi kadmium(II). Konsentrasi kadmium(II) yang didesorpsi menggunakan agen pendesorpsi asam nitrat 0,1; 0,5; 1,0; 1,5; dan 2,0 M secara berturut-turut adalah 29,56 mg/L; 41,08 mg/L; 48,95 mg/L; 39,80 mg/L dan 39,20 mg/L. Hasil tersebut setara dengan persentase desorpsi berturut-turut yaitu 64,75%; 80,53%; 99,27%; 94,98%; dan 92,99%.

Interaksi elektrostatik yang terjadi antara kadmium(II) dengan gugus aktif *Azolla microphylla* teresterifikasi, dapat menyebabkan terjadinya reaksi pertukaran ion sehingga kadmium(II) yang bermuatan positif dan terikat pada gugus aktif *Azolla microphylla* teresterifikasi yang bermuatan negatif ditukar dengan H<sup>+</sup> sehingga kadmium(II) terlepas dan H<sup>+</sup> berikatan dengan gugus aktif *Azolla microphylla* teresterifikasi (-COO<sup>-</sup>). Hasil desorpsi dengan konsentrasi larutan asam nitrat 1,0 M didapatkan nilai persentase yang paling tinggi, hal ini dapat disebabkan karena pada konsentrasi larutan asam nitrat yang lebih tinggi interaksi elektrostatik antara kadmium(II) dengan biomassa lemah, sehingga terjadi reaksi pertukaran ion antara ion Cd<sup>2+</sup> dengan ion H<sup>+</sup>. Pada konsentrasi tersebut jumlah H<sup>+</sup> dari HNO<sub>3</sub>

yang dapat melepas kadmium(II) dari biomassa semakin banyak sehingga konsentrasi 1,0 M merupakan konsentrasi optimum untuk melepaskan kadmium(II) dari biomassa *Azolla microphylla* teresterifikasi dengan persentase desorpsi sebesar 99,27%.



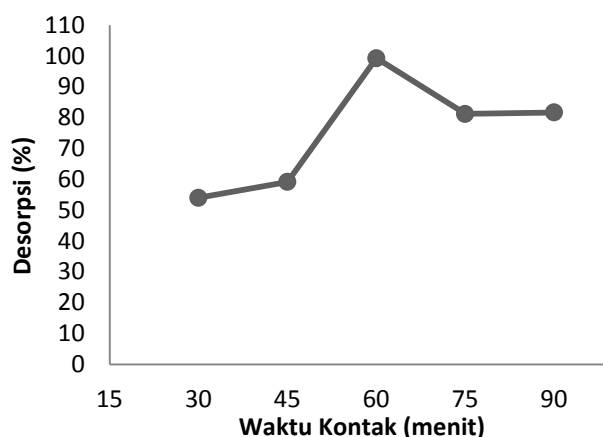
**Gambar 1.** Kurva hubungan antara konsentrasi larutan HNO<sub>3</sub> dan persentase desorpsi kadmium(II)

### Pengaruh Waktu Kontak

Penentuan pengaruh waktu kontak diperoleh hasil biomassa *Azolla microphylla* teresterifikasi mampu mengadsorpsi logam kadmium(II) rata-rata dari tiga kali pengulangan sebanyak 48,10%. Pada tahap desorpsi, kadmium(II) yang dapat dilepaskan dari biomassa *Azolla microphylla* teresterifikasi dapat meningkat dengan lamanya waktu kontak pengocokan. Konsentrasi kadmium(II) yang didesorpsi dengan waktu kontak selama 30, 45, 60, 75, dan 90 menit secara berturut-turut adalah 23,99 mg/L; 32,40 mg/L; 48,95 mg/L; 35,51 mg/L dan 38,85 mg/L. Hasil tersebut setara dengan persentase desorpsi berturut - turut yaitu 54,01%; 59,18%; 99,27%; 81,23%; dan 81,71%. Lama waktu kontak antara agen pendesorpsi dengan biomassa sebanding dengan persentase desorpsi kadmium(II) yang terlepas dari biomassa *A. microphylla*.

Kemampuan desorpsi semakin meningkat dengan lamanya waktu kontak yang diberikan. Hal ini menjelaskan bahwa ion H<sup>+</sup> dari larutan HNO<sub>3</sub> sebagai pendesorpsi mempunyai waktu yang cukup untuk berinteraksi dengan gugus fungsi negatif yang ada pada permukaan biosorben untuk menggantikan logam kadmium(II) yang terlepas. Sementara itu, proses desorpsi dapat terjadi dengan cepat pada awal waktu kontak dengan kemampuan yang tinggi pada biomassa untuk berikatan dengan larutan pendesorpsi. Disamping itu, interaksi

elektrostatik antara ion logam dan permukaan biosorben yang terjadi merupakan salah satu kemungkinan terjadinya desorpsi secara cepat di awal waktu kontak. Terjadinya penurunan persentase desorpsi pada waktu kontak yang lebih lama dari 60 menit dimungkinkan tidak lagi terjadi kesetimbangan yang mengakibatkan terlepasnya ion  $H^+$  yang sudah terikat pada biosorben.



**Gambar 2.** Kurva hubungan antara waktu kontak dan persentase desorpsi kadmium(II)

Dengan demikian, berdasarkan kurva dan hasil uji statistik menunjukkan bahwa untuk mencapai jumlah kadmium(II) yang terdesorpsi dengan optimum dibutuhkan waktu selama adalah 60 menit dengan persentase desorpsi yang didapatkan sebesar 99,27%.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa konsentrasi larutan  $HNO_3$  dan waktu kontak optimum untuk desorpsi kadmium(II) yang terikat pada biomassa *Azolla microphylla* teresterifikasi adalah 1,0 M selama 60 menit dengan persentase desorpsi sebesar 99,27%..

## DAFTAR PUSTAKA

1. Mahbub A. M., 2012, Studi Ekstraksi Alginat dari Biomassa Rumput Laut Coklat (*Sargassum cassifolium*) sebagai Adsorben dalam Biosorpsi Ion Logam Cadmium, *Skripsi*, Program Studi Kimia, Universitas Indonesia, Depok.
2. Chen dan Klassen C. D., 2009, Cadmium Toxicity, *Environmental Health Perspective*.

3. Shandi D. A., Purwonugroho D., Wardhani S., Darjito, dan Chan D., 2011, Biosorption of Lead(II) and Cadmium(II) by Biomass of *Azolla microphylla*-silica in Continuous System, *Student Journal*, Universitas Brawijaya, Malang
4. Mao J., Won S. W., Choi S. B., Lee M. W., dan Yun Y. S., 2009, Surface Modification of the *Corynebacterium glutamicum* Biomass to Increase Carboxyl Binding Site for Basic Dye Molecules, *Biochemical Engineering Journal*, Elsevier, 46, 1 – 6.
5. Nurfitriingsih L. D. K., 2014, Adsorpsi Kadmium(II) menggunakan Biomassa *Azolla microphylla* Diesterifikasi dengan Asam Sitrat, *Skripsi*, Jurusan Kimia, Universitas Brawijaya, Malang.
6. Failani F., 2009, Penggunaan Biomassa yang Diamobilisasi pada Matriks Polisilikat Untuk Pengikatan Tembaga (II) dengan Metode Kolom, *Skripsi*, Jurusan Kimia, Universitas Brawijaya, Malang.
7. Vogel, 1990, *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimakro, edisi kelima, alih bahasa oleh L. Setiono dan A.H. Pudjaatmaka*, PT. Kalman Media Pustaka, Jakarta.
8. Deng L., Su Y., Hua S., Wang X., dan Zhu X., 2007, Sorption and Desorption of Lead(II) from Wastewater by Green Algae *Cladophora fascicularis*, *Jornal of Hazardous Materials*, Science Direct, 143, 220 – 225.