

## **EFEKTIVITAS ECENG GONDOK [*Eichornia crassipes* (Martius) Solms.] DALAM MENGAKUMULASIKAN LOGAM KADMIUM DARI AIR YANG TERCEMAR**

**Ermayanti**

**Universitas Sriwijaya. Jl. Palembang-Prabumulih. Ogan Ilir. Palembang.**

**E-mail: ermayanti@unsri.ac.id**

### **ABSTRACT**

Cadmium is a heavy metal that being used by several industries such as plastics, battery, etc, for processing their products. The use of cadmium in industrial process has consequence of producing waste water containing cadmium which pollute the environment. The objectives of the study was to evaluate the effectivity of water hyacinth in accumulating cadmium (Cd). Cd were given at different concentrations i.e 1 and 5 ppm for 43 days. Total Cd content in roots and shoots increased significantly with the increased of Cd concentration to the medium. The highest Cd accumulation was 1636 mg/kg dry-Weight in roots and 580 mg/kg dry-weight in shoots at 5 ppm Cd-treated plant after 43 days. It was found that *E. crassipes* potential to be used as accumulator plant, as indicated by its high Bioconcentration Factors (BCF) value. The highest level of BCF for Cd was found in 1 ppm Cd and 5 ppm were 366 and 443.01, respectively. These value considered as high categories, because  $BCF > 1000$ . Most pronounced effects of Cd was observed at concentration of 5 ppm, with root and shoot dry-weight were reduced by 63% and 54%, respectively.

**Keywords :** heavy metal, cadmium, growth, water hyacinth

### **Pendahuluan**

Logam berat merupakan unsur logam dengan berat jenis lima kali lebih tinggi dari berat jenis air (Anonymous, 2004). Pada umumnya dalam kadar rendah logam berat sudah beracun bagi tumbuhan dan hewan, termasuk manusia. Logam berat yang sering mencemari lingkungan diantaranya adalah Hg, Cr, Cd, As dan Pb. Secara alamiah logam berat dapat berasal dari letusan gunung merapi dan pelapukan batuan yang mengandung logam berat (Suhendrayatna, 2001; Notohadiprawiro, 2006). Fakta lain menunjukkan bahwa keberadaan logam berat di lingkungan kebanyakan berasal dari kegiatan manusia, terutama dari kegiatan industri yang

semakin meningkat. Logam berat kadmium misalnya berasal dari pabrik gelas, polimer, batere, dan plastik (Lamai *et al.*, 2005; Suhendrayatna, 2001).

Kadmium dalam tumbuhan merupakan logam berat yang belum diketahui dengan jelas peranannya bagi tumbuhan (Cox, 2000; Cobbett, 2002). Logam ini dapat mempengaruhi proses fisiologi tumbuhan, yang mengarah pada penghambatan pertumbuhan dan bahkan kematian sel. Pada akar dan daun tumbuhan kacang polong, kadmium dapat menghambat pertumbuhan, dan menurunkan kadar klorofil pada daun. Selain itu, analisis ultrastruktural menunjukkan adanya kerusakan pada stuktur membran kloroplas (Vesselov *et al.*, 2003; Sandalio *et al.*, 2001). Kadmium dapat pula menyebabkan perubahan fungsi pada membran akibat peroksidasi lipid, gangguan metabolisme kloroplas, biosintesis klorofil, dan mereduksi aktivitas enzim triose phosphat yang terlibat dalam fiksasi CO<sub>2</sub> (Ziegler *et al.*, 1993 dalam Benavides, 2005). Kadmium juga dapat menstimulasi enzim peroksidase yang berperan dalam beberapa proses fisiologi termasuk lignifikasi, *Cross-linking* dinding sel dan pembentukan dinding sel (Huttova, 2004).

Sebagai bahan pencemar anorganik, kadmium tidak dapat didegradasi (Veselov, 2003), sehingga konsentrasi/kadarnya semakin lama semakin meningkat. Namun demikian, hal ini dapat diatasi dengan bioremediasi berbasis tumbuhan atau disebut sebagai fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan pemanfaatan tumbuhan untuk mengurangi, mendegradasi, mengubah zat pencemar tanah atau air menjadi tidak beracun, atau menyerap dan mengakumulasi pada bagian-bagian tertentu dari tumbuhan tersebut. Menurut (Snyder, 2006) salah satu tumbuhan air yang mampu menyerap logam dengan baik adalah eceng gondok (*Eichornia crassipes*).

Eceng gondok dikenal sebagai gulma di perairan dan dianggap mengganggu karena pertumbuhannya yang sangat cepat. Walaupun demikian, eceng gondok memiliki keistimewaan sebagai stabilisator suatu perairan, selain itu juga berperan dalam siklus energi dan aliran materi karena tanaman ini berfungsi sebagai produsen. Eceng gondok juga dilaporkan mampu mengakumulasi Cd lebih banyak di akar dari pada di taruk, dan Cd menunjukkan gejala toksisitas pada konsentrasi di atas 1 ppm (Nir, 1990).

Pada penelitian ini dikaji tentang kemampuan eceng gondok dalam mengakumulasi logam berat Cd, serta pengaruh logam tersebut terhadap

pertumbuhan eceng gondok. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai informasi tambahan dalam mengatasi pencemaran lingkungan perairan, khususnya Cd. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengamati Kemampuan dan efektifitas eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms.) dalam mengakumulasi logam berat kadmium.

## **Metode Penelitian.**

Tumbuhan eceng gondok yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari salah satu rawa di kota Tasikmalaya. Daerah ini diperkirakan merupakan daerah yang belum tercemar kadmium (Cd). Perkiraan ini diperkuat dengan hasil yang diperoleh dari pemeriksaan air dari lokasi tersebut, di Laboratorium Kimia Bahan Alam dan Lingkungan, Jurusan Kimia Universitas Pajajaran (UNPAD). Sampel tumbuhan eceng gondok yang diambil kemudian dibersihkan dan dipilih agar diperoleh tumbuhan yang seragam dengan jumlah daun tujuh helai, panjang tumbuhan 10-15 cm dan terbebas dari penyakit atau parasit.

Penelitian dilakukan di rumah kaca, SITH – ITB, pada bulan Mei - Agustus tahun 2007, sedangkan pembuatan preparat dan persiapan bahan untuk pemeriksaan kandungan logam dilakukan di laboratorium Perkembangan Tumbuhan SITH - ITB.

### **1. Media Tumbuh**

Media tumbuh yang digunakan berupa air ledeng yang terlebih dahulu dianalisis kandungan Cd-nya dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Eceng gondok ditumbuhkan dalam ember plastik berwarna gelap dengan volume 5 L. Satu ember digunakan untuk menempatkan satu rumpun tumbuhan. Tahap aklimatisasi dilakukan selama satu minggu. Tahap perlakuan diawali dengan penambahan Cd dalam bentuk CdSO<sub>4</sub> pada media tumbuh. Penambahan ini dilakukan serentak pada semua tumbuhan perlakuan. Tumbuhan dibagi dalam kelompok perlakuan, yaitu pemberian CdSO<sub>4</sub> 1 ppm dan 5 ppm.

## 2. Parameter Pengamatan

### a. Uji kandungan Cd pada Tanaman

Pengujian kadar Cd dilakukan dengan menggunakan metode Cho dan Seo (2005) yang dimodifikasi. Satu gram sampel berupa akar dan taruk yang telah kering dimasukkan ke dalam cawan krus lalu ditambahkan aquaregia campuran 10 M HCl dan 65% HNO<sub>3</sub> (3:1) sebanyak 20 mL. Sampel kemudian dipanaskan sampai kering di dalam ruang asam. Setelah itu, 40 mL campuran 0,1 M HCl dan aquades (1:1) ditambahkan sampai larutan homogen dan disaring kedalam labu ukur 50 mL. Filtrat ditambah aquades hingga 50 mL dan dianalisis dengan AAS.

### b. Efektivitas Penyerapan Cd

Kemampuan tumbuhan dalam mengakumulasi logam Cd dan Hg pada jaringan tubuhnya diukur dengan besarnya nilai *Bioconcentration Factor* (BCF). BCF merupakan suatu ukuran tingkat efektivitas kemampuan tumbuhan dalam mengakumulasi logam di dalam jaringannya. Nilai BCF diperoleh dengan rumus :

$$BCF = \frac{\text{konsentrasi logam dalam tumbuhan setelah pendedahan (mg/kg)}}{\text{Konsentrasi awal logam dalam medium (mg/L)}}$$

(Lu *et al*, 2004 dan Wei Liao, 2004)

Kemampuan tumbuhan dalam mengakumulasi logam dapat dibagi menjadi tiga katagori, yaitu kemampuan akumulasi yang tinggi (BCF>1000), kemampuan yang sedang (1000>BCF>250) dan kemampuan rendah (BCF<250)

([http://en.wikipedia.org/wiki/Bioconcentration\\_Factor](http://en.wikipedia.org/wiki/Bioconcentration_Factor)).

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS dengan metode *one-way* ANOVA dan uji Post Hoc Duncan pada tingkat kepercayaan 95%.

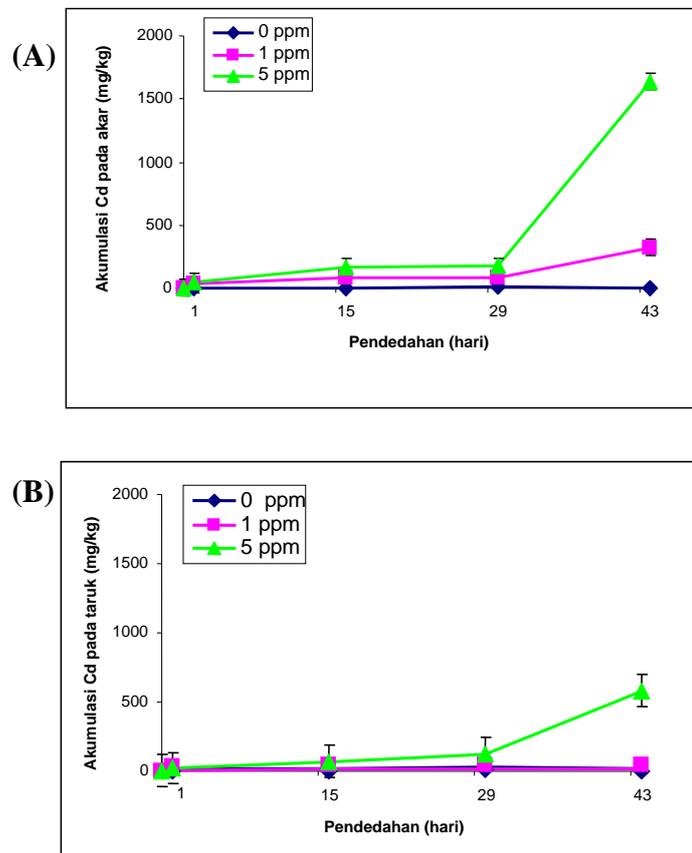
## Hasil dan Pembahasan

### 1. Akumulasi Cd dan Hg pada Tanaman Eceng Gondok

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan konsentrasi Cd baik pada akar ataupun taruk seiring dengan meningkatnya konsentrasi logam dan lama waktu pendedahan (Gambar I.A & B). Pada hari ke-(1-15), terjadi peningkatan

akumulasi Cd pada akar tumbuhan yang diperlakukan dengan 1 dan 5 ppm Cd. Pada hari ke-(15-29) akumulasi Cd pada akar tumbuhan yang diperlakukan dengan 1 dan 5 ppm Cd relatif stabil. Namun pada hari ke 43, akumulasi Cd pada akar tumbuhan perlakuan 1 dan 5 ppm Cd mengalami peningkatan sangat cepat.

Pada taruk tumbuhan yang diperlakukan dengan 1 ppm Cd, akumulasi Cd relatif tidak mengalami peningkatan sampai hari ke-43. Secara umum kadar Cd dalam akar ataupun taruk paling tinggi terakumulasi pada tumbuhan perlakuan 5 ppm setelah hari ke-43 (Gambar I.A & B). Menurut Stratford (1984 dalam Lu *et al.*, 2004; Wei Liao, 2004), terdapat hubungan yang linear antara konsentrasi Cd dalam medium pemeliharaan dengan kemampuan tumbuhan untuk mengakumulasi logam, seperti Cd.



Gambar I. Akumulasi Cd pada akar (A) dan taruk (B) eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) yang diperlakukan selama 43 hari. Nilai merupakan rata-rata dari tiga ulangan  $\pm$  SE.

Pada gambar (I.A & B) terlihat bahwa akar mampu mengakumulasi Cd cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan taruk. Hal ini ditunjukkan dengan

adanya perbedaan konsentrasi Cd pada akar dan taruk. Jumlah Cd pada akar lebih tinggi yakni 1635,5 mg/kg berat kering dan pada taruk hanya 579,6 mg/kg berat kering. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan karena adanya translokasi Cd dari akar ke taruk, karena daya akumulasi akar memiliki batas tertentu, sehingga pada suatu saat akan terjadi translokasi Cd dari akar menuju taruk. Kemampuan eceng gondok dalam mengakumulasi Cd lebih besar di akar daripada di taruk juga diungkapkan oleh Lu *et al.*, (2004) Menurut Wei Liao, (2004), tanaman eceng gondok mengakumulasi logam berat lebih besar di akar dan hanya 6 - 25% yang ditranslokasikan ke pucuk. Daya akumulasi tersebut dikarenakan adanya kemampuan khusus dari akar untuk mendetoksifikasi Cd. Menurut Sinha (2006; Hall, 2003; Sandalio *et al.*, 2001), kandungan logam yang lebih tinggi di akar kemungkinan berkaitan dengan banyaknya ikatan kompleks logam dengan group sulphydryl dinding sel, sehingga hanya sebagian logam saja yang ditranslokasikan ke pucuk.

Cd masuk ke akar secara apoplas akibat terbentuknya interaksi ion logam dengan karboksil atau kelompok sulfidril dinding sel (Sandalio, *et al.*, 2001). Selanjutnya Cd ditranslokasikan melalui ikatan kompleks dengan phytochelatin (PC) yang disintesis di akar (Pielichowska, 2004; Hall, 2002). PC bergabung dengan ion Cd pada gugus tiolat Cys. Kompleks PC-Cd kemudian diakumulasi di vakuola melalui aktivitas ABC transporter, sehingga mengurangi sirkulasi  $Cd^{2+}$  bebas di sitosol (Santa *et al.*, 1999 dalam Aina, 2006; Grill *et al.*, dalam Hart, 1998). Cd dapat pula masuk ke xilem dan ditransport ke daun (Pielichowska, 2004; Cobbet, 2000). Kompleks PC-logam berfungsi membantu ion logam melewati pompa ion dan juga menetralkan dan menstabilkan ion logam tersebut di dalam sel sehingga tidak bersifat toksik (Ghosh & Shings 2005).

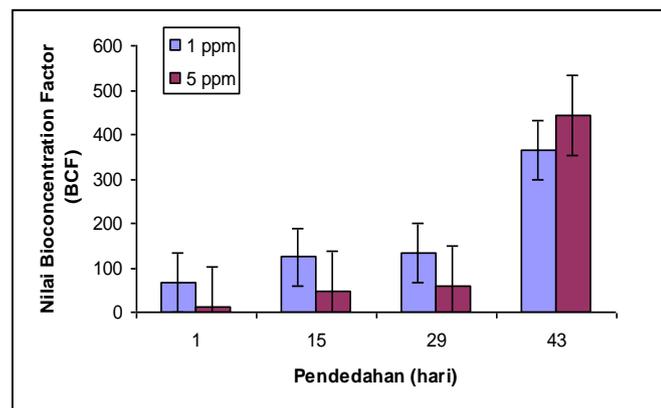
## 2. Efektivitas Penyerapan Cd

Kemampuan tumbuhan untuk mengakumulasi logam Cd digambarkan dengan besarnya nilai Bioconcentration Factor (BCF). Berdasarkan analisis nilai BCF, didapatkan hasil bahwa tanaman eceng gondok yang didedahkan sampai hari ke-29 menunjukkan nilai BCF pada konsentrasi 1 ppm Cd lebih tinggi dibandingkan dengan nilai BCF pada konsentrasi 5 ppm Cd. Pada hari ke 43, Nilai BCF yang lebih tinggi terdapat pada konsentrasi Cd 5 ppm, sedangkan pada konsentrasi 1 ppm menunjukkan nilai BCF yang lebih rendah. Namun demikian selama pendedahan,

nilai BCF tertinggi baik pada konsentrasi Cd 1 ataupun 5 ppm terdapat pada hari ke-43 (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas penyerapan Cd oleh tanaman eceng gondok terjadi pada hari ke-43, baik pada konsentrasi 1 ppm ataupun 5 ppm.

Efektivitas penyerapan logam Cd oleh tanaman eceng gondok ini dapat dilihat dengan tingginya nilai BCF baik pada perlakuan 1 ataupun 5 ppm Cd. Nilai BCF tertinggi pada perlakuan 5 ppm Cd yaitu 443,01 dan pada 1 ppm sebesar 366. Keefektifan penyerapan logam juga dapat dilihat dari tingginya akumulasi logam Cd pada hari ke-43, baik pada akar ataupun taruk (Gambar I.A&B). Efektivitas penyerapan tanaman eceng gondok terhadap Cd pada konsentrasi 1 ppm tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan 5 ppm. Dilihat dari kemampuan tumbuhan eceng gondok dalam mengakumulasi Cd, termasuk ke dalam katagori sedang. Tumbuhan dikatakan memiliki kemampuan mengakumulasi logam pada katagori sedang jika nilai BCF-nya berkisar dari 250–1000 ([http://en.wikipedia.org/wiki/Bioconcentration\\_Factor](http://en.wikipedia.org/wiki/Bioconcentration_Factor) dan [http://www.acdLabs.com/Products/phys\\_chem\\_lab/logd/bcf.html](http://www.acdLabs.com/Products/phys_chem_lab/logd/bcf.html)).

Hal yang sama juga diungkapkan oleh Lu *et al*, (2004), bahwa tanaman eceng gondok yang didedahkan pada Cd memiliki nilai BCF 622,3 (katagori sedang).



Gambar 2. Nilai Bioconcentration Factor (BCF) pada tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap Cd yang diperlakukan selama 43 hari.

## Kesimpulan

Tanaman eceng gondok yang didedahkan pada Cd menunjukkan adanya peningkatan akumulasi logam Cd pada akar dan taruk tanaman. Akumulasi tertinggi ditemukan pada tanaman yang didedahkan pada logam dengan konsentrasi 2 ppm. Tanaman eceng gondok dapat mengakumulasi Cd pada akar sebesar 1635,52

mg/kg dan taruk 579,55 mg/kg berat kering. Dilihat dari kemampuan tanaman eceng gondok dalam mengakumulasi Cd, termasuk ke dalam katagori sedang.

## Daftar Pustaka

- Anonymous. (2004), *Eichhornia Crassipes*-The Water Hyacinth. Tersedia di: <http://www.wapms.org>.
- Benavides, L.P. M., Gallego, M.S dan Tomaro, L.M. (2005), Cadmium Toxicity in Plants. *Braz.J. Plant Physiology*. 21-34.
- Cho, H. U dan Seo, H. M. (2005), Oxidative Stress in *Arabidopsis thaliana* Exposed to Cadmium Is due To Hydrogen Peroxide Accumulation. *Plant Science*. **168**, 113-120.
- Cobbett, C., Goldsbough, P. (2002), Phytochelatins and Metallothioneins : Roles in Heavy Metal Detoxification and Homeostasis. *Annual Review Plant Biology*. (53), 159-82
- Cox, S. (2000), Mechanism and Strategies for Phytoremediation of Cadmium. Department of Horticulture. Colorado State University. Tersedia di: <http://lamar.Colostate.edu/~samcox/introduction.html>.
- Hall. J. L. (2002), Cellular Mechanisms for Heavy Metal Detoxification and Tolerance. *Journal of Experimental Botany*. **53**, 1-11.
- Hart, J.J., Welch, M.R., Norvell, A.W., Sullivan, A.L dan Kochian, V. (1998), Characterization of Cadmium Binding, Uptake and Translocation in Intact Seedlings of Bread and Durum Wheat Cultivars. *Plant Physiology*. (116), 1413-1420.
- Hutova. J., I. Mistrik., M. Olle, s., L. Tamas. (2006), Cadmium Induced Changes in Cell Wall Peroxidase Isozyme Pattern in Barley Root Tips. *Plant Soil Environment*. (6), 250 – 253.
- Lamai, C., Kruatrachue, M., Pokethitiyook, P., Upatham, E.S., Soonthornsarathool, V. (2005), Toxicity and Accumulation of Lead and Cadmium in Filamentous Green Algae *Cladophora fracta* (O.F. Muller ex Vahl) Kutzing : A Laboratory Study. *Science Asia*. **31**, 121-127.
- Lu, X., Kruatrachue, M., Poke thitiyook. P dan Hanyok, K. (2004), Removal Cadmium and Zinc by water Hyacinth, *Eichhornia crassipes*. *Science Asia* **30**, 93–103.
- Sandalio, L. M., H.C. Dalurzo, M., Gomez, M. C. Romero-Puertas, dan L. A. Del Rio. (2001), Cadmium Induced Changes in The Growth and Oxidative

Metabolism of Pea Plants. *Journal of Experimental Botany*. **52(364)**, 2115-2126.

Wei Liao. S dan Chang, W.L. (2004), Heavy Metal Phytoremediation by Water Hyacinth at Constructed Wetland in Taiwan. *Journal of Aqual Plant Manage.* **42**, 60-68.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Bioconcentration\\_Factor](http://en.wikipedia.org/wiki/Bioconcentration_Factor)

[http://www.acdLabs.com/products/phys\\_chem\\_lab/logd/bcf.html](http://www.acdLabs.com/products/phys_chem_lab/logd/bcf.html)