



## Potensi *Calotropis gigantea* dalam Fitoremediasi Logam Berat Timbal (Pb) Phytoremediation Potential of *Calotropis gigantea* in removal of heavy metals lead (Pb)

L. Indah Murwani Yulianti

Prodi Biologi, Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta  
Jl. Babarsari No. 44, Sleman, D.I. Yogyakarta, Indonesia  
Email: indah.yulianti@uajy.ac.id

### Abstract

Lead (Pb) is a heavy metal that is quite dangerous for human health and other living things. Efforts to restore soil contaminated with heavy metals need to be done, one of which is phytoremediation. The aims of this research is to study the potential of *Calotropis gigantea* in remediating soil contaminated with Pb heavy metal and see it's effectiveness. The experimental design used was a completely randomized design with the addition of 0 ppm heavy metal Pb, 250 ppm, 500 ppm and 750 ppm. The plant used is biduri (*Calotropis gigantea*) which has been acclimated for 1 month and phytoremediation treatment for 28 days. After conducting the research, it can be concluded that: *Calotropis gigantea* has the potential to remediate soil contaminated with heavy metal Pb with the ability to absorb up to 93% at low levels of Pb but gets smaller at high levels; the amount of Pb transfer factor *Calotropis gigantea* is still below 1 so it is not good as a phytoremediator plant. The greater the absorbed heavy metal Pb, the more the dry weight of *Calotropis gigantea* plants increased.

Keywords: Phytoremediation, Lead, Heavy Metal, *Calotropis gigantea*

### Abstrak

Timbal (Pb), sering disebut timah hitam, merupakan salah satu logam berat yang cukup berbahaya bagi kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Upaya pemulihan tanah yang tercemar logam berat perlu dilakukan salah satunya dengan fitoremediasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi tanaman *Calotropis gigantea* dalam meremediasi tanah tercemar logam berat Pb serta melihat efektivitasnya. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan perlakuan penambahan logam berat Pb sebanyak 0 ppm, 250 ppm, 500 ppm dan 750 ppm. Tanaman yang digunakan adalah biduri (*Calotropis gigantea*) yang telah dilakukan aklimasi selama 1 bulan dan perlakuan fitoremediasi selama 28 hari. Setelah dilakukan penelitian dapat disimpulkan bahwa: tanaman *Calotropis gigantea* memiliki potensi dalam meremediasi tanah tercemar logam berat Pb dengan kemampuan menyerap sampai 93% pada kadar Pb yang rendah namun semakin kecil pada kadar yang tinggi; besarnya faktor transfer Pb *Calotropis gigantea* masih di bawah 1 sehingga kurang baik sebagai tanaman fitoremediator. Semakin besar logam berat Pb yang terserap semakin meningkatkan berat kering pada tanaman *Calotropis gigantea*.

Kata Kunci: Fitoremediasi, Timbal, Logam berat, *Calotropis gigantea*

Diterima: 09 Februari 2021, disetujui: 9 Mei 2021

### Pendahuluan

Logam berat merupakan elemen penting dalam nutrisi tanaman, hewan atau manusia (misalnya Zn, Cu, Mn, Cr, Ni), sementara logam berat yang lain belum diketahui memiliki efek positif pada organisme

(misalnya. Pb, Cd, As). Meskipun demikian, dalam jangka panjang dapat menyebabkan efek toksik dan bahkan beberapa di antara logam berat tersebut berada pada konsentrasi yang sangat rendah. Hal ini terjadi terutama jika ditemukan adanya bioakumulasi logam berat dalam tubuh organisme. Dampak yang terjadi dalam suatu organisme berlangsung secara

bertahap, sehingga perlu dilakukan pemantauan diantaranya berkaitan dengan input, mobilitas, dan efek dari logam berat tersebut pada suatu organisme tertentu (Ramamurthy & Kannan, 2009).

Logam berat secara alami terus-menerus bisa berada di alam karena tidak mengalami transformasi sehingga menyimpan potensi peracunan yang terjadi bisa berdampak dalam jangka waktu yang lama. Logam berat juga tidak dapat didegradasi oleh tubuh dan memiliki sifat racun pada makhluk hidup walaupun dalam konsentrasi yang rendah serta dapat terakumulasi dalam jangka waktu tertentu (Buhani, 2007). Beberapa logam berat yang umum mencemari habitat adalah: Kadmium (Cd), Kromium (Cr), Tembaga (Cu), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), Nikel (Ni) dan Seng (Zn) (Lasat *et al.*, 2001; USEPA, 1997).

Timbal (Pb), sering disebut timah hitam, merupakan salah satu logam berat yang cukup berbahaya bagi kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Masuknya Pb ke dalam tubuh manusia dapat melalui air minum, makanan atau udara dan dapat menyebabkan gangguan pada organ seperti gangguan neurologi (syaraf), ginjal, sistem reproduksi, sistem hemopoitik serta sistem syaraf pusat (otak) terutama pada anak yang dapat menurunkan tingkat kecerdasan (Widowati, 2008).

Upaya pemulihan perlu dilakukan agar tanah yang tercemar logam berat dapat digunakan kembali dengan aman. Pemulihan tanah yang tercemar logam berat dapat menggunakan metode fisik atau kimia antara lain dengan pertukaran ion, presipitasi, *reverse osmosis*, evaporasi, dan reduksi kimiawi (Mangkoedihardjo, 2010). Namun penerapan metode tersebut mahal dan dapat merusak lingkungan (Aboulroos, 2006; Bio-Wise, 2000). Salah satu metode yang aplikatif dan diharapkan mampu menangani masalah pencemaran logam berat pada tanah adalah dengan cara fitoremediasi. Fitoremediasi yaitu teknik pemulihan lahan tercemar dengan menggunakan tumbuhan untuk mengimobilisasi bahan pencemar, menyerap dan mentransformasi logam berat dalam sel jaringan (Mangkoedihardjo, 2010). Metode fitoremediasi berkembang pesat karena mempunyai keunggulan, yaitu: metodenya sederhana, efisien, hemat biaya, murah, dan ramah lingkungan (Schanoor, 2003).

Tanaman merupakan indikator kualitas lingkungan yang baik dan merespon secara langsung kualitas udara, tanah, dan kualitas air. Tanaman secara alami dapat menarik polutan dari lingkungan lokal mereka, komposisi kimianya dapat menunjukkan tingkat gangguan yang mungkin terjadi pada tanaman yang digunakan sebagai fitoremediator. Kehadiran beberapa elemen penting dapat mengakibatkan toksisitas tanaman, seperti perubahan warna daun, penghambatan terhadap perkecambahan benih dan pertumbuhan tanaman atau bahkan kematian tanaman. Efek lain dari pencemaran dapat digambarkan sebagai efek penghambatan, beberapa elemen logam berat dapat menghalangi penyerapan unsur-unsur lain yang penting dari dalam tanah.

Studi fitoremediasi Pb sudah banyak dilakukan. Surahmaida (2011) telah mengkaji beberapa hal, yaitu: 1) pengaruh logam berat Pb, Cd dan kombinasinya terhadap tinggi tanaman, luas daun, pH tanah dan CO<sub>2</sub>; 2) mengetahui nilai persentase reduksi tanah tercemar Pb dan Cd oleh jarak pagar; 3) mengkaji kemampuan jarak pagar dalam mengakumulasi Pb dan Cd; dan mengetahui nilai persentase akumulasi akumulasi Pb dan Cd dalam jarak pagar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) Pb, Cd dan kombinasinya berpengaruh terhadap tinggi tanaman, luas daun, pH tanah, dan CO<sub>2</sub>; 2) nilai persentase reduksi tanah tercemar logam berat Pb dan Cd oleh jarak pagar, yaitu 84-98% untuk Pb; 76-91% untuk Cd; dan 75-92% Pb : 74-92% Cd untuk kombinasi; 3) jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn.) mempunyai kemampuan dalam mengakumulasi Pb dan Cd dengan nilai persentase akumulasi logam berat Pb dan Cd dalam jarak pagar adalah 1-45% untuk Pb; 46-125% untuk Cd; dan 0,49- 39% Pb : 16-236% Cd untuk kombinasi.

Onggo (2009) telah melakukan penelitian "Pengaruh Konsentrasi Larutan berbagai Senyawa Timbal (Pb) terhadap Kerusakan Tanaman, Hasil, dan Beberapa Kriteria Kualitas Sayuran Daun *Spinasia*". Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh tiga senyawa Pb yaitu Pb-asetat, Pb-klorid dan Pb-nitrat dengan konsentrasi masing-masing 250, 500, 750 dan 1000 ppm terhadap kerusakan tanaman dan dampaknya terhadap hasil serta beberapa kriteria kualitas sayuran daun *Spinasia*. Hasil percobaan menunjukkan bahwa dari hasil analisis Pb yang

ada pada tanaman, hanya ditemukan 13% - 24% dari Pb yang diaplikasikan, sedangkan pencucian dapat mengurangi kadar Pb tersebut hingga tinggal 8%-18%. Jumlah Pb yang tercuci paling banyak pada perlakuan Pb-chlorid yang mempunyai kelarutan terendah. Gejala kerusakan yang tampak dari perlakuan ketiga senyawa Pb tersebut seragam, makin tinggi konsentrasi larutan, kerusakan tanaman makin besar. Pada Pb-nitrat konsentrasi 1000 ppm, kerusakan yang terjadi hanya sampai skor 3 (dari 1-10 skor kerusakan). Hasil tanaman pada semua perlakuan lebih rendah dibanding kontrol, kecuali pada perlakuan Pb-chlorid 250 ppm dan 500 ppm.

Viobeth, *et al.* (2012) telah memanfaatkan kiambang untuk fitoremediasi Pb dan Nikel. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya penurunan konsentrasi timbal dan nikel di limbah cair menggunakan *Salvinia molesta*. Media fitoremediasi berupa larutan timbal sebanyak 0.5 mg/L, 0.8 mg/L dan larutan nikel sebanyak 2.5 mg/L, 3 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kiambang lebih optimal melakukan penurunan konsentrasi Ni dibandingkan penurunan konsentrasi Pb. Hasil penurunan akhir konsentrasi Pb 0.5 mg/L dengan berat basah Kiambang 30 dan 60 gram berturut-turut adalah 0.247 mg/L dan 0.182 mg/L, sedangkan konsentrasi Pb 0.8 mg/L dengan berat basah Kiambang 30 dan 60 gram berturut-turut adalah 0.412 mg/L dan 0.304 mg/L. Penurunan akhir konsentrasi Ni 2.5 mg/L adalah 0 mg/L, sedangkan penurunan konsentrasi Ni 3 mg/L adalah 0.252 mg/L. Kiambang dapat dikategorikan sebagai metal accumulator species.

Liong, *et al.* (2010) telah melakukan penelitian mengenai Studi fitoakumulasi Pb dalam kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir). Dalam penelitiannya, kangkung darat ditumbuhkan pada dua media berbeda, yaitu tanah yang dikontaminasi Pb dan tanah kontrol, kemudian dicuplik setiap minggu selama lima minggu berturut-turut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi Pb kumulatif tertinggi adalah 1627,90 ppm berat kering dengan lama waktu tanam dua puluh satu hari. Nilai faktor biokonsentrasi > 1 sedangkan faktor translokasi < 1. Berdasarkan data ini, kangkung darat dikatakan bersifat hiperakumulator dan fitostabilisator.

Penelitian fitoremediasi logam berat Pb sudah banyak dilakukan, namun dari penelitian belum pernah menggunakan tanaman *Calotropis gigantea*. *Calotropis gigantea* (Linn.) termasuk tanaman dari famili Asclepiadaceae. Tanaman ini dipilih dalam riset ini didasari oleh beberapa kenyataan bahwa tanaman ini memiliki penyebaran yang luas dan bukan merupakan tanaman pangan.

## Metode Penelitian

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kebun Biologi, Fakultas Teknobiologi Universitas Atmaja Yogyakarta untuk pemberian perlakuan dan proses fitoremediasi. Pengujian kadar Pb di tanah dan kadar Pb di tumbuhan *Calotropis gigantea* dilakukan di Laboratorium Chem-mix Pratama, Yogyakarta

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah polybag, AAS (*Atomic Absorbtion Spectrofotometer*, timbangan, neraca analitik, penggaris, gelas kimia, pipet, Erlenmeyer dan oven. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman *Calotropis gigantea*, aquades, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, media tanam, penumbuh akar

### Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap dengan perlakuan logam berat Pb. Konsentrasi Pb yang digunakan terdiri dari empat variasi, yaitu: 0 ppm, 250 ppm, 500 ppm dan 750 ppm. Masing-masing dengan 5 kali pengulangan.

### Prosedur Kerja

#### 1. Persiapan tanaman

Sebelum diaplikasikan untuk meremediasi tanah tercemar logam berat, terlebih dahulu dilakukan aklimatisasi tanaman uji. Tanaman *Calotropis gigantea* ditumbuhkan di rumah kaca selama 4 minggu dan diadaptasikan dengan lingkungan sekitar. Setelah 4 minggu dipilih tanaman yang pertumbuhannya baik dan digunakan sebagai fitoremediator.

## 2. Pemberian perlakuan logam berat

Tanah terkontaminasi logam berat didapatkan dengan cara mencemari media tanam dengan,  $Pb(NO_3)_2$  dengan konsentrasi 0; 250 ;500 dan 700 mg/l. Tanaman yang sudah disiapkan ditanam di dalam polybag yang sudah terisi oleh media tanam tersebut.

## 3. Analisis kandungan logam berat pada tanah dan tanaman

Analisis kadar Pb, dilakukan pada hari ke 0 dan ke-28. Pengujian dilakukan dengan menggunakan AAS. Tanah/tumbuhan yang akan dianalisis dihaluskan dan ditimbang sebanyak  $\pm 1-3$  gram, kemudian dimasukkan ke dalam tabung microwave. Sampel ditambah dengan asam nitrat pekat ( $HNO_3$ ) sebanyak 10 ml dan dimasukkan kembali ke dalam microwave. Setelah semua komponen larut, lalu dikeluarkan dari microwave, kemudian ditambahkan aquades sampai tanda batas 50 ml selanjutnya dilakukan analisis dengan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*) dengan panjang gelombang 213,9

## 4. Pengukuran berat kering tanaman

Pengukuran berat kering tanaman dilakukan karena berat kering dianggap sebagai hasil dari semua proses atau peristiwa yang terjadi selama pertumbuhan tanaman. Tanaman dipisahkan dari polybag kemudian dibersihkan dan dibilas dengan aquades. Tanaman *Calotropis gigantea* kemudian dioven pada suhu  $80^\circ C$  selama  $\pm 48$  jam. Berat kering diperoleh dengan menimbang tanaman yang telah dikeringkan sampai diperoleh berat yang konstan. Pengukuran berat kering tanaman dilakukan pada hari ke-28.

## 5. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan ANAVA dan jika beda nyata dilakukan analisis dengan DMRT pada tingkat kepercayaan 95%. Potensi tanaman dalam meremediasi logam berat diperoleh dari nilai faktor transfer. Nilai faktor transfer lebih dari 1 menunjukkan bahwa tanaman memiliki kemampuan meremediasi. Nilai faktor transfer sama dengan atau lebih dari 20 menandakan bahwa tanaman tersebut ekonomis dan efektif

untuk diaplikasikan sebagai agen fitoremediator. Adapun rumus untuk penghitungan nilai Faktor Transfer (FT) sebagai berikut.

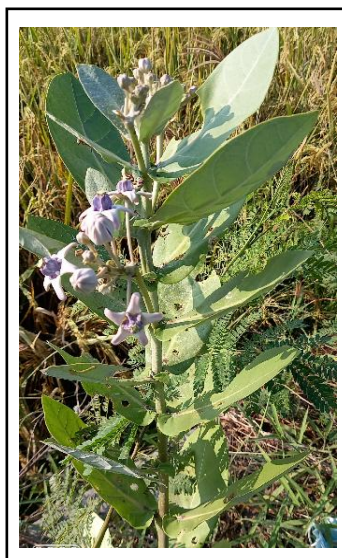
$$FT = \frac{\text{Konsentrasi logam berat pada tanaman (mg/kg)}}{\text{Konsentrasi logam berat pada tanah (mg/kg)}}$$

## Hasil dan Pembahasan

### Aklisasi dan Koleksi Tanaman *Calotropis gigantea*

Tanaman biduri (*Calotropis gigantea*) yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari daerah Pantai Depok, Yogyakarta. *Calotropis gigantea* dikelompokkan sebagai tanaman pantai. Jenis ini merupakan gulma yang umum di daerah terbuka, tepi jalan, demikian juga di sekitar pedesaan, termasuk daerah pantai, kadang-kadang jenis ini juga ditemukan di wilayah bekas budidaya. Di beberapa tempat *Calotropis gigantea* merupakan tanaman pionir dan pada bulan-bulan tertentu memiliki kerapatan yang tinggi. Pantai Depok memiliki topografi kawasan pantai yang tidak rata oleh terbentuknya *sand dune* atau gundukan pasir. Pada daerah di belakang garis pantai ini ditumbuhi beberapa jenis tumbuhan lain. Tumbuhan yang tampak dominan baik dari segi luas penutupan maupun jumlah individunya adalah formasi biduri (*Calotropis gigantea*), yang tumbuh subur dibalik atau pada lereng *sand dune*, terutama pada barisan *sand dune* pertama dan kedua.

Pengambilan tanaman dilakukan dengan metode stek, untuk kemudian dilakukan aklimasi di kebun Biologi, Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Sebelum dilakukan aklimasi stek batang biduri, dicelup dengan penumbuh akar agar pertumbuhan akar lebih cepat. Selanjutnya tanaman biduri ditumbuhkan pada media tanam sampai tanaman siap digunakan dalam perlakuan fitoremediasi, yaitu berumur 1 bulan.



**Gambar 1.** Tanaman biduri (*Calotropis gigantea*). Sumber: Dokumentasi pribadi

Setelah aklimasi selama 1 bulan dipilih tanaman *Calotropis gigantea* yang pertumbuhannya baik, dengan tinggi tanaman dan perakaran yang sama untuk menjaga homogenitas tanaman sebelum diberi perlakuan. Selanjutnya disiapkan media tanam baru

#### Kadar Pb dalam Tanah (Awal dan Akhir)

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran kadar Pb pada tanah sebelum

perlakuan dan setelah perlakuan selama 28 hari. Ada 4 perlakuan yang dilakukan yaitu penambahan Pb sebanyak 0 ppm sebagai kontrol, 250 ppm, 500 ppm dan 750 ppm. Tanah yang sudah diberi tambahan Pb selanjutnya dilakukan pengujian kadar Pb di laboratorium Chem-mix Pratama Yogyakarta dengan hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Kadar Pb dalam tanah pada kondisi awal dan setelah fitoremediasi

Penambahan Pb (ppm)	Kadar Pb di Tanah		Penurunan(%)
	Awal	Akhir	
0	13,99 <sup>a</sup>	2,70 <sup>b</sup>	80,70
250	76,49 <sup>a</sup>	3,15 <sup>b</sup>	95,88
500	138,99 <sup>a</sup>	11,42 <sup>b</sup>	91,78
750	201,02 <sup>a</sup>	18,11 <sup>b</sup>	90,99

Keterangan: huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada tingkat kepercayaan 95%

Berdasarkan hasil penelitian tampak adanya penurunan kadar Pb di tanah yang signifikan pada kondisi awal dan akhir perlakuan, baik pada perlakuan kontrol (tanpa penambahan Pb), maupun pada perlakuan dengan penambahan Pb sebesar 250 ppm, 500 ppm, dan 750 ppm. Angka tersebut menunjukkan hasil yang signifikan pada tingkat kepercayaan 95%. Hal ini menunjukkan bahwa sudah terjadi perubahan kadar Pb pada kondisi awal sebelum fitoremediasi dengan kondisi akhir setelah

dilakukan fitoremediasi dengan *Calotropis gigantea* selama 28 hari.

Berdasarkan data penurunan kadar Pb dapat diketahui bahwa pada semua perlakuan telah terjadi penurunan kadar Pb dari 80,70% sampai 95,88%. Pada tanah yang tidak diberi penambahan Pb, ternyata sudah mengandung Pb sebesar 13,99 ppm. Setelah diberi perlakuan fitoremediasi dengan *Calotropis gigantea* mengalami penurunan sebesar 11,29 ppm atau sekitar 80,70%. Sedangkan pada media tanah dengan perlakuan penambahan Pb

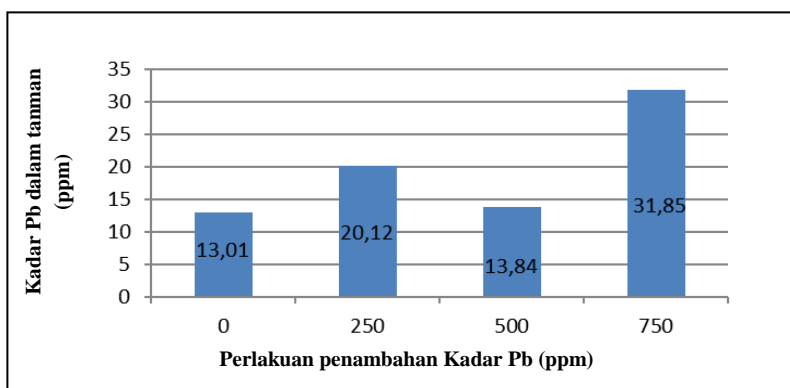
sebesar 250 ppm, terjadi penurunan kadar Pb sebesar 73,34 ppm (95,88%). Pada perlakuan penambahan Pb 500 ppm terjadi penurunan kadar Pb sebesar 127,57 ppm (91,78%) dan pada perlakuan penambahan Pb sebesar 700 ppm terjadi penurunan kadar Pb sebesar 182,91 ppm (90,99%). Dari data tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar Pb dalam tanah semakin besar juga Pb yang terserap oleh tanaman. Penurunan kadar Pb dalam tanah ini dapat terjadi kemungkinan karena adanya penyerapan dan akumulasi logam berat Pb oleh tumbuhan. Mekanisme dalam penyerapan dapat dibagi menjadi tiga proses yang berkesinambungan, yaitu penyerapan logam oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain, dan lokalisasi logam pada bagian sel tertentu untuk menjaga agar tidak menghambat metabolisme tumbuhan tersebut.

Guna mengetahui apakah penurunan kadar Pb di tanah karena proses fitoremediasi oleh *Calotropis gigantea* atau faktor lain dapat dilihat melalui kajian berikut.

### 1. Efektivitas fitoremediasi

Efektivitas fitoremediasi dapat diukur melalui potensi tanaman dalam meremediasi logam berat. Potensi tanaman ini dapat diperoleh melalui nilai faktor transfer. Nilai faktor transfer lebih dari 1 menunjukkan bahwa tanaman memiliki kemampuan meremediasi. Nilai faktor transfer sama dengan atau lebih dari 20 menandakan bahwa tanaman tersebut ekonomis dan efektif untuk diaplikasikan sebagai agen fitoremediator.

Berdasarkan hasil penelitian fitoremediasi menggunakan *Calotropis gigantea* diperoleh hasil kadar Pb dalam tanaman sebagai berikut.



Gambar 4. Kadar Pb dalam tanaman *Calotropis gigantea*

Berdasarkan hasil pada Gambar 4, menunjukkan bahwa ada proses penyerapan Pb oleh tanaman *Calotropis gigantea*. Tumbuhan dapat melakukan fitoremediasi melalui beberapa cara seperti yang disampaikan oleh Kelly (1997) antara lain: 1) *phytoextraction* yaitu kemampuan tumbuhan mengakumulasi kontaminan; 2) *rhizofiltration* yaitu kemampuan akar menyerap kontaminan dari dalam tanah; dan 3) *phytotransformation* yaitu kemampuan tumbuhan dalam memetabolisme

kontaminan di dalam jaringan. Lebih jauh Kelly (1997) juga menyatakan bahwa dari hasil fitoekstraksi, bahan pencemar dapat diakumulasi dan disimpan dalam tanaman. Tanaman seperti ini dapat dianggap sebagai hiperakumulator.

Kadar Pb dalam tanah (kondisi awal), kadar Pb di dalam tanah setelah fitoremediasi dan kadar Pb di dalam tanaman ditunjukkan pada Tabel 3.

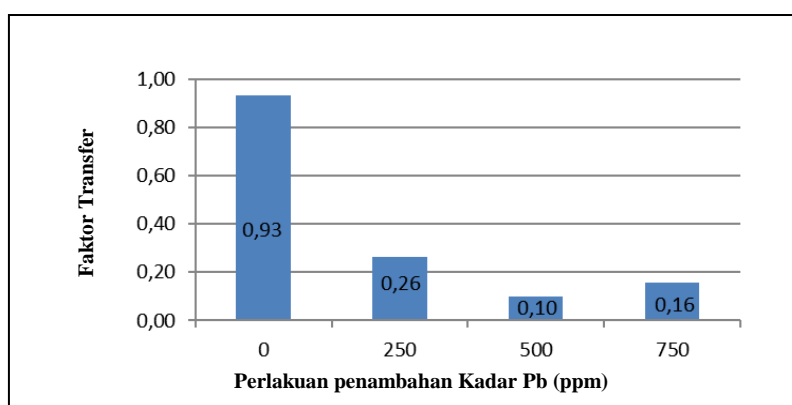
Tabel 3. Kadar Pb pada tanah awal dan akhir serta akumulasi Pb pada tanaman

Penambahan Pb (ppm)	Kadar Pb (ppm)			Kadar Pb yang Hilang (ppm)
	Tanah Awal	Tanah Akhir	Tanaman	
0	13,99	2,70	13,01	- 1,72
250	76,49	3,15	20,12	53,22
500	138,99	11,42	13,84	113,73
750	201,02	18,11	31,85	151,06

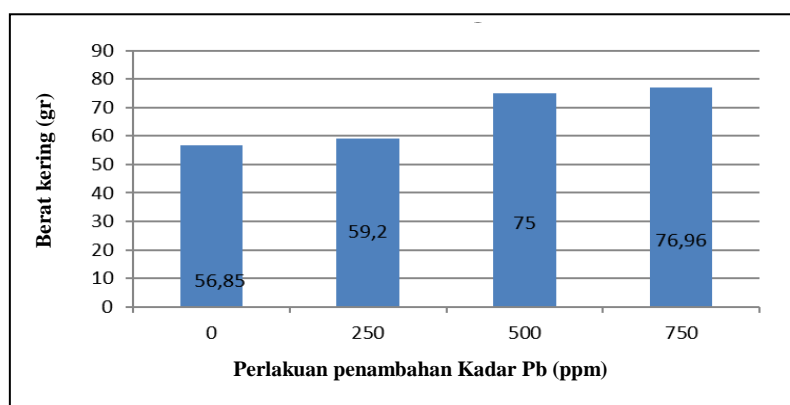
Berdasarkan data pada Tabel 3 dapat dicermati perpindahan Pb pada tanah awal. Pada perlakuan penambahan Pb sebanyak 0 ppm ternyata ada penambahan 1,72 ppm dari lingkungan. Sementara itu pada perlakuan penambahan Pb menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan Pb pada media tanam akan semakin banyak pula Pb yang terserap oleh tanaman namun semakin banyak juga yang hilang kemungkinan karena proses pencucian (*leaching*). Pada perlakuan penambahan Pb sebanyak 250 ppm ada

sebanyak 53,22 ppm yang hilang, pada perlakuan penambahan Pb sebanyak 500 ppm ada sebanyak 113,73 ppm hilang dan penambahan Pb sebanyak 750 ppm ada sebanyak 151,06 yang hilang.

Berdasarkan data di atas perlu dilihat lagi berapa faktor transfer yang terjadi melalui kegiatan fitoremediasi dengan *Calotropis gigantea* sehingga dapat diketahui efektivitasnya. Gambar 5 menunjukkan besarnya nilai faktor transfer dari tiap perlakuan penambahan Pb.



Gambar 5. Faktor transfer logam berat Pb pada tanaman



Gambar 6. Berat kering tanaman setelah proses fitoremediasi

Nilai faktor transfer lebih dari 1 menunjukkan bahwa tanaman memiliki kemampuan meremediasi. Pada penelitian ini besarnya faktor transfer pada semua perlakuan yaitu kurang dari 1. Semakin besar kadar Pb di tanah semakin kecil faktor transfernya. Menurut *Ministry of State for Population and Environment of Indonesia* (1992) batas kritis logam berat Pb pada tanaman adalah 50 ppm. Di atas batas kritis tersebut seringkali bersifat toksik pada tanaman.

## 2. Berat kering tanaman

Pengukuran berat kering tanaman dilakukan karena berat kering dianggap sebagai hasil dari semua proses atau peristiwa yang terjadi selama pertumbuhan tanaman. Proses *phytoextraction*, *rhizofiltration* dan *phytotransformation* pada tumbuhan memungkinkan terjadinya peningkatan berat kering. Pada penelitian ada kecenderungan semakin banyak logam berat Pb yang terserap akan semakin besar juga berat kering pada

tanaman. Hasil pengukuran berat kering tanaman ditunjukkan pada Gambar 6.

## Simpulan

Tanaman *Calotropis gigantea* memiliki potensi dalam meremediasi tanah tercemar logam berat Pb dengan kemampuan menyerap sampai 95,88% pada perlakuan penambahan kadar Pb yang rendah (250 ppm) dan persentase penyerapan semakin menurun pada konsentrasi yang lebih tinggi, yaitu 91,78% pada perlakuan penambahan kadar Pb 500 ppm dan 90,99% pada perlakuan penambahan kadar Pb 750 ppm. Faktor transfer Pb *Calotropis gigantea* masih di bawah 1 sehingga kurang baik sebagai tanaman fitoremediator. Semakin besar logam berat Pb yang terserap semakin meningkat pula berat kering tanaman *Calotropis gigantea*

Penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk melihat kemampuan *Calotropis gigantea* dalam melakukan fitoremediasi logam berat lain. Selain itu perlu juga dilakukan penelitian untuk mengkaji kemampuan tanaman biduri (*Calotropis gigantea*) sebagai agen fitoremediasi dengan perlakuan variasi unsur hara, pH, atau penambahan mikoriza yang berpeluang untuk meningkatkan kemampuan fitoremediasi.

## Daftar Pustaka

- Alloway, B. J. (1990). *Heavy Metal in Soil*. John Wiley and Sons Inc. New York.
- American Geological Institute. (1976). *Dictionary Of Geological Term. Revised Edition*. Anchor Books. New York.
- Chrlena. (2004). *Pencemaran Logam Berat Pb Dan Cd Pada Sayur-Sayuran*. IPB. Bogor.
- Godbold, D.L., & C. Kettner. (1991). Use of Root Elongation Studies to Determination Aluminium and Lead Toxicity in *Picea abies* Seedling. *J. Plant. Physiol.* 138; 231-235
- Hasim. (2005). *Eceng Gondok Pembersih Polutan Logam Berat*. Kompas. Jakarta.
- Kovacs, M. (1992). *Biological Indicators in Environmental Protection*. Market Cross House. England
- Kurnia, U. & Sutrisno, N, (2003). *Strategi Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran Lingkungan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Liong, S, Noor, Alfian, Taba, Paulina, Abdullah. (2010). Studi Fitoakumulasi Pb dalam Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir) , proseding seminar FMIPA-UT, <http://www.pustaka.ut.ac.id/dev25/pdf/prosid-ing2/fmipa201051.pdf>
- Miles, L.J., & G.R.Parker. (1979). Heavy Metal Interaction for *Andropogon scoparius* and *Rudbeckia hiata* Grown on Soil from Urban and Rural Sites with Heavy Metals Addition. *J. Environ. Qual.* 8 (4): 443 – 49
- Muramoto, S., H. Nishizaki, I. Aoyama. (1990). The Critical Levels and the Maximum Metal Uptake for Wheat and Rice Plants when Applying Metal Oxides to Soil. *J. Environ. Sci. Health, Part B* 25 (2) 273 – 80. Diakses Mei 2006
- Notohadiprawiro, T., Suryanto, S, Hidayat, Shodiq M, Asmara, Anjal Anie., (1991). *Nilai Pupuk Sari Kering Limbah Kawasan Industry Dan Dampak Penggunaan Sebagai Pupuk Atas Lingkungan*. Ilmu Pertanian.
- Onggo, TM, (2009), *Pengaruh Konsentrasi Larutan Berbagai Senyawa Timbal (Pb) terhadap Kerusakan Tanaman*, Hasil dan Beberapa Kriteria Kualitas Sayuran Daun Spinasia, Fakultas Pertanian. Universitas Padjadjaran: Bandung
- Palar, H. (2004). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Priyono, Joko. (2006). *Kimia Tanah*. Mataram university press. mataram.
- Ramamurthy, S. Kannan. (2009). Sem-Eds Analysis Of Soil And Plant (*Calotropis gigantea* Linn) Collected From An Industrial Village, Cuddalore Dt, Tamil Nadu, India
- Simp, J.L, R.C Sims, J.E. Metthew. (1990). *Approach To Bioremediation Of Contaminated Soil Hazard*. Waste Hazard Mater.
- Sklandany. GJ & FB Metting. (1993). *Bioremediation of Contaminated Soil*. Marce Dekker Inc. NY.
- Soemarwoto, O. (1991). *Indonesia Dalam Kancah Isu Lingkungan Global*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Sukmana, S.J., Prawirasumantri, M. Sodik, M. Rustandi. (1986). *Laporan Penelitian Mengatasi Keracunan Limbah Pengeboran*



*Potensi Calotropis gigantea dalam Fitoremediasi*

- Minyak*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Surahmaida (2011). Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Pb dan Cd dengan Menggunakan Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* Linn.), *Master Theses of Environmental Engineering*, ITS Surabaya
- Tan. K H. (1991). *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. Gadjah Mada University. Yogyakarta.
- Viobeth, B.R, Sumiyati, Sri Sutrisno, Endro. (2012). Fitoremediasi Limbah Mengandung Timbal (Pb) dan Nikel (Ni) Menggunakan Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*). Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
- Voleslay, B. & Z. R. Holand. (1995). *Biotechnol. Prog II*. In Biotechnology Letter.
- Widowati & Wahyu. (2008). *Efek Toksik Logam: Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Yogyakarta: Penerbit Andi.