

Kemampuan *Cyperus esculentus* sebagai Fitoremediator dalam Menurunkan Logam Berat Kadmium (Cd) pada Sedimen Perairan Tercemar Lumpur Lapindo, Sidoarjo

The Ability of Cyperus esculentus as a Fitoremediator in Reducing Heavy Metal (Cd) in the Sediment of Water Polluted by Lapindo Mud, Sidoarjo

Siti Nuraini*, Tarzan Purnomo

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya

*e-mail: sitinuraini0625@gmail.com

ABSTRAK

Lumpur lapindo memiliki kandungan logam berat kadmium yang berbahaya bagi lingkungan perairan sekitarnya. Logam kadmium pada lingkungan perairan dapat memberikan sumber racun bagi makhluk hidup apabila dalam jumlah tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh lama pemaparan dan biomassa terhadap pertumbuhan *Cyperus esculentus*, persentase penurunan Cd pada media dan persentase kadar Cd dalam akar. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah lama pemaparan 7 hari dan 14 hari. Faktor kedua adalah biomassa tumbuhan *Cyperus esculentus* terdiri atas 0 gram, 150 gram, dan 300 gram. Parameter yang diamati adalah kadar Cd pada media tanam, kadar Cd pada akar *Cyperus esculentus*, dan biomassa akhir tumbuhan. Analisis kadar Cd pada media tanam dan akar *Cyperus esculentus* menggunakan AAS. Data dianalisis menggunakan Uji Anava dua arah dan Uji lanjut Duncant Multiple Range Test (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh lama pemaparan dan biomassa terhadap persentase penurunan Cd pada media tanam, kadar Cd dalam akar, dan biomassa akhir *Cyperus esculentus*. Persentase penurunan kadar Cd pada media tanam tertinggi terjadi pada perlakuan biomassa 300 gram dan lama pemaparan 14 hari sebesar 81%. Persentase kadar Cd dalam akar *Cyperus esculentus* terbesar pada biomassa 300 gram dan lama pemaparan 14 hari sebesar 6,92%. Biomassa akhir terbaik pada perlakuan 300 gram dan lama pemaparan 14 hari sebesar 300,75 gram.

Kata Kunci: *Cyperus esculentus*; Kadar Cd; Fitoremediator

ABSTRACT

Lapindo mud contains cadmium heavy metals that dangerous for the aquatic environment. Cadmium metal in the aquatic environment can provide a source of toxicity to living things if Cadmium in a certain amount. This study aimed to analyze the effect of time exposure and biomass on growth of *Cyperus esculentus*, percentage decrease of Cd on media and percentage of Cd content in root. The study was conducted using Group Random Design, with two treatment factors. The first factor was the duration of 7 days and 14 days exposure. The second factor was the biomass of *Cyperus esculentus* plant that consisting of 0 gram, 150 gram, and 300 gram. The parameters observed were Cd content on planting media, Cd content at *Cyperus esculentus* root, and final biomass of plant. Analysis of Cd content on planting media and *Cyperus esculentus* root using AAS. Data were analyzed using 2-way Anova Test and Advanced Duncant Multiple Range Test (DMRT). The results showed that there was influence of time exposure and biomass to percentage decrease of Cd on planting media, Cd content in root, and final biomass of *Cyperus esculentus*. The percentage decrease of Cd content at highest planting media happened at 300 gram biomass treatment and the duration of 14 days exposure was 81%. The percentage of Cd content in the largest *Cyperus esculentus* root in 300 gram biomass and the duration of 14 days exposure was 6.92%. The best final biomass was on the 300 gram treatment and a 14 day time exposure of 300.75 grams.

Key words: *Cyperus esculentus*; Cd level; Phytoremediator

PENDAHULUAN

Lumpur Lapindo merupakan suatu peristiwa menyemburnya lumpur panas yang berada di area lokasi pengeboran PT Lapindo Brantas wilayah Porong Sidoarjo. Kandungan bahan kimia yang terdapat pada semburan lumpur panas di Porong Sidoarjo antara lain fenol dan adanya kandungan logam berat berbahaya

seperti Hg, Cr, Cd, dan Pb. Logam berat kadmium merupakan salah satu logam terkandung dalam lumpur yang dibuang ke daerah sekitar tanggul termasuk ke sungai Porong (Badan Lingkungan Daerah, 2007).

Adanya logam Cd pada lumpur lapindo dapat menimbulkan masalah lingkungan sehingga perlu adanya penanganan yang khusus.

Kadmium dalam bentuk senyawa klorida (CdCl_2) berada dalam air laut, sedangkan bentuk karbonat berada dalam air tawar (Palar, 2004). Kadmium merupakan logam berat yang memiliki kemampuan penyebaran sangat luas di alam. Kandungan logam kadmium bisa ditemukan di daerah-daerah penimbunan sampah dan aliran air hujan, serta selain dalam air buangan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dalam perairan Teluk New York didapatkan bahwa sumber Cd dalam badan perairan yang dikonstruksi dari air limbah industri sangat sedikit, yaitu 0,6% dari total kandungan Cd yang ada. Sedangkan jumlah paling besar dikonstruksi oleh limbah padat yaitu 82% (Parvau, 2010).

Teknik fitoremediasi adalah suatu metode biokonsentrasi bahan bersifat toksik dalam tanah dan air serta merupakan teknik menstabilkan kualitas lingkungan tercemar yang ramah lingkungan dan relatif ekonomis (Morel dkk., 2006). Fitoremediasi juga berarti memindahkan, menghilangkan, dan memulihkan atau menghancurkan bahan pencemar seperti senyawa anorganik maupun senyawa organik dengan menggunakan tumbuhan (Priyanto, 2008).

Cyperus esculentus merupakan tumbuhan yang dapat hidup dan tumbuh di padang rumput basah musiman, pada tanah pertanian yang beririgrasi dan sepanjang aliran air serta bersifat tahan terhadap daerah yang kering dan tidak toleran terhadap naungan. Menurut Aththorick (2005) tumbuhan ini mempunyai kemampuan bertahan yang tinggi, area penyebaran luas, dan dapat hidup pada daerah tergenang air maupun kering. Widyati (2011) lebih dari 400 jenis tumbuhan telah ditemukan mempunyai kemampuan hiperakumulator atau mampu mengakumulasi logam termasuk anggota famili Cyperaceae. Berdasarkan uraian tersebut maka perlu adanya penelitian untuk menganalisis pengaruh lama pemaparan dan biomassa tumbuhan *Cyperus esculentus* terhadap persentase logam Cd serta pertumbuhan pada sedimen perairan tercemar lumpur Lapindo, Sidoarjo.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini terdapat 2 faktor perlakuan yaitu lama pemaparan yang terdiri atas 7 hari dan 14 hari, serta biomassa tumbuhan *Cyperus esculentus* terdiri dari 0 gram, 150 gram, dan 300 gram. Secara keseluruhan terdapat 24 unit eksperimen. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ember plastik dengan volume 15 liter, timbangan analitik, soil tester, pH tanah, meteran, dan analisis logam Cd

menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).

Data hasil eksperimen diolah menggunakan Analisis Varian (ANOVA) dua arah dan Uji lanjut Duncant Multiple Range Test (DMRT). Parameter penelitian yang diukur meliputi kadar Cd pada media tanam (sedimen), kadar Cd pada akar *Cyperus esculentus*, dan pertumbuhan akhir biomassa serta parameter pendukung faktor fisik kimia yaitu suhu dan pH.

Tumbuhan *Cyperus esculentus* yang digunakan diperoleh daerah Ketintang Madya, Jambangan, Surabaya. Tumbuhan yang digunakan dalam kondisi sehat yaitu, daun tumbuhan berwarna hijau segar (tidak mengalami klorosis atau nekrosis), dan panjang batang antara 80-85 cm. Pengambilan media yaitu sedimen perairan yang tercemar lumpur lapindo di Porong Sidoarjo tepatnya di daerah Gempolsari sebanyak 48 kg. Hal tersebut didapatkan dari perhitungan jumlah timba plastik adalah 2 kg per ember plastik dikalikan dengan 24 dari jumlah unit perlakuan.

Analisis kandungan logam Cd dilakukan pada media tanam dan pada akar *Cyperus esculentus* pada awal dan akhir perlakuan dengan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Sebelum perlakuan tumbuhan *Cyperus esculentus* diaklimatisasi selama satu minggu. Pengukuran biomassa *Cyperus esculentus* diukur dengan cara menimbang berat basah tumbuhan pada awal dan akhir penelitian. Sedangkan pengukuran parameter penunjang pH dan suhu dilakukan pada awal dan akhir penelitian.

HASIL

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai kemampuan *Cyperus esculentus* sebagai fitoremediator dalam menurunkan logam Cd pada sedimen perairan tercemar lumpur lapindo, Sidoarjo. Hasil uji ANOVA dua arah menunjukkan bahwa biomassa dan lama pemaparan berpengaruh nyata terhadap penurunan kadar Cd pada media tanam. Sedangkan hasil uji DMRT taraf sig. 0,05 menunjukkan terdapat perbedaan nyata pada perlakuan biomassa dan lama pemaparan. Penurunan Cd tertinggi pada media tanam *Cyperus esculentus* terdapat pada perlakuan 300 gram dan lama pemaparan 14 hari yaitu dengan persentase 81% (Tabel 1).

Berdasarkan uji kadar Cd pada akar *Cyperus esculentus* setelah perlakuan, hasil ANOVA dua arah menunjukkan bahwa biomassa dan lama pemaparan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar Cd akar. Sedangkan hasil

uji DMRT diketahui terdapat perbedaan nyata pada perlakuan biomassa dan lama pemaparan. Kadar Cd tertinggi di akar terdapat pada perlakuan 300 gram dan lama pemaparan 14 hari yaitu dengan persentase 6,92% (Tabel 2).

Berdasarkan pengukuran biomassa tumbuhan *Cyperus esculentus* didapatkan data pertumbuhan *Cyperus esculentus* pada biomassa akhir setelah perlakuan. Hasil ANAVA dua arah menunjukkan bahwa biomassa dan lama pemaparan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap biomassa akhir *Cyperus esculentus*. Sedangkan hasil uji DMRT diketahui terdapat perbedaan secara nyata pada perlakuan

biomassa dan lama pemaparan. Pertambahan biomassa yang paling optimal pada perlakuan 300 gram dan lama pemaparan 14 hari yaitu 300,75 gram (Tabel 3).

Hasil pengukuran data fisik kimia selama 14 hari perlakuan pada media tanam yang telah terpapar logam Cd. Pada awal penelitian didapatkan hasil pH berkisar antara 7,2 dan suhu media tanam 33°C. Sedangkan pada akhir penelitian diketahui lama pemaparan 7 hari didapatkan pH antara 7,4-7,5 dengan suhu 31°C. Pada lama pemaparan 14 hari didapatkan pH sekitar 7,4 dengan suhu 30-31 °C (Tabel 4).

Tabel 1. Rerata persentase (%) penurunan Cd pada media tanam sedimen yang tercemar lumpur lapindo akibat pengaruh perbedaan lama Pemaparan (hari) dan biomassa tumbuhan (gram)

Lama pemaparan (hari)	Biomassa (gram)		
	0	150	300
7	0±0,00 ^{aA}	75,79±2,70 ^{bA}	79,22±1,14 ^{cA}
14	0±0,00 ^{aB}	77,25±2,54 ^{bB}	81,00±0,92 ^{cB}

Keterangan: Angka yang diikuti notasi abjad yang tidak sama pada kolom dan baris menunjukkan hasil yang berbeda nyata menurut Uji Duncan's pada taraf uji 0,05.

Tabel 2. Rerata persentase (%) kadar Cd persentase akar tumbuhan *Cyperus esculentus* akibat pengaruh perbedaan lama pemaparan (hari) dan biomassa tumbuhan (gram).

Lama pemaparan (hari)	Biomassa (gram)		
	0	150	300
7	0±0,00 ^{aA}	4,79±2,36 ^{bA}	5,66±1,08 ^{bA}
14	0±0,00 ^{aB}	6,19±1,27 ^{bB}	6,92±0,96 ^{bB}

Keterangan: Angka yang diikuti notasi abjad yang tidak sama pada kolom dan baris menunjukkan hasil yang berbeda nyata menurut Uji Duncan's pada taraf uji 0,05.

Tabel 3. Biomassa akhir (gram) tumbuhan *Cyperus esculentus* akibat pengaruh biomassa dan lama pemaparan.

Lama pemaparan (hari)	Biomassa (gram)		
	0	150	300
7	0±0,00 ^{aA}	168,50±12,26 ^{bA}	304,25±7,37 ^{cA}
14	0±0,00 ^{aB}	178,25±18,41 ^{bB}	300,75±12,20 ^{cB}

Keterangan: Angka yang diikuti notasi abjad yang tidak sama pada kolom dan baris menunjukkan hasil yang berbeda nyata menurut Uji Duncan's pada taraf uji 0,05.

Tabel 4. Hasil perubahan rata-rata faktor fisik kimia lingkungan pada media tanam

No.	Parameter	Perlakuan Biomassa		Nilai		Rata-rata	Baku Mutu	
		Gram	Hari	Awal	Akhir			
1.	Suhu (°C)	0	7	33	31	32	Deviasi 3	
				150	30	32		
				300	31	32		
		14	0	33	30	32		
			150	33	31	32		
			300	33	30	32		
2.	pH	0	7	7,2	7,4	7,3	6,0-9,0	
				150	7,2	7,5		7,4
				300	7,2	7,5		7,4
		14	0	7,2	7,4	7,3		
			150	7,2	7,4	7,4		
			300	7,2	7,4	7,3		

Sumber: PP No. 82 Tahun 2001.

PEMBAHASAN

Tumbuhan *Cyperus esculentus* merupakan tumbuhan dari famili Cyperaceae yang memiliki sifat hipertoleran karena mampu hidup di daerah yang memiliki kandungan merkuri tinggi dan sedikit unsur hara. Menurut Aththorick (2005) tumbuhan ini memiliki kemampuan menyesuaikan yang tinggi, penyebaran luas, dan bisa hidup pada lahan kering maupun tergenang.

Biomassa tumbuhan dan lama pemaparan mampu menyerap logam Cd dari lingkungan sebagai media tanam yang dapat menurunkan kadar Cd pada media tanam yaitu menggunakan sedimen perairan tercemar lempur lapindo (Tabel 1 dan Tabel 2). Hasil analisis menunjukkan perlakuan dengan biomassa dan lama pemaparan yang berbeda dapat berpengaruh terhadap persentase penurunan Cd dalam media tanam dan persentase kadar Cd dalam akar tumbuhan *Cyperus esculentus*.

Penurunan media tanam yang paling optimal terjadi pada perlakuan biomassa *Cyperus esculentus* 300 gram dan lama pemaparan 14 hari dengan persentase penurunan sebesar 81% (Tabel 1). Berdasarkan analisis Anava dua arah menunjukkan bahwa terdapat pengaruh antara biomassa *Cyperus esculentus* dan lama pemaparan terhadap penurunan kadar Cd sedimen media tanam. Selanjutnya pada analisis uji Duncan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap penurunan kadar Cd pada media tanam.

Penurunan kadar Cd pada sedimen dan peningkatan kadar Cd pada akar tumbuhan *Cyperus esculentus* dipengaruhi oleh lama pemaparan dengan logam, ketersediaan logam, dan umur tumbuhan. Kadar Cd pada akar *Cyperus esculentus* terbesar terjadi pada perlakuan 300 gram dan lama pemaparan 14 hari dengan

persentase kadar Cd sebesar 6,92% (Tabel 2). Kemampuan penyerapan tumbuhan akan menurun apabila tumbuhan tersebut memiliki usia yang tua. Hal ini diakibatkan jaringan tumbuhan yang sudah tua dan kemampuan akumulasi tubuh tumbuhan mencapai kesetimbangan, sehingga proses tumbuhan dalam menyerap akan terhenti lama-kelamaan dan akibatnya terjadi gugurnya daun. Sedangkan tumbuhan yang berusia muda mempunyai kebutuhan nutrisi yang lebih banyak sehingga kemampuan menyerap nutrisi dalam sedimen dan air tinggi, maka dimungkinkan logam terbawa masuk melalui akar tumbuhan (Palar, 1994).

Tumbuhan *Cyperus esculentus* mempunyai mekanisme penanggulangan pada logam berat, yaitu: 1) Ameliorasi dengan mengabsorpsi ion dan melakukan mekanisme untuk meminimalkan pengaruhnya, dengan pembentukan khelat, pengenceran, lokalisasi dan ekskresi, 2) Toleransi, melakukan metabolisme supaya bisa bertahan pada lingkungan toksik (Fitter dan Hay, 2001). Hal tersebut yang mengakibatkan tumbuhan *Cyperus esculentus* dapat bertahan di tempat yang lingkungannya terdapat kadungan logam berat.

Priyanto dan Prayitno (2008) mengatakan suatu proses penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan terbagi menjadi 3 tahap yang saling berkaitan, yaitu translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan yang lain penyerapan logam oleh akar, dan lokalisasi logam pada bagian organ tertentu (seperti akar) sebagai penjaga supaya metabolisme pada tumbuhan tersebut tidak terhambat.

Tumbuhan *Cyperus esculentus* mampu beradaptasi secara morfologis oleh cekaman Cd yang terkandung dalam media sedimen perairan (Tabel 3). Hasil analisis menunjukkan bahwa

setiap perlakuan menunjukkan pertambahan biomassa. Berdasarkan analisis Anava dua arah menunjukkan bahwa terdapat pengaruh antara biomassa tumbuhan dan lama pemaparan terhadap pertambahan biomassa akhir tumbuhan *Cyperus esculentus*. Selanjutnya pada analisis uji Duncan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata terhadap pertambahan biomassa akhir *Cyperus esculentus*. Pertambahan biomassa yang paling optimal pada perlakuan 300 gram dan lama pemaparan 14 hari yaitu 300,75 gram.

Terjadinya kenaikan biomassa seiring dengan lama pemaparan yang diberikan, tetapi tumbuhan *Cyperus esculentus* diasumsikan mampu untuk beradaptasi secara maksimal pada lingkungan tercekam. Unsur hara dalam tanah dapat mengalami kontak langsung dengan permukaan akar melalui 3 proses, yaitu 1. Berdifusi di dalam larutan tanah, 2. Terbawa oleh aliran tanah secara pasif, 3. Akar akan pertumbuhan ke arah posisi hara setelah berada pada permukaan akar, kemudian unsur hara tersebut akan terserap oleh tumbuhan (Lakitan, 2008).

Berdasarkan Tabel 4 diketahui nilai suhu tergolong pada Deviasi 3 sedangkan nilai pH masih memenuhi baku mutu yaitu 6,0-9,0 (PP No. 82 Tahun 2001.). Suhu tinggi akan berpengaruh pada daya racun logam berat, semakin tinggi suhu maka daya racun logam berat terhadap tumbuhan semakin tinggi. Hasil penelitian didapatkan nilai suhu media tanam pada akhir perlakuan berkisar 30- 31 °C. Hal tersebut menunjukkan bahwa kenaikan suhu bisa menaikkan kecepatan difusi ion ke bagian akar dan termasuk ion dalam logam (Fiter dan Hay, 2001). Faktor fisik kimia lingkungan memengaruhi kelangsungan hidup tumbuhan *Cyperus esculentus* dan laju penyerapan Cd-nya. Adanya proses fotosintesis, denitrifikasi, pemecahan nitrogen organik dan reduksi sulfat yang memengaruhi proses biokimiawi dalam media tanam (Jennie dan winiati, 1993).

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai kemampuan *Cyperus esculentus* sebagai fitoremedator dalam menurunkan Cd pada sedimen perairan tercemar lumpur lapindo sidoarjo. Dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh lama pemaparan dan biomassa tumbuhan *Cyperus esculentus* terhadap persentase penurunan Cd, persentase kadar Cd pada akar tumbuhan, dan pertambahan biomassa.

Penurunan Cd terbesar ialah pada perlakuan 300 gram dan lama pemaparan 14 hari dengan persentase penurunan sebesar 81%. Sedangkan Persentase kadar Cd pada akar terbesar ialah pada perlakuan 300 gram dan lama pemaparan 14 hari sebesar 6,92%. Terdapat pertambahan biomassa akhir *Cyperus esculentus* pada setiap perlakuan. Biomassa akhir terbaik pada perlakuan 300 gram dan lama pemaparan 14 hari sebesar 300,75%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aththorick, AT, 2005. Kemiripan Komunitas Tumbuhan Bawah Pada Beberapa Tipe Ekosistem Perkebunan di Labuhan Batu. *Jurnal Komunikasi Penelitian*, 17(5): 42-48.
- Badan Lingkungan Hidup Daerah, 2007. Dampak Buangan Lumpur Sidoarjo. <http://journal.dampak.buangan.lumpur.lapindo.ac.id>. diunduh tanggal 22 Januari 2017.
- Fitter AH dan Hay RKM, 2001. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Haryanti S, Hastuti RB, Hastuti ED, dan Nurchayati Y, 2009. Adaptasi Morfologi Fisiologi dan Anatomi Enceng Gondok Tercemar. Adaptasi Morfologi Fisiologi dan Anatomi Sri H, Rini BH, Yuliata N, 39-46. Diakses 9 Juli 2017.
- Jenie, Laksmie BS, Rahayu WP, 1993. Penanganan Limbah Industri Pangan. Yogyakarta: Kanisius.
- Lakitan, B, 2008. Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Liong S, Noor A, Taba P, Zubair H, 2009. Dinamika Akumulasi Kadmium Pada Tanaman Kangkung Darat. Makasar: Indonesia Chimica Acta.
- Morel JL, Echevarria G, and Goncharova N, 2006. Phytoremediation of Metal- Contaminated Soils. Netherland: Springer.
- Palar H, 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Palar H, 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Parvau RG, 2010. Cadmium in The Environment. New York: Nova Science Pub Inc.
- Pemerintah Republik Indonesia, 2001. Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta.
- Priyanto B dan Prayitno J, 2008. Fitoremediasi sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat. <http://lfl.bppt.tripod.com/sublab/lflora1.htm>. diunduh tanggal 22 Oktober 2016.
- Widyati, E, 2011. Potensi Tumbuhan Bawah Sebagai Akumulator Logam Berat Untuk Membantu Rehabilitasi Lahan Bekas Tambang. *Jurnal Mitra Hutan Tanaman*, 6(2): 14.