

Kemampuan *Cyperus esculentus* sebagai Fitoremediator Logam Berat Timbal (Pb) pada Sedimen Perairan yang Tercemar Lumpur Lapindo di Porong Sidoarjo

The Ability of Cyperus esculentus as a Fitoremediator Heavy Metals Lead (Pb) in Aquatic Sediments Contaminated Lapindo Mud in Porong Sidoarjo

Lusi Widyaningrum*, Tarzan Purnomo, Eva Kristinawati Putri

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

* e-mail: lusiwidyaningrum65gmail.com

ABSTRAK

Beberapa jenis tumbuhan tertentu memiliki kemampuan hidup pada kondisi lingkungan dengan kandungan logam cukup tinggi sehingga dapat dijadikan sebagai agen fitoremediator. Salah satu jenis tumbuhan yang berpotensi sebagai akumulator logam berat adalah *Cyperus esculentus*. Tumbuhan ini mampu bertahan hidup pada sedimen perairan yang tercemar lumpur Lapindo yang mengandung logam Timbal (Pb) sebesar 2,57 ppm. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan pengaruh biomassa dan waktu detensi tumbuhan *C. esculentus* terhadap penurunan kadar Pb sedimen perairan yang tercemar lumpur lapindo; dan kadar Pb yang terkandung pada akar tumbuhan *C. esculentus* serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan *C. esculentus*. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok faktorial dengan dua faktor perlakuan, yaitu biomassa tumbuhan *C. esculentus* (0 gram, 150 gram dan 300 gram) dan waktu detensi (7 hari dan 14 hari) dengan pengulangan 4 kali. Data penelitian berupa penurunan kadar Pb sedimen media tanam maupun kadar Pb pada akar tumbuhan *C. esculentus* dianalisis menggunakan Analisis Varian (ANOVA) dua arah dan dilanjutkan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dengan biomassa tumbuhan dan lama waktu detensi memengaruhi penurunan kadar Pb pada sedimen media tanam dan kadar Pb pada akar tumbuhan *C. esculentus*. Kadar Pb tertinggi pada akar tumbuhan *C. esculentus* dan penurunan kadar Pb pada sedimen media tanam ditemukan pada kombinasi perlakuan biomassa 300 gram dan waktu detensi 14 hari dengan nilai berturut-turut 0,79 ppm dan 1,92 ppm.

Kata kunci: *Cyperus esculentus*; sedimen perairan tercemar lumpur lapindo; timbal (Pb)

ABSTRACT

Certain types of plants have the ability to live on the environment with high enough metal content that can be used as phytoremediator agent. One of the most potent plant species as heavy metal accumulator is *Cyperus esculentus*. This plant is able to survive on sedimentary waters contaminated Lapindo mud containing lead metal (Pb) of 2.57 ppm. The purpose of this study were to describe the effect of biomass and detention time of *C. esculentus* on the decrease of Pb sedimentary water content contaminated with Lapindo mud; and Pb contained in *C. esculentus* root of plant and its effect on *C. esculentus* growth. This research used randomized block design with two treatment factors, *C. esculentus* plant biomass (0 gram, 150 gram and 300 gram) and detention time (7 days and 14 days with repetition 4 times) Pb of sediment of planting media and Pb level at plant root of *C. esculentus* were analyzed by using two-way Variant Analysis (ANOVA) and continued Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The result showed that treatment with plant biomass and time of detention influenced the decrease of Pb level in sediment Planting medium and Pb content at root of *C. esculentus*. The highest Pb level on plant root of *C. esculentus* and decreasing of Pb level on plant media sediment was found in combination of 300 gram biomass treatment and 14 day detention time with consecutive values 0.79 ppm and 1.92 ppm.

Key words: *Cyperus esculentus*; sediment waters contaminated Lapindo mud; lead (Pb)

PENDAHULUAN

Beberapa jenis tumbuhan tertentu mempunyai kemampuan hidup pada kondisi lingkungan yang memiliki kandungan logam cukup tinggi. Kemampuan tumbuhan tersebut dapat dijadikan sebagai kajian indikator biologis dan fitoremediasi dalam permasalahan pencemaran

lingkungan oleh logam berat. Fitoremediasi adalah penurunan konsentrasi polutan dengan menggunakan aktivitas tumbuhan (Widyati, 2011). Menurut Aththorick (2005), salah satu jenis tumbuhan yang berpotensi sebagai akumulator logam berat adalah tumbuhan *Cyperus esculentus*. Tumbuhan *C. esculentus* merupakan tumbuhan

yang dapat mengabsorpsi dan mengakumulasi logam berat melalui pengangkutan bersama air melalui akar. Tumbuhan ini tumbuh di padang rumput basah musiman, tanah-tanah pertanian yang beririgasi dan disepanjang aliran air dan tahan terhadap daerah yang kering.

Hasil observasi menunjukkan bahwa tumbuhan *C. esculentus* banyak ditemukan pada lahan kosong di sekitar area luar tanggul lumpur lapindo, terutama di sisi barat dekat Jalan Raya Porong. Berdasarkan hasil uji pendahuluan, akar tumbuhan *C. esculentus* yang telah diujikan di Laboratorium Gizi UNAIR Surabaya mengandung logam berat Pb sebesar 0,377 ppm.

Kasus lumpur lapindo Sidoarjo merupakan peristiwa menyemburnya lumpur panas yang berada di lokasi pengeboran Lapindo Brantas Inc. tepatnya di Dusun Balongnongo Desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, sejak tanggal 29 Mei 2006 (Juniawan dkk., 2013). Pencemaran ini mengakibatkan daerah Porong terendam. Menurut Fitra dkk. (2013), bahan kimia yang terkandung dalam lumpur lapindo di Porong Sidoarjo diantaranya adalah fenol, logam berat seperti Cr, Hg, Cd, dan Pb. Salah satu logam berat yang perlu diperhatikan adalah timbal (Pb). Logam berat Pb memiliki sifat toksik pada manusia seperti dapat menyebabkan keracunan akut dan kronis. Logam Pb dapat menghambat proses kerja enzim (Khoiroh, 2014). Hasil pengujian awal kadar timbal (Pb) pada sedimen perairan tercemar lumpur lapindo di sekitar area Desa Gempolsari, menunjukkan nilai Pb sebesar 2,577 ppm. Sedangkan nilai ambang batas yang ditetapkan oleh KMN LH No. 51 tahun 2004 tentang batas maksimal cemaran logam Pb dalam perairan yaitu sebesar 0,008 ppm.

Menurut Purnomo (2014), menunjukkan bahwa tumbuhan *Cyperus rotundus* yang hidup pada lingkungan tercemar sekitar lumpur Lapindo mengandung kadar Pb sebesar 1,837 ppm pada bagian akar. Penelitian mengenai fitoremediasi tumbuhan *Cyperus* sp. sudah banyak dilakukan. Namun fitoremediasi tumbuhan *C. esculentus* masih belum banyak dilakukan. Berdasarkan uraian tersebut, maka diperlukan upaya pengendalian pencemaran lingkungan terutama pencemaran oleh logam berat Pb pada sedimen perairan yang tercemar lumpur lapindo dengan cara fitoremediasi menggunakan tumbuhan *C. esculentus*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan April-Mei 2017 di *Green House* Jurusan Biologi FMIPA

UNESA. Sasaran dari penelitian ini adalah tumbuhan *C. esculentus* dan sedimen media tanam. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timba plastik volume 15 liter, neraca analitik, termometer air, pH air, Spektrofotometer serapan atom (SSA). Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Tumbuhan *C. esculentus*, media tanam berupa sedimen perairan yang tercemar lumpur lapindo dan air bersih.

Langkah kerja pertama dalam penelitian ini, yaitu pemilihan tumbuhan *C. esculentus* dan media tanam berupa sedimen perairan yang tercemar lumpur lapindo. Tumbuhan yang digunakan diuji kandungan kadar Pb awal pada akarnya agar didapat penyerapan yang optimal. Sedangkan pada media tanam diambil pada area luar sekitar tanggul lumpur lapindo. Tumbuhan *C. esculentus* diperoleh dari sekitar area persawahan Jalan Ketintang Madya, Jambangan, Surabaya.

Tahap kedua adalah aklimatisasi tumbuhan *C. esculentus* serta persiapan media tanam. Kemudian tahap berikutnya merupakan persiapan perlakuan, yaitu memasukkan tumbuhan *C. esculentus* yang telah diaklimatisasi ke dalam media tanam tanah tercemar lumpur lapindo pada masing-masing timba plastik perlakuan secara hati-hati agar akar tidak rusak. Dengan kombinasi perlakuan yaitu biomassa tumbuhan *C. esculentus* (0 gram (T_0), 150 gram (T_1), dan 300 gram (T_2)) dan waktu detensi (7 hari dan 14 hari) dengan pengulangan sebanyak 4 kali.

Setelah perlakuan selama 7 hari dan 14 hari dilakukan pengukuran pada masing-masing kadar logam Pb pada media tanam (sedimen) serta kadar logam Pb pada akar tumbuhan *C. esculentus* sesudah perlakuan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Data yang telah diperoleh dari hasil penelitian berupa penurunan kadar Pb pada sedimen media tanam, kadar Pb pada akar dan pertumbuhan biomassa tumbuhan *C. esculentus* dianalisis menggunakan Analisis Varian (ANOVA) dua arah dan dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT). Data berupa tinggi; panjang akar; dan jumlah anakan tumbuhan *C. esculentus* serta pH dan suhu yang merupakan sebagai data pendukung dianalisis menggunakan metode deskriptif kuantitatif.

HASIL

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa biomassa tumbuhan *C. esculentus* dan waktu detensi berpengaruh terhadap penurunan kadar Pb sedimen. Penurunan kadar Pb sedimen menunjukkan adanya perbedaan secara signifikan dan berbeda

nyata antar tiap kelompok perlakuan. Penurunan kadar Pb sedimen tertinggi terdapat pada perlakuan biomassa 300 gram pada waktu detensi 14 hari dengan penurunan Pb sebesar 1,92 ppm (Tabel 1). Biomassa tumbuhan dan waktu detensi juga berpengaruh terhadap peningkatan kadar Pb pada akar tumbuhan *C. esculentus*. Peningkatan kadar Pb akar *C. esculentus* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dan berbeda nyata antar tiap kelompok perlakuan. Peningkatan kadar Pb akar tertinggi terdapat pada perlakuan biomassa 300 gram pada waktu detensi 14 hari dengan peningkatan Pb sebesar 0,79 ppm (Tabel 2).

Biomassa tumbuhan dan waktu detensi berpengaruh terhadap biomassa akhir tumbuhan *C. esculentus*, yang menunjukkan bahwa

tumbuhan *C. esculentus* mengalami pertumbuhan yaitu terjadi perubahan biomassa yang berbeda pada tiap perlakuan. Perubahan biomassa tumbuhan menunjukkan adanya perbedaan secara signifikan dan berbeda nyata antar tiap kelompok perlakuan biomassa namun pada perlakuan waktu detensi tidak berbeda nyata antara 7 dan 14 hari. Perubahan biomassa terbaik terdapat pada perlakuan biomassa 300 gram pada waktu detensi 7 hari dengan biomassa sebesar 304,25 gram (Tabel 3). Data faktor fisik lingkungan menunjukkan nilai pH dan suhu pada awal dan akhir perlakuan menunjukkan nilai yang berbeda, pH mengalami kenaikan pada hari ke 7 dan 14 sedangkan suhu mengalami penurunan pada hari ke 7 dan 14 (Tabel 4).

Tabel 1. Pengaruh biomassa tumbuhan *C. esculentus* (gram) dan waktu detensi (hari) terhadap Penurunan kadar Pb sedimen (ppm)

Waktu Detensi (hari)	Biomassa (gram)		
	0	150	300
7	0,67±0,028 ^{aA}	1,65±0,040 ^{cA}	1,84±0,044 ^{eA}
14	0,85±0,091 ^{bB}	1,75±0,031 ^{dB}	1,92±0,038 ^{fB}

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

Tabel 2. Pengaruh biomassa (gram) dan waktu detensi (hari) terhadap peningkatan kadar Pb akar tumbuhan *C. esculentus* (ppm)

Waktu Detensi (hari)	Biomassa (gram)		
	0	150	300
7	0±0,00 ^{aA}	0,50±0,084 ^{cA}	0,68±0,056 ^{eA}
14	0±0,00 ^{bB}	0,61±0,028 ^{dB}	0,79±0,048 ^{fB}

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

Tabel 3. Pengaruh biomassa dan waktu detensi terhadap perubahan biomassa tumbuhan *C. esculentus*

Waktu Detensi (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-angka yang diikuti notasi abjad yang tidak sama pada kolom dan baris menunjukkan hasil yang berbeda nyata menurut Uji Duncan's pada taraf signifikansi 0,05.

Tabel 4. Data faktor fisik kimia lingkungan

Perlakuan Biomassa (gram)	Rata-rata							Baku Mutu*)	
	pH			Suhu (°C)			pH		
	Awal	Akhir		Awal	Akhir				
		7 hari	14 hari		7 hari	14 hari			
0	7,2	7,4	7,4	33	31	30	6-9	Deviasi 3	
150	7,2	7,5	7,4	33	30	31			
300	7,2	7,5	7,4	33	31	30			

*Deviasi 3: ± 3°C dari suhu normal air alamiah

*Baku mutu pH dan suhu untuk perairan berdasarkan PP No.82 Tahun 2001

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian diketahui adanya pengaruh biomassa dan waktu detensi terhadap penurunan kadar Pb sedimen dan peningkatan kadar Pb akar tumbuhan *C. esculentus*. Nilai penurunan kadar Pb sedimen dan peningkatan kadar Pb akar tumbuhan terbesar terdapat pada perlakuan biomassa 300 gram dan pada waktu detensi 14 hari, dengan penurunan Pb sedimen 1,92 ppm dan peningkatan Pb akar sebesar 0,79 ppm. Semakin besar kadar Pb dalam media tanam akan menyebabkan semakin besar pula logam Pb yang diserap oleh tumbuhan. Adanya perbedaan konsentrasi Pb antara dua jenis media, yaitu media tanam sebagai tempat tumbuh dan media dalam jaringan tumbuhan akan menyebabkan terjadinya perpindahan atau transfer masa (Pb) secara difusi dan osmosis, dimana massa zat pada media dengan konsentrasi yang tinggi akan berpindah ke media dengan konsentrasi yang rendah.

Waktu detensi berpengaruh terhadap penurunan kadar Pb sedimen dan peningkatan Pb akar tumbuhan *C. esculentus*, semakin lama waktu detensi menunjukkan usia tumbuhan yang semakin bertambah dari hari ke hari yaitu pada hari ke 7 dan 14 (Tabel 1 dan 2). Penurunan kadar Pb pada sedimen dan penyerapan kadar Pb oleh akar tumbuhan *C. esculentus* disebabkan lama waktu kontak dengan logam, tersedianya logam, dan usia tumbuhan. Proses penyerapan logam oleh tumbuhan yang tua akan mengalami penurunan, karena jaringan tumbuhan yang ikut tua dan akumulasi tubuh tumbuhan telah mencapai kesetimbangan sehingga lama-kelamaan proses penyerapannya terhenti dan terjadilah pengguguran daun, sedangkan kebutuhan akan nutrisi pada tumbuhan yang masih muda lebih banyak sehingga pada proses penyerapan nutrisi yang terkandung pada tanah dan air yang tinggi secara tidak langsung disertai masuknya ion logam melalui akar (Palar, 1994).

Penelitian ini dilakukan pengukuran akumulasi logam oleh tumbuhan *C. esculentus* dalam akar dikarenakan dalam penelitian sebelumnya oleh Fitrah, dkk (2013) menunjukkan kandungan logam di akar secara garis besar lebih tinggi daripada bagian organ lainnya seperti daun dan batang. Setiap organ tumbuhan mempunyai kemampuan akumulasi yang berbeda-beda. Akumulasi logam pada akar cukup tinggi daripada organ lainnya, karena perakarannya yang sangat luas, sehingga mampu menyerap air dan logam berat lebih banyak. Fitter dan Hay (2001) menyebutkan ada beberapa mekanisme yang dilakukan tumbuhan dalam mengatasi

pengaruh dari toksik logam berat, yaitu dengan lokalisasi, ekskresi, dilusi dan inaktivasi.

Akar tumbuhan menyerap logam berat dalam bentuk ion-ion yang larut dalam air seperti unsur hara yang ikut masuk bersama dengan aliran air. Dengan adanya lingkungan yang banyak mengandung logam berat membuat protein regulator dalam tumbuhan tersebut mengadakan ekspresi gen dengan tujuan membentuk senyawa pengikat yang disebut fitokhelatin. Fitokhelatin adalah sesuatu peptida kecil yang kaya asam amino sistein yang mengadung sulfur (Salisbury dan Ross, 1995).

Walaupun habitatnya air dan sedimen yang mengandung kadar Pb diatas baku mutu dan akumulasi timbal dalam jaringannya telah melebihi Nilai Ambang Batas toksik, namun tidak berpengaruh negatif terhadap kelangsungan hidup *C. esculentus*. Tumbuhan *C. esculentus* yang digunakan dalam penelitian ini tidak menunjukkan tanda-tanda ketidaknormalan pertumbuhan, hanya saja terjadi pengguguran daun yang sudah mengering pada hari ke tujuh, namun tumbuhan masih mengalami penambahan biomassa tumbuhan, tinggi tumbuhan, panjang akar dan jumlah anakan yang menunjukkan tumbuhan *C. esculentus* masih mampu bertahan hidup dalam keadaan tercekam logam berat.

Faktor fisik kimia lingkungan berpengaruh terhadap kelangsungan hidup tumbuhan *C. esculentus* juga laju penyerapan Pb. Diantara suhu air dan pH, pH air sangat mempengaruhi proses biokimia dalam media tanam. Proses denitrifikasi, fotosintesis, pemecahan nitrogen organik dan reduksi sulfat mempengaruhi kenaikan pH (Jennie dan Winiati, 1993 dalam Fitrah, 2013). Semakin tinggi pH, kadar Pb semakin rendah (Tabel 4). Tingginya pH menunjukkan menurunnya kadar Pb dalam media, karena kenaikan pH dapat merubah kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan dengan partikel dalam air.

Kurniahahu (2009) menyebutkan bahwa semakin tinggi suhu, kadar logam berat dalam media semakin tinggi. Suhu akan mempengaruhi kemampuan tumbuhan dalam menyerap logam berat karena tumbuhan yang dimanfaatkan memerlukan suatu suhu yang optimum bagi proses pertumbuhannya agar dapat beradaptasi dengan lingkungan sekitar. Kenaikan suhu dapat menaikkan kecepatan difusi ion ke akar termasuk ion logam (Fitter dan Hay, 2001). Pada saat sebelum perlakuan, suhu media tanam relatif tinggi yaitu rata-rata 33°C. penyebabnya Pb dalam media tanam juga tinggi. Sebaliknya jika Pb

semakin rendah atau menurun maka suhu juga rendah. Pada saat setelah perlakuan suhu mengalami penurunan dengan rata-rata 30°C.

Berdasarkan hasil pengujian faktor fisik kimia yaitu pH dan suhu masih memenuhi baku mutu perairan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001, nilai pH masih berada pada kisaran 6-9 sedangkan suhu masih dalam kisaran normal.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh biomassa dan waktu detensi tumbuhan *C. esculentus* terhadap penurunan kadar Pb sedimen media tanam yang tercemar lumpur lapindo. Perlakuan untuk penurunan kadar Pb sedimen dan peningkatan kadar Pb akar tumbuhan tertinggi adalah pada perlakuan biomassa 300 gram pada waktu detensi 14 hari dengan penurunan Pb sedimen sebesar 1,92 ppm dan peningkatan Pb akar sebesar 0,79 ppm. Terdapat pengaruh biomassa dan waktu detensi terhadap pertumbuhan biomassa *C. esculentus* yaitu, dengan perubahan biomassa terbaik pada perlakuan biomassa 300 gram dengan waktu detensi 7 hari yaitu sebesar 304,25 gram.

DAFTAR PUSTAKA

- Aththorick TA, 2005. Kemiripan Komunitas Tumbuhan Bawah pada Beberapa Tipe Ekosistem Perkebunan di Kabupaten Labuhan Batu. *Komunikasi Penelitian*, 17(5): 42-48.
- Fitra A., Rahayu SR., Winarsih, 2013. Kemampuan Fitoremediasi *Typha latifolia* dalam Menurunkan Kadar Logam Kadmium (Cd) Tanah yang Tercemar Lumpur Lapindo di Porong Sidoarjo. *LenteraBio*. 2(3): 185-189.
- Fitter AH dan Hay RK, 2001. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Diterjemahkan oleh Sri Danayani dan Purbayantu. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Juniawan A, Barlah R, Bambang Ismuyanto, 2013. Karakteristik Lumpur Lapindo Dan Fluktuasi Logam Berat Pb Dan Cu Pada Sungai Porong Dan Aloo. *Sains dan Terapan Kimia*, 7(1): 50-59.
- Khoiroh Z, 2014. Bioremediasi Logam Berat Timbal (Pb) dalam Lumpur Lapindo Menggunakan Campuran Bakteri (*Pseudomonas pseudomallei* dan *Pseudomonas aeruginosa*). *Etheses UIN Malang*.
- Kurniahahu H, 2009. Keanekaragaman Plankton di Air Genangan Lumpur Sidoarjo Kecamatan Porong Kabupaten Sidoarjo. *Skripsi. Tidak dipublikasikan*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Palar H, 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Purnomo T, 2014. Lumpur Lapindo: Akibat, Dampak Lingkungan Dan Implikasinya Terhadap Biosafety Produk Perikanan Serta Prospek Rehabilitasinya. *Makalah Utama*. Disampaikan pada Seminar Nasional Biologi 2014.
- Salisbury FB dan Ross CW, 1995. *Fisiologi Tumbuhan* Jilid 2. Diterjemahkan oleh Diah R. Lukman dan Sumaryono. Bandung: ITB.
- Widyati E, 2011. Potensi Tumbuhan Bawah Sebagai Akumulator Logam Berat untuk Membantu Rehabilitasi Lahan Bekas Tambang. *Mitra Hutan Tanaman*, 6(2): 46-56.