

Kemampuan tumbuhan akuatik *Lemna minor* dan *Ceratophyllum demersum* sebagai fitoremediator logam berat timbal (Pb)

The ability of aquatic plants *Lemna minor* and *Ceratophyllum demersum* as lead heavy metal (Pb) phyto-remediator

RONY IRAWANTO^{1,*}, ANJAR ARIS MUNANDAR^{2,**}

¹UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Raya Surabaya-Malang Km. 65, Capang, Purwodadi, Pasuruan 67163, Jawa Timur. Tel.: +62-343-615033, *email: biory96@yahoo.com

²Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Jl. Veteran, Malang 65145, Jawa Timur. **email: anjaram33@gmail.com

Manuskrip diterima: 10 September 2017. Revisi disetujui: 30 Desember 2017.

Abstrak. Irawanto R, Munandar AA. 2017. Kemampuan tumbuhan akuatik *Lemna minor* dan *Ceratophyllum demersum* sebagai fitoremediator logam berat timbal (Pb). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 446-452. Pencemaran air yang diakibatkan oleh aktivitas manusia berdampak pada kerusakan lingkungan terutama pada lahan budidaya pertanian. Salah satu cara untuk mengatasi pencemaran lingkungan adalah dengan Fitoremediasi. Fitoremediasi dapat menggunakan tumbuhan akuatik. Salah satu jenis tumbuhan akuatik yang banyak ditemukan di perairan terbuka ataupun irigasi pertanian, dan dapat tumbuh berkembang secara cepat adalah *Lemna minor* (mata ikan) dan *Ceratophyllum demersum* (ganggang air). Selain itu, tumbuhan ini menurut beberapa penelitian memiliki kemampuan fitoremediasi dalam memperbaiki kualitas air yang tercemar limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tumbuhan akuatik *L. minor* dan *C. demersum* sebagai fitoremediator dalam mengakumulasi timbal (Pb) dalam air tercemar limbah logam berat. Penelitian fitoremediasi dilakukan selama bulan Maret s.d. Juni 2017 di Kebun Raya Purwodadi, LIPI, dengan analisa logam Pb menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) di Laboratorium Kimia, FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur. Tahapan penelitian terdiri atas penentuan RFT (*Range Finding Test*) dan percobaan pada tumbuhan akuatik menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan. Dalam RFT dengan konsentrasi logam Pb sebesar 5, 10, 15 dan 20 ppm. Diketahui *L. minor* dapat bertahan hidup hingga 20 ppm, sedangkan *C. demersum* hanya bertahan pada 5 ppm. Dari hasil RFT tersebut, maka konsentrasi Pb yang digunakan adalah 2 dan 5 ppm, agar kedua jenis tersebut dapat berperan sebagai fitoremediator. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tumbuhan akuatik efektif menurunkan kandungan logam berat Pb hingga 81,1 % pada *C. demersum* dan 75,5% pada *L. minor*.

Kata kunci: Fitoremediasi, timbal, *Lemna minor*, *Ceratophyllum demersum*

Abstract. Irawanto R, Munandar AA. 2017. Capability of minor aquatic plants *Lemna minor* and *Ceratophyllum demersum* as lead heavy metal phyto-remediator (Pb). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 446-452. Water pollution caused by human activities has an impact on environmental damage, especially on agricultural cultivation. One way to overcome environmental pollution is by phytoremediation. Phytoremediation can use aquatic plants. Some species of aquatic plants found in open water or agricultural irrigation, and can grow quickly is *Lemna minor* (mata ikan) and *Ceratophyllum demersum* (ganggang air). In addition, the plant is acting on several studies to have phytoremediation ability in improving the quality of contaminated water. This study aims to determine the ability of minor aquatic plants *L. minor* and *C. demersum* as phyto-remediator in accumulating lead (Pb) in water contaminated heavy metal waste. Phytoremediation research was conducted during March to June 2017 at Purwodadi Botanical Garden, LIPI, with Pb metal analysis using AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) in Chemistry Laboratory of FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang, East Java. The research stages consist of determination of RFT (*Range Finding Test*) and experiment on aquatic plants using RAL (*Complete Random Design*) with 6 treatments and 3 replications. In RFT with Pb metal concentrations of 5, 10, 15 and 20 ppm. *L. minor* is known to survive up to 20 ppm, while *C. demersum* only lasts at 5 ppm. From the results of the RFT, the concentration of Pb used is 2 and 5 ppm, so that both types can act as phyto-remediator. The results of this study showed that aquatic plants effectively decreased the heavy metal content of Pb up to 81.1% in *C. demersum* and 75.5% in *L. minor*.

Keywords: Phytoremediation, lead, *Lemna minor*, *Ceratophyllum demersum*

PENDAHULUAN

Semakin bertambahnya aktivitas manusia di berbagai sektor kehidupan, seringkali diiringi oleh peningkatan jumlah limbah bahan pencemar yang masuk ke media lingkungan. Menurut Adack (2013), rusaknya lingkungan

akibat limbah industri yang berdampak buruk terhadap kehidupan ekosistem yang berada di perairan dan juga mengancam kesehatan manusia. Selain itu, air yang sudah tercemar dan dimanfaatkan oleh manusia untuk irigasi pertanian berdampak pada kualitas dan kuantitas hasil pertanian itu sendiri. Dampak pencemaran lingkungan,

secara langsung ataupun tidak langsung akan sangat mempengaruhi kesehatan tubuh manusia. Oleh karena itu apabila limbah/pencemar tersebut tidak dikelola secara baik akan menimbulkan gangguan terhadap lingkungan, membahayakan bagi kesehatan dan kehidupan, baik manusia dan organisme yang ada didalamnya.

Salah satu sumber pencemaran adalah timbunan TPA, yang menghasilkan limbah cair yang mengandung senyawa logam berat. Menurut Widyasari et al. (2013) kadar Pb rata-rata pada sampel tanah di TPA Pakusari, Kabupaten Jember yaitu 7,174 ppm, dan rata-rata kadar Pb pada air sumur monitoring yaitu 0,152 ppm. Pb merupakan salah satu logam berat berbahaya bagi lingkungan dan makhluk hidup. Kadar Pb pada air sumur monitoring melebihi Permen kesehatan No. 492 tahun 2010 untuk air bersih dan air minum yaitu sebesar 0,01 ppm dimana air tersebut masih digunakan oleh masyarakat untuk aktifitas sehari-hari, dan di sebelah TPA Pakusari terdapat daerah pertanian. Adanya pencemaran tersebut sangat berbahaya karena berdampak pada kesehatan masyarakat. Menurut Gusnita (2012) efek yang ditimbulkan oleh Pb pada manusia berupa kemunduran IQ. Selain itu, Pb juga berbahaya karena mengakibatkan perubahan bentuk dan ukuran sel darah merah.

Sesuai Permen Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 bahwa Pb (timbal) pada limbah industri memiliki ambang batas 1 ppm, dan Permen Kesehatan No 492 Tahun 2010 sebesar 0,01 ppm. Kandungan Pb dalam tubuh manusia berdampak serius dan dapat merusak fungsi organ. Kandungan logam berat Pb pada tanah dan air dapat dikurangi dan dinetralisir dengan cara fitoremediasi. Teknik fitoremediasi dipilih sebagai upaya untuk memulihkan kualitas lingkungan yang tercemar dengan teknologi alami yang praktis, ekonomis, dan ramah lingkungan. Fitoremediasi merupakan bagian dari konsep teknologi alami yang memusatkan peran tumbuhan sebagai solusi penyelesaian permasalahan lingkungan, atau dikenal dengan istilah Fitoteknologi. Fitoremediasi umumnya menggunakan tumbuhan akuatik dalam lahan basah buatan sebagai pengolahan perairan dari pencemaran limbah cair. Tumbuhan akuatik memiliki berbagai macam manfaat di alam. Namun kebanyakan orang masih belum menyadari peranannya.

Berdasarkan Irawanto (2010) menyebutkan bahwa tumbuhan akuatik dapat berperan sebagai pengelola polutan / limbah cair. Menurut Lestari (2013), menyatakan bahwa tumbuhan akuatik secara umum memiliki kemampuan menetralkan komponen tertentu sehingga sangat bermanfaat dalam proses pengolahan limbah cair. Salah satu contoh tumbuhan yang digunakan untuk fitoremediasi adalah *Lemna minor* dan *Ceratophyllum demersum*. Safarrida et al. (2015), menyatakan bahwa *L. minor* dapat bertahan pada hingga konsentrasi 4 ppm logam kromium dan cukup efektif dalam penyerapan. *L. minor* sangat cocok untuk pengujian toksisitas dan remediasi karena ukurannya yang kecil, pertumbuhan yang cepat, struktur internal sederhana, dan toleransi terhadap kondisi lingkungan seperti pH dan suhu (Kara et al. 2003). Begitu juga dengan Kastratović et al. (2014) menyatakan bahwa *C. demersum* dapat menyerap beberapa jenis logam

seperti Mn, Cd, Cr, Zn dan Cu. Sehingga dengan adanya tumbuhan akuatik maka pencemaran perairan dapat diatasi dan kualitas air mampu dipulihkan kembali. Keberadaan tumbuhan akuatik sebagai pengolah air limbah dalam tanaman taman secara estetika dapat memberikan kesan alami dan indah dipandang, meskipun berfungsi sebagai fitoremediasi (Kusumawardani dan Irawanto 2013). Sehingga tumbuhan akuatik dapat digunakan sebagai fitoremediasi atau agen fitoremediasi. Maka pengungkapan kemampuan keanekaragaman tumbuhan akuatik sebagai fitoremediasi sangat penting dalam upaya konservasi tumbuhan akuatik.

Kebun Raya Purwodadi merupakan salah satu lembaga konservasi tumbuhan ex-situ di Indonesia, tidak diragukan lagi merupakan pilar penyelamatan jenis-jenis tumbuhan dari kepunahan. Kebun Raya Purwodadi tidak semata tempat konservasi tumbuhan, namun juga sebagai objek pendidikan lingkungan. Tumbuhan yang sudah ditanam dan menjadi koleksi akan dikelola, didata dan dimanfaatkan untuk tujuan konservasi, penelitian, pendidikan dan pariwisata. Saat ini Kebun Raya Purwodadi memiliki koleksi tumbuhan sejumlah 11.748 spesimen, 1.925 jenis, 928 marga dan 175 suku (Lestari et al 2012), salah satu koleksi yang menarik adalah koleksi tumbuhan akuatik. Namun koleksi tumbuhan akuatik yang ada di Kebun Raya Purwodadi belum sepenuhnya diketahui kemampuannya dalam fitoremediasi.

Oleh karena itu upaya menggali potensi tumbuhan akuatik menarik untuk dilakukan, bahkan sejalan dengan tujuan konservasi di kebun raya. Penelitian ini merupakan penelitian dasar yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan tumbuhan akuatik mata ikan (*Lemna minor*) dan ganggang air (*Ceratophyllum demersum*) sebagai fitoremediasi dalam mengakumulasi air tercemar limbah logam berat timbal (Pb). Dimana hasilnya dapat digunakan sebagai upaya dalam mengurangi pencemaran pada air irigasi tanaman budidaya pertanian. Informasi ini diharapkan akan mampu digunakan sebagai acuan penelitian selanjutnya serta menambah khasanah ilmu pengetahuan mengenai potensi keanekaragaman tumbuhan akuatik maupun pengembangan konservasi tumbuhan akuatik.

BAHAN DAN METODE

Area kajian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret sampai Juli 2017, dengan eksperimen pada rumah kaca Kebun Raya Purwodadi LIPI, Jawa Timur dan analisis kimia di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: tumbuhan akuatik *L. minor* dan *C. demersum* (Gambar 2) yang diperoleh dari Kolam Tumbuhan Akuatik di Kebun Raya Purwodadi, Pasuruan, Jawa Timur (Gambar 1), diperlukan pula air, larutan Pb, aquades, serta bahan kimia dalam analisis laboratorium seperti HCl, H₂SO₄ dan HNO₃ pekat. Pengukuran logam berat timbal (Pb) menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*).

Procedures

Penelitian ini terdiri dari 2 tahap yaitu tahap pertama adalah percobaan RFT (Range Finding Test) dan tahap kedua adalah Fitoremediasi air tercemar Pb dengan menggunakan tumbuhan akuatik *L. minor* dan *C.*

demersum. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan 6 perlakuan dan 3 kali ulangan. Sehingga terdapat 18 satuan percobaan, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta lokasi kolam tumbuhan akuatik di Kebun Raya Purwodadi, Pasuruan, Jawa Timur



A



B

Gambar 2. Bentuk habitus tumbuhan akuatik. A. *Lemna minor*, B. *Ceratophyllum demersum*

Table 1. Rancangan percobaan dengan kode perlakuannya

Kode percobaan	Perlakuan tumbuhan	Konsentrasi logam berat timbal (Pb)
A1	<i>Lemna minor</i>	2 ppm
A2	<i>Ceratophyllum demersum</i>	2 ppm
A3	<i>Lemna minor</i>	5 ppm
A4	<i>Ceratophyllum demersum</i>	5 ppm
A5	Tanpa tumbuhan akuatik (kontrol)	2 ppm
A6	Tanpa tumbuhan akuatik (kontrol)	5 ppm

Keterangan: ppm (part per milion) atau mg/L.

Tumbuhan akuatik yang berwarna hijau dan dalam keadaan segar diambil dari kolam taman akuatik Kebun Raya Purwodadi, LIPI. Kemudian diaklimatisasi pada media air selama 2 minggu agar beradaptasi dan mampu meregenerasi. RFT dilakukan untuk menentukan konsentrasi berapa tumbuhan mampu hidup dan tidak terjadi kerusakan yang fatal pada organ tumbuhan tersebut. RFT dilakukan secara duplo selama seminggu pada beberapa konsentrasi pencemar Pb yaitu: 5, 10, 15, dan 20 ppm. Pembuatan larutan pencemar logam berat timbal (Pb) dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA-UB menggunakan senyawa $Pb(NO_3)_2$. RFT pada tumbuhan akuatik menggunakan wadah botol plastik yang berisi 500 ml larutan dengan berat tumbuhan 10 gr.

Hasil RFT yang telah dilakukan diambil dua konsentrasi untuk percobaan fitoremediasi. Tahap fitoremediasi ini menggunakan 3 kali ulangan. Tahap ini menggunakan wadah plastik kapasitas 5 Liter dengan tumbuhan seberat 75 gram untuk tiap satuan percobaan. Perlakuan Fitoremediasi selama 14 hari dengan pengamatan berupa perubahan morfologi tumbuhan seperti warna daun. Pada tahap akhir percobaan dilakukan penimbangan biomassa tumbuhan berupa berat basah dan berat kering.

Analisis data

Pengukuran logam berat timbal (Pb) pada air dengan mengambil sampel sebanyak 50 mL dan sampel tumbuhan akuatik sebanyak 5 gram berat kering. Sampel air maupun tumbuhan akuatik diuji menggunakan AAS. Data-data yang telah diperoleh dari hasil penelitian kemudian dianalisa dengan menggunakan analisis sidik ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf kesalahan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam hasil dan pembahasan ini akan diuraikan mengenai deskripsi tumbuhan akuatik yang digunakan, hasil percobaan awal berupa RFT dan penelitian utama fitoremediasi air tercemar logam Pb.

Deskripsi tumbuhan akuatik Kebun Raya Purwodadi

Kebun Raya Purwodadi memiliki areal seluas 845.148 m² yang terbagi menjadi 25 vak dan dua wilayah, masing-masing wilayah dibagi menjadi tiga lingkungan (Sugiarto

2001). Dalam satu vak tanaman bisa terdiri dari beberapa famili, namun satu famili juga bisa menempati beberapa vak. Hal ini tergantung dari jumlah individu dalam satu famili tersebut. Pengaturan penanaman dalam vak didasarkan atas kekerabatan famili (Laksono 2008). Sedangkan koleksi tumbuhan akuatik, tersebar pada 9 kolam penampungan air yang berasal dari air drainase di Kebun Raya Purwodadi dengan 5 titik inlet dan 5 titik outlet. Kolam yang memiliki koleksi tumbuhan akuatik dominan ada pada 4 lokasi, yaitu: kolam Vak I.D., kolam Vak III.B., kolam Vak XIV.G. dan kolam Vak XII.G, seperti dapat dilihat pada Gambar 1.

Secara umum tumbuhan akuatik dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori: (i) Mengapung (*floating*) dimana seluruh bagian tumbuhan atau sebagian (daun) mengapung pada permukaan air, (ii) Muncul (*emerged*) dimana tumbuhan muncul di atas permukaan air namun akarnya berada dalam sedimen, dan (iii) Tenggelam (*submerged*) dimana seluruh tumbuhan berada di dalam air (Tanaka et al 2011). Menurut Irawanto (2009) terdapat 34 jenis tumbuhan akuatik yang ditemukan di Kebun Raya Purwodadi dan berpotensi sebagai tanaman hias, sumber pangan, obat dan kerajinan. Seiring waktu terjadi perubahan koleksi tumbuhan akuatik menjadi 15 jenis (Irawanto 2013). Berdasarkan observasi yang telah dilakukan selama 2016, terdapat 20 jenis tumbuhan akuatik, dimana beberapa jenis mampu beradaptasi dan menurut literatur berpotensi dalam fitoremediasi (Baroroh dan Irawanto 2016). Bentuk tumbuhan akuatik dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

Tumbuhan akuatik *Lemna minor*

Tumbuhan *L. minor* adalah tumbuhan akuatik kecil yang ditemukan tumbuh mengapung diatas air dengan tingkat penyebaran yang sangat luas diseluruh dunia. Jenis ini memiliki nama daerah mata ikan. Tumbuhan ini dikenal sebagai gulma di perairan yang cenderung sulit untuk dikendalikan, meskipun demikian tanaman ini memiliki kandungan nutrisi yang tinggi. Selain itu, tanaman ini memiliki kemampuan fitoremediasi yang efektif dalam memperbaiki kualitas air yang tercemar limbah. *L. minor* efektif dalam meremediasi logam berat Cd, Hg, Zn, Mn, Pb and Ag dari limbah industri (Ugya 2015). Penelitian yang dilakukan oleh Safarrida (2015), menyatakan bahwa *L. minor* dapat bertahan pada hingga konsentrasi 4 ppm logam kromium (Cr) dan cukup efektif dalam penyerapan. Selain Cr, *L. minor* juga mampu meremediasi logam tembaga (Cu) atau logam berat lainnya. *L. minor* sangat cocok untuk pengujian toksisitas dan remediasi karena ukurannya yang kecil, pertumbuhan yang cepat, struktur internal sederhana, dan toleran pada kondisi lingkungan seperti pH dan suhu (Kara 2003).

Tumbuhan akuatik *Ceratophyllum demersum*

Ceratophyllum demersum adalah tumbuhan akuatik yang dapat ditemukan dengan mudah. Jenis ini telah menyebar ke seluruh dunia melalui perdagangan tanaman hias akuarium, dan dianggap sebagai gulma dari saluran air, karena kemampuannya untuk menyebar dengan cepat, tumbuh di berbagai habitat perairan, dan pada kedalaman

lebih dalam dari beberapa spesies gulma lainnya (GISD 2016). Jenis ini disebut ganggang air atau lebih populer dengan julukan *coontail* karena bentuknya yang menyerupai ekor rakun. Di alam bebas jenis ini tumbuh mengapung di air yang mengalir dengan lambat. Tumbuhan ini memiliki panjang batang 1-3 m, dengan berbagai sisi tunas. Pada setiap sisinya memiliki 2-8 segmen dengan panjang daun antara 8-40 mm. *C. demersum* diketahui memiliki kemampuan dalam menyerap toksik pada air dan tanah sehingga beberapa kali dimanfaatkan dalam membersihkan lingkungan yang tercemar. Menurut Kastratović et al. (2014), *C. demersum* dapat menyerap beberapa jenis logam seperti Mn, Cd, Cr, Zn dan Cu.

Range Finding Test (RFT)

Hasil RFT menunjukkan bahwa *L. minor* mampu tumbuh dengan baik pada konsentrasi logam Pb sebesar 5, 10, 15 dan 20 ppm. Jenis ini tidak menunjukkan perubahan morfologi dan dapat tumbuh dengan baik sampai dengan konsentrasi logam Pb 20 ppm. Sedangkan hasil RFT pada tumbuhan *C. demersum* dapat dilihat pada Tabel 3. Jenis ini hanya mampu tumbuh pada konsentrasi 5 ppm dengan kerusakan sebesar 20%, pada konsentrasi 10 ppm mengalami kerusakan 60%, dan pada konsentrasi di atasnya menunjukkan perubahan morfologi berupa tumbuhan menguning, bagian tumbuhannya putus dan mati. Sehingga dilakukan RFT tahap II dengan nilai konsentrasi logam Pb yang lebih rendah dari 5 ppm yaitu: 1, 2, 3 dan 4 ppm.

Berdasarkan hasil RFT pada tumbuhan *L. minor* dan *C. demersum*, maka digunakan konsentrasi logam berat timbal (Pb) dalam penelitian fitoremediasi adalah konsentrasi rendah sebesar 2 ppm dan konsentrasi tinggi yaitu 5 ppm karena pada konsentrasi tersebut kedua jenis mampu tumbuh dengan baik.

Fitoremediasi air tercemar pb oleh tumbuhan akuatik

Sebelum penelitian fitoremediasi dilaksanakan, terlebih dahulu dilakukan analisis awal pada air dan tumbuhan akuatik yang digunakan. Analisis awal menunjukkan nilai Pb pada air sebesar 0,00 ppm dan kandungan Pb dalam tumbuhan *L. minor* sebesar 0,02 ppm dan tumbuhan *C. demersum* sebesar 0,01 ppm. Nilai kandungan Pb tersebut dikategorikan rendah berdasarkan kriteria Balai Penelitian Tanah (2009). Hasil analisis logam Pb setelah fitoremediasi pada perlakuan air dan tumbuhan akautik, disajikan dalam Tabel 2.

Table 2. Konsentrasi Pb dalam air dan akumulasi Pb dalam tumbuhan akuatik

Kode Percobaan	Konsentrasi Pb di air				Akumulasi Pb di tumbuhan				Total Pb
	U1	U2	U3	Rerata	U1	U2	U3	Rerata	
A1	0,508	0,479	0,489	0,492	0,612	0,685	0,653	0,650	1,14
A2	1,205	1,380	1,090	1,225	1,900	1,608	2,045	1,851	3,08
A3	0,432	0,415	0,485	0,444	0,535	0,693	0,657	0,628	1,07
A4	0,945	1,060	0,828	0,944	1,605	1,458	1,750	1,604	2,55
A5	1,520	1,600	1,560	1,560	-	-	-	-	1,56
A6	4,440	4,270	4,220	4,310	-	-	-	-	4,31

Keterangan: T= tumbuhan; K= konsentrase; U= ulangan

Berdasarkan uji ANOVA, maka nilai rerata pada Tabel 2. Perlakuan A1 dan A3 berbeda dengan A2 dan A4, seperti dalam Tabel 3. Dimana huruf yang sama yang mendampingi angka pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan akumulasi Pb tumbuhan *L. minor* pada konsentrasi 2 ppm dan 5 ppm tidak berbeda, sedangkan pada *C. demersum* antara konsentrasi 2 ppm dan 5 ppm menunjukkan perbedaan. Sehingga *L. minor* mampu pada konsentrasi rendah ataupun tinggi dan *C. demersum* mengakumulasi lebih baik pada konsentrasi rendah.

Apabila diperhatikan prosentase penurunan logam Pb dalam media air diketahui perlakuan A4 mengalami penurunan paling tinggi sebesar 81,1%. Persentase ini didapat dengan membagi nilai akhir Pb dalam air dengan nilai Pb awal perlakuan yaitu 2 ppm dan 5 ppm, dimana hasil tersebut dikurangkan dengan 100% sehingga diketahui jumlah persentase penurunan logam Pb.

Nilai yang terdapat pada air setelah fitoremediasi dikategorikan dibawah batas minimum logam Pb yaitu 1 ppm untuk perlakuan A1, A3 dan A4 dengan nilai berurutan 0,49 ppm, 0,44 ppm, dan 0,94 ppm. Adanya fitoremediasi terbukti efektif dalam menurunkan kandungan konsentrasi logam berat Pb pada air. Perlakuan A2, A5 dan A6 memiliki nilai yang masih diatas ambang batas minimum yaitu berurutan 1,22 ppm, 1,56 ppm dan 4,31 ppm. Hal ini dikarenakan pada perlakuan A5 dan A6 merupakan perlakuan tanpa adanya kegiatan fitoremediasi (kontrol). Sementara perlakuan A2 sudah mengalami penurunan hingga 75,5% dari nilai awal 5 ppm namun masih berada diatas ambang batas minimum.

Table 3. Hasil analisis kandungan Pb dalam media air dan tumbuhan akuatik

Kode percobaan	Pb dalam media air	Peurunan pb dalam air	Pb dalam tumbuhan akuatik
A1	0,49 ^a	75,4	0,65 ^b
A2	1,22 ^c	75,5	1,85 ^d
A3	0,44 ^a	77,8	0,60 ^b
A4	0,94 ^b	81,2	1,60 ^c
A5	1,56 ^d	22,0	0,00 ^a
A6	4,31 ^e	13,8	0,00 ^a

Keterangan: huruf yang mendampingi angka pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata

Table 4. Berat basah dan berat kering pada tumbuhan akuatik

Kode percobaan	Berat basah				Berat kering			
	U1	U2	U3	Rerata	U1	U2	U3	Rerata
A1	87,000	76,000	86,000	83,000 ^b	3,800	4,200	4,000	4,000 ^c
A2	79,000	82,000	84,000	81,667 ^b	3,700	4,300	5,100	4,367 ^c
A3	84,000	76,000	78,000	79,333 ^b	2,600	2,500	2,500	2,533 ^b
A4	81,000	78,000	83,000	80,667 ^b	2,600	2,500	3,000	2,700 ^b
A5	0,000	0,000	0,000	0,000 ^a	0,000	0,000	0,000	0,000 ^a
A6	0,000	0,000	0,000	0,000 ^a	0,000	0,000	0,000	0,000 ^a

Keterangan: T= tumbuhan; K= konsentrasi; U= ulangan

Hasil analisa menunjukkan bahwa *L. minor* dan *C. demersum* mampu menyerap dan mengakumulasi logam berat Pb dalam tajuk. Perlakuan A2 dan A4 mengakumulasi logam Pb di tajuk paling tinggi dengan nilai 1,85 ppm dan 1,60 ppm. Hal ini dikarenakan perlakuan fitoremediasi menggunakan konsentrasi Pb tinggi (5 ppm). Sedangkan perlakuan A1 dan A3 mengalami penurunan paling rendah dengan nilai 0,65 ppm dan 0,60 ppm, karena perlakuan tersebut menggunakan konsentrasi Pb rendah (2 ppm). Tingginya konsentrasi pada air mempengaruhi jumlah penyerapan oleh tumbuhan akuatik. Menurut Indrasti et al. (2006), faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan logam berat salah satunya adalah konsentrasi logam berat, semakin tinggi konsentrasi logam tersebut, maka akan semakin banyak logam yang dapat diserap tumbuhan.

Berat basah dan berat kering tanaman air

Nilai berat basah *L. minor* dan *C. demersum* mengalami peningkatan dari berat basah awal tanaman air sebelum perlakuan yaitu 75 g. Nilai tertinggi berat basah dan berat kering pada *L. minor* terjadi pada perlakuan A1 dengan nilai berat basah 83 g dan berat kering 4 g. Berdasarkan uji statistik keragaman, adanya perlakuan yang dilakukan terhadap tumbuhan menunjukkan berpengaruh nyata terhadap biomassa, seperti dapat dilihat pada Tabel 4. Sedangkan nilai konsentrasi pencemar logam mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan akuatik. Menurut Hidayat (2008), tumbuhan yang mengalami pencemaran dengan nilai konsentrasi lebih rendah akan memiliki laju fotosintesis yang lebih baik dan menghasilkan sejumlah besar karbohidrat sehingga mengakibatkan berat jenis daun meningkat dan berbanding lurus dengan berat keringnya.

KESIMPULAN

Dalam RFT dengan konsentrasi logam Pb sebesar 5, 10, 15 dan 20 ppm. Diketahui *L. minor* dapat bertahan hidup 100% hingga 20 ppm, sedangkan *C. demersum* hanya bertahan 80% pada 5 ppm. Dari hasil RFT tersebut, maka konsentrasi Pb yang digunakan adalah 2 dan 5 ppm, agar kedua jenis tersebut dapat berperan sebagai fitoremediator. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tumbuhan akuatik efektif menurunkan kandungan logam berat timbal (Pb) pada *C. demersum* hingga 81,1% dan *L. minor* hingga

75,5%. Dimana pada perlakuan A1, perlakuan A3 dan perlakuan A4 memiliki nilai 0,492 ppm, 0,444 ppm, dan 0,944 ppm, yang menunjukkan masih dibawah 1 ppm sebagai batas baku mutu air limbah logam berat timbal (Pb). Untuk perlakuan A2, perlakuan A5 dan perlakuan A6 memiliki nilai di atas ambang batas yaitu berurutan 1,225 ppm, 1,56 ppm dan 4,31 ppm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia atas kesempatannya, juga kepada mahasiswa sepenelitian (Fatimah, Lia dan Sari) dan tenaga teknis (Mas Pur dan Mas Ngaderi) atas bantuannya dalam penelitian. Tak lupa pula pada skema In-Garden Riset KRP-LIPI, Purwodadi, Jawa Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Adack J. 2013. Dampak Pencemaran Limbah Pabrik Tahu Terhadap Lingkungan Hidup. *Jurnal Lex Administratum Universitas Sam Ratulangi* 1 (3): 78-87.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Baroroh F, Rony I. 2016. Seleksi Tumbuhan Akuatik Berpotensi Dalam Fitoremediasi Air Limbah Domestik di Kebun Raya Purwodadi. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*. Universitas Negeri Malang, Malang.
- GISD. 2016. *Ceratophyllum demersum*. Global Invasive Species Database. <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=281> [29 Maret 2017]
- Gusnita D. 2012. Pencemaran logam berat timbal (Pb) di udara dan upaya penghapusan bensin bertimbal. *Jurnal Berita Dirgantara* 13(3): 93-101.
- Hidayat N. 2008. Pertumbuhan dan produksi kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) varietas lokal madura pada berbagai jarak tanam dan dosis pupuk fosfor. *Jurnal Agrogivor*. 1 (1): 55-64.
- Indrasti NS., Bahaudin, Suprihatin, Aida N. 2006. Penyerapan logam Pb dan Cd oleh eceng gondok: pengaruh konsentrasi logam dan lama waktu kontak. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 16 (1): 44-50.
- Irawanto R. 2009. Inventarisasi Koleksi Tanaman Air Berpotensi WWG di Kebun Raya Purwodadi. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Lingkungan IV-ITS Surabaya*.
- Irawanto R. 2010. Fitoremediasi Lingkungan Dalam Taman Bali. UPT. Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi, LIPI. *Jurnal Lokal Wisdom* 2 (4): 29-35.
- Irawanto R. 2013. Pemetaan Hidrofit dan Potensi Fitoremediator Koleksi Kebun Raya Purwodadi. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah-ITS*. Surabaya.

- Kara Y, Basaran D, Kara I, Zeytunluoglu A, Genci H. 2003. Bioaccumulation Of Nickel By Aquatic Macrophyta *Lemna minor* (Duckweed). Intl J Agric Biol 5(3): 281-283.
- Kastratović V, Krivokapic S, Bigovic M, Durovic D, Blagojevic N. 2014. Bioaccumulation and translocation of heavy metal by *Ceratophyllum demersum* from the Skadar Lake, Montenegro. J Serbian Chem Soc 79 (11): 1445-1460.
- Kusumawardani Y, Irawanto R. 2013. Study of Plants Selection in Wastewater Garden for Domestic Wastewater Treatment. Prosiding International Conference of Basic Science-Universitas Brawijaya.
- Laksono RA. 2008. Analisis Spasial Kerapatan Koleksi di Kebun Raya Purwodadi. Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas II Biologi Universitas Airlangga. Surabaya.
- Lestari W. 2013. Penggunaan *Ipomoea aquatica* untuk fitoremediasi limbah rumah tangga. Prosiding Seminar SEMIRATA FMIPA Universitas Lampung 1(1): 441-446
- Lestari W, Matrani, Sulasmi, Trimanto, Fauziah, Fiqo AP. 2012. An Alphabetical List of Plant Species Cultivated in Purwodadi Botanic Garden. Purwodadi Botanic Garden. Pasuruan.
- Safarrida A, Ngadiman, Jaka. 2015. Fitoremediasi kandungan kromium pada limbah cair menggunakan tanaman air. Jurnal Bioteknologi dan Biosains 2 (2): 55-59.
- Soegiarto KA. 2001. Kebun Raya Purwodadi: 30 Januari 1941-30 Januari 2001. Kebun Raya Purwodadi. Pasuruan.
- Tanaka N, Ng WJ, Jinadasa KBSN. 2011. Wetlands For Tropical Applications: Wastewater Treatment by Constructed Wetlands. Imperial College Press. London.
- Ugya A. 2015. The efficiency of *Lemna minor* in the phytoremediation of romi stream: a case study of kaduna refinery and petrochemical company polluted stream. J Appl Biol Biotechnol 3 (1): 11-14
- Widyasari N, Moelyaningrum, Pujiati. 2013. Analisis Potensi Pencemaran Timbal (Pb) pada Tanah, Air Lindi dan Air Tanah (Sumur Monitoring) di TPA Pakusari Kabupaten Jember. Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa 2013. Universitas Jember, Jember.