

FITOREMEDIASI TIMBAL (Pb) PADA AIR TERCEMAR MENGGUNAKAN TUMBUHAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) DAN APU-APU (*Pistia stratiotes*)

*Phytoremediation of Lead (Pb) in contaminated water use water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and water lettuce (*Pistia stratiotes*)*

Hidrawati, Netty Syam, dan Nurul Ayu

Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

Email: hidrawati.hidrawati@umi.ac.id netty.said@umi.ac.id

ABSTRACT

The research aims to identify symptoms and analyze the effectiveness of phytoremediation of water hyacinth and water lettuce in lead-contaminated water. This research was conducted at Moncongloe Lappara Village, Maros District. Testing of water samples at the Laboratory of Soil, Plants, Fertilizer and Water Research Institute for Agricultural Technology, Maros. Plant samples tested at the Laboratory of Feed Chemistry, Hasanuddin University, Makassar, South Sulawesi. The study took place in July - August 2020. The research was an experimental study using a Randomized Block Design (RBD), which consisted of 2 experiments that used two types of aquatic plants: water hyacinth and water lettuce. The two plants were tested in artificial wastewater at concentrations of 0.43 ppm, 2.43 ppm, 4.43 ppm, and 6.43 ppm, followed by an analysis of water and plant samples in the laboratory. The observed parameters, namely plant morphology, heavy metal levels of lead (Pb), and phytoremediation effectiveness values. The results of the research show that aquatic plants, water hyacinths, and water lettuce can remediate water contaminated with lead (Pb). Even though the water hyacinth and water lettuce experienced symptoms of toxicity in the form of chlorosis and necrosis, these two plants were able to survive growth up to 15 days after planting. The phytoremediation ability of water hyacinth plants can reach an effectiveness of 82.27% with a reduction in metals in water that can reach 5.29 ppm. The phytoremediation ability of water lettuce plants can reach an effectiveness of 42.61% with a reduction in metals in water that can reach 2.74 ppm.

Keywords: Phytoremediation; water Pollution; Lead (Pb); water hyacinth; water lettuce

PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan khususnya pencemaran air di kota besar di Indonesia, telah menunjukkan masalah yang cukup serius. Peningkatan pembangunan termasuk industri tidak hanya mampu menyerap tenaga kerja, namun turut pula menyebabkan dampak negatif apabila tidak dikelola secara benar. Salah satu contohnya adalah kegiatan industri yang membuang limbahnya ke sungai/badan air yang digunakan sebagai sumber air irigasi. Walaupun pelaku industri tersebut menyatakan telah melakukan proses pengolahan limbah melalui Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), namun masih saja terdapat sejumlah senyawa beracun yang ikut terbawa pada aliran sungai. Limbah yang dibuang ke badan air dan menjadi sumber air irigasi bagi

lahan pertanian yang masih produktif menimbulkan dampak yang tidak saja merugikan bagi keberlangsungan usaha tani pada lahan tersebut akan tetapi dapat berakibat pada kerusakan ekosistem (Adji dan Sri, 2008).

Contoh studi kasus yang terjadi di TPA Antang, Makassar, menurut Faisal Gunawan (2017) diperoleh kadar logam timbal (Pb) sebesar 1,572 ppm pada air sumur gali dengan radius 1 km dari lokasi TPA. Timbal merupakan salah satu logam berat berbahaya bagi lingkungan dan makhluk hidup, dapat dilihat bahwa nilai pada air sumur gali melewati baku mutu, berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan yang belum memiliki baku mutu air limbah yang ditetapkan

untuk logam berat timbal (Pb) sebesar 0,1 mg/L dan pada air sumur monitoring melebihi Permen kesehatan No.492 tahun 2010 untuk air bersih dan air minum yaitu sebesar 0,01ppm dimana air tersebut masih digunakan masyarakat untuk aktifitas sehari-hari dan masih terdapat daerah pertanian yang cukup dekat dengan wilayah tersebut.

Air merupakan masalah yang perlu mendapat perhatian yang seksama dan cermat, karena air sudah banyak tercemar antara lain oleh logam berat yang berasal dari bermacam-macam limbah dari hasil kegiatan manusia, baik limbah dari kegiatan rumah tangga, limbah dari kegiatan industri dan kegiatan-kegiatan lainnya. Menurut Baskoro (2008), penggunaan air tercemar logam berat untuk pertanian dapat terkontaminasinya tanaman oleh logam berat yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman dan kesehatan manusia yang mengkonsumsi hasilnya.

Logam berat menjadi bahaya disebabkan system bioakumulasi yaitu peningkatan konsentrasi zat kimia dalam tubuh makhluk hidup dalam waktu ke waktu, dibandingkan dengan konsentrasi zat kimia yang terdapat di lingkungan. Keracunan akut dapat terjadi jika timbel masuk ke dalam tubuh seseorang lewat makanan atau menghirup uap timbel dalam waktu yang relatif pendek dengan kadar yang relatif tinggi. Gejala yang timbul berupa mual, muntah, sakit perut hebat, kelainan fungsi otak, tekanan darah naik, anemia berat, keguguran, penurunan fertilitas pada laki-laki, gangguan sistim saraf, kerusakan ginjal, bahkan kematian dapat terjadi dalam waktu 1-2 hari. Keracunan timbal pada anak-anak dapat mengurangi kecerdasan. Bila dalam darah mereka ditemukan kadar timbal tiga kali batas normal (asupan normal sekitar 0,3 miligram per hari) menyebabkan penurunan kecerdasan intelektual (IQ) di bawah 80. Kelainan fungsi otak terjadi

karena timbal secara kompetitif menggantikan peranan mineral-mineral utama seperti seng, tembaga, dan besi dalam mengatur fungsi sistem syaraf pusat (Agustina, 2014).

Maka perlu adanya tindakan untuk mengurangi konsentrasi logam berat terhadap badan air yang sudah terkontaminasi agar tidak menimbulkan dampak buruk pada biota perairan dan ekosistem sekitarnya serta menimbulkan dampak kesehatan pada manusia. Salah satu upaya mengurangi konsentrasi bahan pencemar yang masuk ke dalam air ialah melakukan pengolahan limbah pra pembuangan dengan memanfaatkan lingkungan dan proses alami upaya remediasi air tercemar saat ini yang banyak dilakukan adalah fitoremediasi.

Fitoremediasi adalah penggunaan tanaman termasuk bagian-bagiannya untuk dekontaminasi limbah dan masalah pencemaran lingkungan baik secara eksitu maupun insitu pada daerah yang terkontaminasi limbah. Salah satu agen biologis yang memiliki potensi sebagai bioremediator adalah tumbuhan air. Kemampuan tumbuhan air telah banyak diuji dalam menetralisasi komponen-komponen tertentu di dalam perairan dan sangat bermanfaat dalam proses pengolahan limbah cair. Kemampuan tumbuhan air dalam menyerap logam berat sangat bervariasi. Hanya tumbuhan tertentu yang diketahui dapat mengakumulasi unsur logam tertentu dalam konsentrasi yang cukup tinggi. Karakteristik tumbuhan hiperakumulator adalah tahan terhadap unsur logam dalam konsentrasi tinggi pada jaringan akar dan tajuk, tingkat laju penyerapan unsur dari tanah yang tinggi dibanding tanaman lain dan memiliki kemampuan mentranslokasi dan mengakumulasi unsur logam dari akar ke tajuk dengan laju yang tinggi (Hidayati 2005).

Penelitian tentang penggunaan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan

apu-apu (*Pistia stratiotes*) dalam fitoremediasi sudah dilakukan oleh Suryati dan Budhi (2003) pada logam cadmium (Cd). Konsentrasi Cd awal 0,2 ppm dapat diremediasi menggunakan tanaman eceng gondok hingga 73,52% pada hari ke-3 dan 100% pada hari ke-6. Hal yang serupa pada tanaman apu-apu mampu menurunkan konsentrasi Cd hingga 86,6% pada hari ke-3 dan 97,79 % pada hari ke-8.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan Fitoremediasi Tumbuhan Eceng Gondok dan Apu-Apu pada air tercemar Logam Berat Timbal.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di kecamatan Moncongloe Lappara, Kabupaten Maros. Pengujian sampel air di Laboratorium Tanah, Tanaman, Pupuk dan Air Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Maros dan Pengujian sampel tumbuhan di Laboratorium Kimia Pakan Universitas Hasanuddin, Makassar,

Sulawesi Selatan. Penelitian berlangsung pada bulan Juli - Agustus 2020.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu tumbuhan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), tumbuhan apu-apu (*Pistia stratiotes*), air tanah, aquades dan bubuk timbal ($PbNO_3$).

Alat yang digunakan yaitu reaktor penelitian berupa ember plastik volume 10 liter, timbangan analitik, SSA (Spektrofotometer Serapan Atom), erlenmeyer, pipet ukur untuk pengambilan sampel, pH meter, botol sampel, kamera untuk keperluan dokumentasi, botol ukur, batang pengaduk, gelas kimia, karet penghisap, mistar dan alat tulis.

Penelitian terdiri dari dua percobaan yang menggunakan tumbuhan eceng gondok dan apu-apu. Masing-masing percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang menggunakan 4 jenis konsentrasi (Tabel 1) dan 3 kali ulangan.

Tabel 1. Konsentrasi Logam Timbal (Pb)- yang diuji pada Tumbuhan Eceng Gondok dan Apu-apu

Konsentrasi Pb	E. Gondok	Apu Apu
0,43 ppm	Kontrol	Kontrol
2,43 ppm	P1	P1
4,43 ppm	P2	P2
6,43 ppm	P3	P3

Analisis data dan sampel air serta sampel tanaman dilakukan pada hari ke 15 fitoremediasi untuk uji SSA (Spektrofotometer Serapan Atom). Bila analisis ragam (ANOVA) berpengaruh

nyata, maka dilanjutkan dengan Uji lanjut BNT 5%. Pembuatan Air Limbah Buatan yaitu dengan cara pengenceran untuk mendapatkan konsentrasi Timbal ($PbNO_3$) yang diinginkan dengan rumus yaitu:

$$\text{Larutan Induk} : \frac{BM \text{ PbNO}_3}{BA \text{ Pb}} \times V \text{ (l)} \times K \text{ (mg/l)}$$

Keterangan: BM= Berat Molekul; BA= Berat Atom; V=Volume Air yang dibutuhkan (liter); K= konsentrasi logam yang digunakan (mg/l)

Pengambilan bahan tumbuhan eceng gondok dan apu-apu yang memiliki morfologi yang relatif sama jumlah daun dan panjang akarnya serta dalam fase

vegetative pada Sungai Jeneberang (Nursari, et al., 2019). Kondisi air Sungai Jeneberang jernih dan tidak berbau.

Sampel tumbuhan eceng gondok

dan apu-apu diaklimatisasi terlebih dahulu pada bak dengan menggunakan air bersih selama 7 hari agar tumbuhan dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan baru (Zubair, et al., 2014).

Pemindahan Tumbuhan ke dalam Reaktor/Bak Penelitian pada bak berisi limbah cair buatan sesuai konsentrasi perlakuan. Setiap bak masing-masing terdiri 3 tumbuhan dengan bobot basah untuk tumbuhan eceng gondok 200-300/bak dan tumbuhan apu-apu 50-100 gr/bak.

Fitoremediasi yang dilakukan adalah fitoremediasi dengan aliran *batch* (statis atau tidak mengalir). Fitoremediasi dilakukan selama 15 hari yang ditempatkan di rumah plastik buatan. Pengambilan sampel air dilakukan pada hari ke 15 karena dalam waktu minimal 7 hari tumbuhan sudah mampu menyerap logam dengan maksimal sesuai kemampuan fitoremediasi tanaman (Baroroh, 2018). Pengambilan sampel air tercemar Pb (50-100 ml) dari masing-masing percobaan dengan menggunakan pipet ukur (Hasyim, 2016).

Pengamatan morfologi tumbuhan yaitu jumlah daun, panjang akar dan bobot segar tanaman dilakukan pada hari 0 dan hari ke 15. Pengamatan gejala toksitas pada tanaman dilakukan pada hari ke 5, hari ke 10, dan hari ke 15.

Gejala Toksisitas Tumbuhan diamati klorosis dan nekrosis yang terjadi. Konsentrasi Logam Pb pada air tercemar buatan dilakukan dengan pengambilan sampel air hari ke 15, dan tumbuhan masing-masing percobaan diukur dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi Tumbuhan

Hasil pengamatan morfologi tumbuhan ditampilkan pada jumlah daun dan Panjang akar tumbuhan eceng gondok dan apu-apu. Hasil pengamatan

jumlah daun dan sidik ragamnya menunjukkan bahwa keberadaan logam Pb pada media tanam pada semua konsentrasi yang diuji berpengaruh tidak nyata terhadap pertambahan jumlah daun baik pada tanaman eceng gondok maupun pada tanaman apu-apu (Gambar 1).

Peningkatan jumlah logam Pb yang diberikan pada media menyebabkan penurunan jumlah helai daun pada tumbuhan eceng gondok maupun pada tumbuhan apu-apu. Jumlah daun tumbuhan eceng gondok selama proses fitoremediasi terendah pada konsentrasi Pb tertinggi (6,43 ppm) yaitu 1,11 helai. Hal yang serupa berlaku pada tumbuhan apu-apu yang menghasilkan jumlah daun selama proses fitoremediasi terendah pada konsentrasi Pb tertinggi (6,43 ppm) yaitu 1,56 helai. Sebaliknya, pada konsentrasi 0,43 ppm (kontrol) menghasilkan jumlah daun tertinggi yaitu 1,78 helai pada eceng gondok dan 2,22 helai pada tumbuhan apu-apu (Gambar 1).

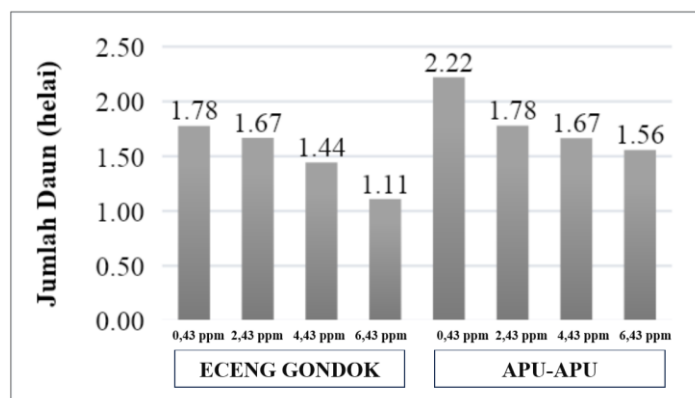
Hasil pengamatan panjang akar dan sidik ragamnya juga menunjukkan bahwa konsentrasi Pb dalam media berpengaruh tidak nyata pada tumbuhan eceng gondok dan apu-apu. Gambar 2 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi Pb dalam media tanam menyebabkan penurunan panjang akar baik pada tumbuhan eceng gondok maupun pada tumbuhan apu-apu. Gambar 2 memperlihatkan bahwa panjang akar terpanjang dihasilkan pada konsentrasi Pb 0,43 ppm (kontrol) yaitu 5,58 cm dan terpendek pada konsentrasi 6,43 ppm yaitu 3,30 cm pada tumbuhan eceng gondok. Hal itu sejalan dengan panjang akar yang dihasilkan pada tanaman apu-apu, bahwa peningkatan jumlah logam Pb pada media tanam akan menyebabkan tekanan pada pertumbuhan morfologi tumbuhan baik pada jumlah helai daun maupun pada Panjang akar (Gambar 2). Kehadiran logam berat Pb dalam tumbuhan yang melebihi konsentrasi

normal akan menimbulkan keracunan pada tumbuhan yang akan menekan pertumbuhan organ-organ tumbuhan. Hal ini dapat terjadi karena keberadaan logam berat Pb dalam tubuh seringkali menggantikan logam esensial dalam aktivitas kerja enzim dan bersifat menghambat kerja enzim (Palar, 2004).

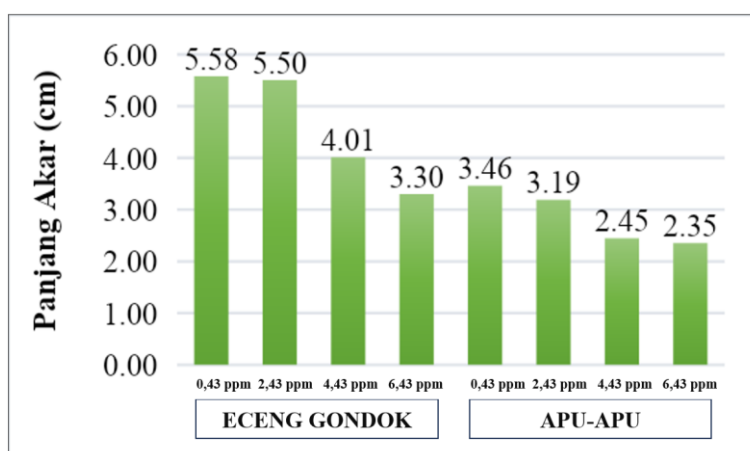
Bobot Segar Tumbuhan

Hasil pengamatan bobot segar tumbuhan eceng gondok dan apu-apu dan sidik ragamnya menunjukkan bahwa berbagai konsentrasi Pb pada media berpengaruh tidak nyata terhadap bobot segar tumbuhan. Gambar 3 menunjukkan

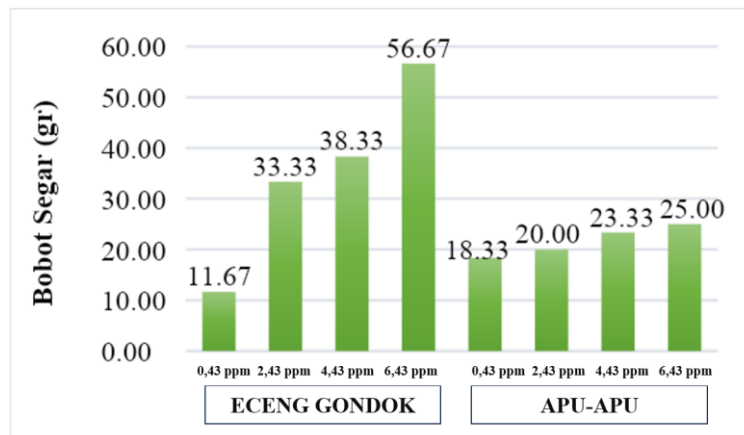
bahwa peningkatan konsentrasi Pb yang diberikan pada media tumbuh menghasilkan peningkatan bobot segar baik pada tumbuhan eceng gondok maupun apu-apu. Bobot segar tertinggi diperoleh pada konsentrasi Pb 6,43 ppm yaitu 56,67 g pada eceng gondok dan 25,00 g pada apu-apu. Gejala ini menunjukkan bahwa kedua tumbuhan yang digunakan ini mampu mengatasi tekanan akibat adanya logam Pb pada media tumbuh. Bahkan semakin tinggi konsentrasi Pb dalam media juga memacu pembentukan bobot segar yang lebih tinggi.



Gambar 1 Pertambahan Jumlah Daun (helai) Tumbuhan Eceng Gondok (nomor 1,2, 3 dan 4) dan Apu-apu (nomor 5, 6, 7 dan 8) selama Fitoremediasi pada Berbagai.



Gambar 2 Pertambahan Panjang Akar (cm) Tumbuhan Eceng Gondok dan Apu-apu selama Fitoremediasi pada Berbagai Konsentrasi Logam Berat Timbal pada Air Tercemar.



Gambar 3 Penurunan Bobot Segar (gr) Tumbuhan Eceng Gondok dan Apu-apu selama Fitoremediasi pada Berbagai Konsentrasi Logam Berat Timbal pada Air Tercemar.

GEJALA TOKSISITAS				
Konsentrasi Pb	Hari ke 0	Hari ke 5	Hari ke 10	Hari ke 15
0,43 ppm (Kontrol)				
2,43 ppm				
4,43 ppm				
6,43 ppm				

Gambar 4 Gejala Toksisitas pada Tumbuhan Eceng Gondok selama Fitoremediasi pada Berbagai Konsentrasi Logam Berat Timbal pada Air Tercemar.

GEJALA TOKSISITAS				
Konsentrasi Pb	Hari ke 0	Hari ke 5	Hari ke 10	Hari ke 15
0,43 ppm (Kontrol)				
2,43 ppm				
4,43 ppm				
6,43 ppm				

Gambar 5 Gejala Toksisitas pada Tumbuhan Apu-apu selama Fitoremediasi pada Berbagai Konsentrasi Logam Berat Timbal pada Air Tercemar.

Tabel 1 Penurunan konsentrasi logam Pb dalam media air tercemar setelah proses Fitoremediasi selama 15 hari

Jenis Tumbuhan	Konsentrasi Logam yang diuji	Penurunan kadar logam dalam media (ppm)	Np BNT 5%
	0,43 (kontrol)	0,00a	
	2,43	0,47c	
ECENG	4,43	0,48c	0,10
GONDOK	6,43	1,14b	
	0,43 (kontrol)	0,00a	
APU-APU	2,43	1,16b	0,55
	4,43	2,99c	
	6,43	3,69d	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda berarti berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Tabel 2 Konsentrasi logam Pb dalam tanaman Eceng Gondok dan Apu-apu setelah proses Fitoremediasi selama 15 hari

Pb dalam media air	ECENG GONDOK (ppm)	APU-APU (ppm)
0,43 (Kontrol)	91,54	10,21
2,43 ppm	23,78	79,06
4,43 ppm	141,31	50,73
6,43 ppm	52,41	297,46

Gejala Toksisitas

Hasil pengamatan gejala toksisitas tumbuhan eceng gondok pada Gambar 4 secara umum menunjukkan bahwa tumbuhan eceng gondok mampu mengatasi cekaman logam berat Pb yang ada pada media tumbuh. Walaupun demikian, tetap ada gejala toksisitas mulai pada hari ke- 5 HST, berupa klorosis pada konsentrasi Pb 4,43 ppm dan 6,43 ppm. Kemudian gejala toksisitas tumbuhan eceng gondok pada hari ke-10 dan hari ke-15 HST cenderung bertambah berupa adanya nekrosis batang pada tumbuhan

eceng gondok namun tidak parah (Gambar 4).

Pengamatan pada tumbuhan apu-apu yang ditumbuhkan pada media dengan berbagai konsentrasi Pb secara umum juga menunjukkan kemampuan mengatasi cekaman logam Pb. Walaupun demikian masih terlihat gejala toksisitas akibat logam pada konsentrasi Pb 2,43 ppm, 4,43 ppm dan 6,43 ppm pada hari ke-5 HST, berupa klorosis. Gambar 5 memperlihatkan gejala toksisitas pada tumbuhan apu-apu cenderung meningkat pada hari ke-10 dan ke-15 HST berupa

adanya nekrosis pada pinggiran daun.

Berdasarkan tampilan gejala toksisitas tumbuhan pada Gambar 4 dan 5 menunjukkan terjadi perubahan morfologi selama proses fitoremediasi berlangsung terlihat pada hari ke-5 yang diawali dengan kerusakan pada beberapa morfologi tumbuhan yakni daun yang mengalami klorosis, memiliki ciri kuning dan kecoklatan pada bagian tertentu pada daun seperti bagian kiri/kanan tumbuhan eceng gondok dan bagian ujung pangkal daun pada tumbuhan apu-apu. Kerusakan morfologi pada hari 10 dan 15 HST pada daun yang mengering terlihat pada ujung daun eceng gondok dan bahkan terjadi kerontokan daun Tumbuhan eceng gondok dan apu-apu.

Sembiring dan Sulistyawati (2006), mengemukakan bahwa terjadinya penurunan kadar klorofil pada daun *swietenia macrophylla* bersamaan dengan peningkatan kadar Pb. Perubahan kandungan klorofil akibat meningkatnya konsentrasi Pb terkait dengan rusaknya struktur kloroplas. Hal ini juga dikemukakan oleh Gothberg (2008), tingginya kandungan Pb pada jaringan tumbuhan menyebabkan berkurangnya kadar klorofil daun sehingga proses fotosintesis terganggu.

Kadar Logam Pb dalam media dan Tumbuhan

Hasil analisis kadar logam berat timbal dalam media tumbuh eceng gondok dan apu-apu pada hari ke 15 fitoremediasi dan sidik ragamnya menunjukkan pengaruh yang nyata. Tabel 1 diperoleh penurunan logam Pb pada media tumbuh eceng gondok terendah pada konsentrasi Pb 6,43 ppm yaitu 1,14 ppm dan berbeda nyata dengan konsentrasi Pb yang lebih rendah dalam media.

Gejala tersebut sejalan dengan kadar logam Pb yang diperoleh dari hasil analisis media fitoremediasi tumbuhan

apu-apu yang juga berpengaruh nyata. Kadar logam Pb yang dihasilkan dari analisis media air menunjukkan konsentrasi logam Pb yang tinggi yaitu 6,43 ppm menghasilkan penurunan kadar logam Pb media lebih tinggi yaitu 3,69 ppm setelah diremediasi selama 15 hari. Hasil yang diperoleh ini berbeda nyata dengan konsentrasi Pb pada media lainnya (Tabel 1).

Selisih penurunan jumlah logam Pb dalam media tumbuh pada tumbuhan eceng gondok pada awal proses remediasi hingga 15 HST cukup tinggi yaitu 1,96 ppm (80,66%) hingga 5,29 ppm (82,27%). Prosentasi penurunan logam Pb yang diperoleh ini cukup tinggi. Sedangkan selisih penurunan jumlah logam Pb dalam media tumbuh pada tumbuhan apu-apu pada awal proses remediasi hingga 15 HST lebih rendah yaitu 1,27 ppm (52,26%) hingga 2,74 ppm (42,61%). Prosentasi penurunan logam Pb yang diperoleh dari tumbuhan eceng gondok umumnya lebih tinggi dari pada tumbuhan apu-apu. Akan tetapi penurunan logam Pb dalam media tumbuh ini belum mendekati baku mutu air yang disyaratkan peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014, yaitu 0,1 ppm. Efektivitas fitoremediasi ini sudah cukup berhasil hanya saja perlu tambahan waktu remediasi. Eceng gondok dan apu-apu merupakan tumbuhan air yang mampu mengeliminasi pencemar bahan berbahaya seperti logam hal ini dikemukakan oleh Nunung, dkk (2008) bahwa eceng gondok dapat menyerap dan menyaring logam-logam berbahaya seperti timbal (0,176 mg/g), Hg (0,15 mg/g dan kadmium.

Hasil analisis kadar logam berat timbal pada tumbuhan eceng gondok pada hari ke 15 menunjukkan bahwa eceng gondok mampu mengakumulasi logam Pb dalam jumlah yang cukup tinggi (Tabel 2). Jumlah Pb yang diakumulasi berkisar antara 23,78 ppm hingga 141,31 ppm. Hal yang serupa terjadi pada

tanaman apu-apu yang mampu mengakumulasi logam Pb dalam jumlah cukup besar dalam jaringannya yang berkisar antara 10,21 ppm hingga 297,46 ppm. Kadar logam Pb yang terakumulasi dalam jaringan baik pada tumbuhan eceng gondok maupun tumbuhan apu-apu jauh lebih tinggi dari kadar logam Pb yang ada dalam media.

Jumlah kadar logam berat pada tumbuhan memiliki konsentrasi yang lebih tinggi hal ini menunjukkan bahwa eceng gondok dan apu-apu dapat meremediasi kadar logam berat pada air tercemar. Konsentrasi sampel tumbuhan lebih tinggi hal disebabkan habitat awal tumbuhan yang dijadikan fitoremediator diambil di bantaran sungai yang memungkinkan telah terjadi penyerapan logam Pb sebelum dipindahkan ke dalam reaktor penelitian sebagaimana yang dikemukakan oleh Puspita et. al (2011) bahwa tumbuhan akuatik mampu mendepositkan ion-ion logam berat ke dalam dinding sel, vakuola dan lapisan sitoplasma yang akan berikatan dengan asam organik lainnya.

Salah satu pendekatan untuk meremediasi lingkungan tercemar logam adalah dengan fitoekstraksi menggunakan tumbuhan hiperakumulator. Dengan berkembangnya teknologi fitoremediasi maka tumbuhan hiperakumulator logam menjadi sangat penting. Tanaman hiperakumulator mampu mengakumulasi logam dengan konsentrasi lebih dari 100 kali melebihi tanaman normal, dimana tanaman normal mengalami keracunan logam dan penurunan produksi. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan serangkaian proses fisiologis dan biokimiawi serta ekspresi gen-gen yang mengendalikan penyerapan, akumulasi dan toleransi tanaman terhadap logam (Hidayati, 2013).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tumbuhan air, eceng gondok, dan

apu-apu dapat meremediasi air yang terkontaminasi timbal (Pb). Meskipun tumbuhan eceng gondok dan apu-apu mengalami gejala toksisitas berupa klorosis dan nekrosis, akan tetapi kedua tumbuhan ini mampu bertahan tumbuh sampai pada 15 hari setelah tanam. Kemampuan fitoremediasi tumbuhan eceng gondok dapat mencapai efektifitas sebesar 82,27% dengan penurunan logam dalam air dapat mencapai 5,29 ppm. Kemampuan fitoremediasi tumbuhan apu-apu dapat mencapai efektifitas sebesar 42,61% dengan penurunan logam dalam air dapat mencapai 2,74 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, S, S. Deetje, S dan Sri, H. 2008. Pencemaran Logam Berat dalam Tanah dan Tanaman serta Upaya Mengurangnya. Disajikan dalam Seminar Nasional Kimia XVIII di FMIPA UGM Yogyakarta, 10 Juli.
- Agustina, T. 2014. Kontaminasi Logam Berat pada Makanan dan Dampaknya pada Kesehatan. Jurusan Teknologi Jasa dan Produksi, Fakultas Teknik, UNNE. TEKNOBUGA Volume 1 No.1 – Juni 2014. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/teknobuga/article/view/6405/4856>
- Baskoro, A. 2008. Dampak Penggunaan Air Tercemar Untuk Irigasi Pertanian dan Rekomendasi Penganannya. Jurnal Penelitian Lingkungan. Vol. 2, No. 4. Hal: 23-26.
- Faisal Gunawan, (2017). Identifikasi Logam Timbal (Pb) Pada Zonasi Radius 1-5 Km Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Antang Makassar Terhadap Pengaruh Kualitas Air Sumur Gali. Skripsi. Jurusan Kimia Pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar. <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/6424/1/Faisal%20Gunawa>

- n.pdf
- Gothberg, A. 2008. Metal fate and sensitivity in the aquatic tropical vegetable Ipomea aquatica. Departement of Applied Environmental Science. Stockholm University. Pp. 1-39.
- Hasyim, N. A., 2016. Potensi Fitoremediasi Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Dalam Mereduksi Logam Berat Seng (Zn) Dari Perairan Danau Tempe Kabupaten Wajo. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin, Makassar. <http://repositori.uinalauddin.ac.id/6854/1/Nur%20Azizah.pdf>
- Hidayati N. 2005. Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator. Jurnal HAYATI-MIPA IPB- Vol. 12 No. 1. Hal. 35-40
- Hidayati, N., 2013. Heavy Metal Hyperaccumulator Plant Physiologi. Jurnal Teknik Lingkungan., Vol. 14(2). Hal: 73-82. <https://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JTL/article/view/1424>
- Nursari, I., N. Jafar, F. N. Yusuf, dan M. S. Said, 2019. Analisis Pengaruh Fase Tumbuh Tanaman Eceng Gondok Terhadap Kemampuan Fitoremediasi Cr^{6+} pada Limbah Cair Pertambangan Nikel. Jurnal Geomine, Vol. 7 (1) <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/1005192>
- Palar, H. 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rieneka Cipta, Jakarta.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI. No 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. <https://www.kesehatanlingkungan.com/2019/01/permenkes-492-tahun-2010-persyaratan.html>
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri.
- Puspita, UR, A. S. Siregar dan N. V. Hidayanti. 2011. Kemampuan Tumbuhan Air sebagai Agen Fitoremediator Logam Berat Kromium (Cr) yang terdapat pada Limbah Cair Industri Batik. Jurnal Penelitian Berkala Perikanan Terubuk, Vol. 39 No. 1. Himpunan Alumni Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau. <https://terubuk.ejournal.unri.ac.id/index.php/JT/article/view/268>
- Sembiring, E. and E. Sulistyawati. 2006. Akumulasi Pb dan pengaruhnya pada kondisi daun Swietenia macrophylla king. Bandung: Makalah pada Seminar Nasional Penelitian Lingkungan di Perguruan Tinggi ITB.
- Suryati Tuti dan Budhi Priyanto. 2003. Eliminasi Logam Berat Kadmium dalam Air Limbah Menggunakan Tanaman Air. J.Tek.Ling, P3TL-147.
- Zubair, A., Arsyad, A. Dan Rosmiati, 2014. Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd) Menggunakan Kombinasi Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Dan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*) Dengan Aliran Batch. Jurnal Teknik Sipil. Universitas Hasanuddin, Makassar.