

KETERKAITAN TINGKAT EFEKTIFITAS METODE FITOREMEDIASI TERHADAP TINGKAT PERTUMBUHAN MEDIA ECENG GONDOK PADA LIMBAH CAIR Cr⁶⁺

The Relationship between the Effectiveness of Phytoremediation Methods on the Growth Rate of Water Hyacinth Media in Liquid Waste of Cr⁶⁺

Dewi Safitri^{1)*}, Baharuddin Patandjengi²⁾, M. Syahrul³⁾, Fahrudin⁴⁾, Budimawan⁵⁾, dan Emmal Basham Demmallino¹⁾

¹⁾ Program Magister Pengelolaan Lingkungan Hidup, Sekolah Pascasarjana, Universitas Hasanuddin, Makassar

²⁾ Departemen Hama dan Penyakit, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar

³⁾ Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar

⁴⁾ Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar

⁵⁾ Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar

ABSTRACT

Liquid waste of Cr⁶⁺ is often produced by nickel ore mining companies, one of which is CV. Unaha Bakti Persada has a Cr⁶⁺ concentration of 0.78 ppm which has not yet reached the 0.1 ppm quality standard, so it is necessary to treat Cr⁶⁺ waste using an in vitro phytoremediation technique for water hyacinth media of *E. azurea* and *E. crassipes*. The purpose of this study was to determine the effectiveness of phytoremediation method, the level of damage to water hyacinth and the rate of growth of the water hyacinth plant. The study used an in vitro phytoremediation method for water hyacinth media *E. crassipes* and *E. azurea* for 15 days. The results showed that the effectiveness of water hyacinth *E. azurea* was 87% able to reduce the concentration of Cr⁶⁺ 0.78 ppm to 0.1 ppm within 15 days, while *E. crassipes* and the combination of *E. crassipes* and *E. azurea* were 64%. The rate of water hyacinth damage to Cr⁶⁺ wastewater was faster in *E. azurea*, namely 40% compared to *E. crassipes* by 27% and the combination of *E. crassipes* and *E. azurea* by 13%. The growth of water hyacinth in Cr⁶⁺ wastewater was faster in the combination of *E. Crassipes* and *E. azurea*, namely plant weight 45%, root length 38%, plant height 23% compared to *E. azurea*, namely plant weight 35%, root length 32%, height plant 17%, and *E. crassipes*, namely plant weight 45%, root length 38%, plant height 7%.

Key words: Cr⁶⁺ concentration, water hyacinth, effectiveness.

ABSTRAK

Limbah cair Cr⁶⁺ seringkali dihasilkan perusahaan pertambangan bijih nikel, salah satunya CV. Unaha Bakti Persada memiliki konsentrasi Cr⁶⁺ sebesar 0.78 ppm yang belum mencapai baku mutu 0.1 ppm, sehingga perlu pengolahan limbah Cr⁶⁺ menggunakan teknik fitoremediasi sistem in vitro media eceng gondok *E. azurea* dan *E. crassipes*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas metode fitoremediasi, tingkat kerusakan eceng gondok dan laju pertumbuhan tanaman eceng gondok. Penelitian menggunakan metode fitoremediasi sistem in vitro media eceng gondok *E. crassipes* dan *E. azurea* selama 15 hari. Hasil penelitian menunjukkan efektivitas eceng gondok *E. azurea* sebesar 87% mampu menurunkan konsentrasi Cr⁶⁺ 0.78 ppm menjadi 0.1 ppm dalam waktu 15 hari, sedangkan *E. crassipes* dan kombinasi *E. crassipes* dan *E. azurea* adalah 64%. Laju kerusakan eceng gondok pada air limbah Cr⁶⁺ lebih cepat pada *E. azurea* yaitu 40% dibandingkan *E. crassipes* sebesar 27% dan kombinasi *E. crassipes* dan *E. azurea* sebesar 13%. Pertumbuhan eceng gondok pada air limbah Cr⁶⁺ lebih cepat pada kombinasi *E. crassipes* dan *E. azurea* yaitu bobot tanaman 45%, panjang akar 38%, tinggi tanaman 23% dibandingkan dengan *E. azurea* yaitu bobot tanaman 35%, panjang akar 32%, tinggi tanaman 17%, dan *E. crassipes* yaitu bobot tanaman 45%, panjang akar 38%, tinggi tanaman 7%.

Kata kunci: konsentrasi Cr⁶⁺, eceng gondok, efektivitas.

PENDAHULUAN

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 09 Tahun 2006 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Pertambangan Bijih Nikel untuk limbah cair Cr⁶⁺ adalah 0.1 ppm, tetapi perusahaan CV. Unaha Bakti Persada mempunyai konsentrasi Cr⁶⁺ tidak sesuai baku mutu yaitu 0.78 ppm, jika Cr⁶⁺ masuk kedalam tubuh dapat menyebabkan kerusakan pada tulang hidung, kanker pada paru-paru, ulkus pada kulit dan selaput lendir (Said, 2017).

Teknik pengolahan limbah menggunakan tanaman dikenal dengan istilah fitoremediasi. Secara lengkap istilah fitoremediasi adalah penggunaan tanaman, termasuk pohon-pohonan, rumput-rumputan dan tanaman air untuk menghilangkan atau menyerap bahan-bahan berbahaya baik organik maupun anorganik dari lingkungan (Suryati, 2003).

Menurut Saha *et al.* (2017) eceng gondok dapat menyerap Cr⁶⁺ yang dibuktikan terdapat kandungan Cr⁶⁺ pada akar yaitu 3.5 ppm, batang yaitu 1.5 pmm dan daun yaitu 1 ppm dari konsentrasi awal pengujiannya yaitu 5 ppm.

Tipe tanaman eceng gondok yang sering terdapat di Indonesia adalah *E. crassipes* dan *E. azurea*. Kehadiran

*) Penulis Korespondensi: Telp. +6285299192365; Email. dewissafitri@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.29244/jitl.26.2.61-65>

eceng gondok sering dianggap gulma karena pertumbuhannya yang begitu cepat menutupi permukaan air dan menyebabkan berkurangnya oksigen yang terlarut (Ratnani, 2010).

Penelitian menggunakan metode fitoremediasi media eceng gondok sebelumnya telah dilakukan oleh Pawestri (2020) memiliki konsentrasi awal Cr⁶⁺ 1.97 ppm menjadi 0.44 ppm dan penelitian oleh herdina (2018) memiliki konsentrasi awal Cr⁶⁺ 4.30 ppm menjadi 2.55 ppm. Dari 2 penelitian sebelumnya belum ada yang mencapai baku mutu Cr⁶⁺ yaitu 0.1 ppm maka penelitian ini dengan bertujuan mengetahui efektifitas absorpsi Cr⁶⁺ metode fitoremediasi media limbah cair Cr⁶⁺ pengolahan bijih nikel, tingkat kerusakan eceng gondok akibat limbah cair Cr⁶⁺, tingkat pertumbuhan eceng gondok setelah metode fitoremedias

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode fitoremediasi sistem in vitro media eceng gondok *E. crassipes* dan *E. azurea* di perumahan Hartako Jaya Jl. Perintis Kemerdekaan no 3, Makassar dan pengujian sampel penelitian di Laboratorium Air dan Lingkungan BBIHP (Balai Besar Industri Hasil Perkebunan).

Penyiapan Media Eceng Gondok

Tanaman eceng gondok berasal dari Sungai Jeneberang Kota Makassar. Pemilihan tanaman menggunakan tanaman eceng gondok *E. crassipes*, *E. azurea* dan kombinasi *E. crassipes* dan *E. azurea* vase sedang dengan berat tanaman 385 gram untuk satu sampel penelitian. Kemudian dilakukan metode aklimatisasi selama 7 hari dengan volume air 10 liter air sumur di ember sebagai wadah penelitian.

Metode Fitoremediasi

Penelitian menggunakan metode fitoremediasi media eceng gondok dengan limbah cair Cr⁶⁺ berkonsentrasi 0.78 ppm yang berasal dari CV. Unaha Bakti Persada dan air sumur sebagai pembanding.

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yaitu 2 faktorial (limbah cair cr⁶⁺ dan air sumur), 3 perlakuan (eceng gondok *E. crassipes*, *E. azurea* dan kombinasi *E. crassipes* dan *E. azurea*) dan 3 kali pengulangan. Pada masing-masing sampel berisikan tanaman eceng gondok dengan berat tanaman adalah 385 gram dan volume air 10 liter yang dilakukan selama 15 hari.

Pengambilan sampel dilakukam pada hari ke-0, 3, 6, 9, 12,15 sebanyak 200 ml setiap sampel dan dimasukkan kedalam botol sampel. Sampel yang dihasilkan sebanyak 45 sampel kemudian di uji Laboratorium Air dan Lingkungan BBIHP (Balai Besar Industri Hasil Perkebunan). Pengujian dilakukan secara spektrofotometri, dengan standar berdasarkan SNI 6989.71.2009 tentang air dan air limbah bagian 71: Cara uji kromium heksavalen (Cr-VI)

Pengamatan Kerusakan Tanaman Eceng Gondok Akibat Limbah Cair Cr⁶⁺

Pengamatan dilakukan menggunakan metode observasi dilakukan hari ke-0, 3, 6, 9, 12, 15. Pengamatan untuk mengetahui perubahan fisik eceng gondok (*E. crassipes*, *E. azurea* dan kombinasi *E. crassipes* dan *E. azurea*) pada daun, batang dan induk tanaman saat melakukan metode fitoremedias terhadap limbah cair Cr⁶⁺ dengan perbandingan air sumur.

Pengukuran Pertumbuhan Tanaman Eceng Gondok

Pengukuran berfungsi mengetahui perubahan berat tanaman, panjang akar dan tinggi tanaman eceng gondok sebelum mengaplikasikan metode fotoremediasi dan setelah metode fitoremediasi diaplikasikan.

Pengukuran Efektivitas Metode Fitoremediasi

Pengukuran tingkat keberhasilan metode fitoremediasi menggunakan rumus oleh Widodo *et al.* (2019) agar dapat mengetahui tingkat keberhasilan metode fitoremediasi yang telah dilakukan. Dibawah ini rumus (1) yang digunakan :

$$E2 = \frac{Co - Cn}{Co} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

E2 : Efektifitas yang actual (%)

Co : Konsentrasi awal (ppm)

Cn : Konsentrasi hari ke-15 (pmm)

Penentuan Kerusakan Tanaman Eceng Gondok Akibat Limbah Cair Cr⁶⁺

Menentukan kerusakan berfungsi mengetahui tingkat kerusakan yang dihasilkan terhadap tanaman eceng gondok akibat limbah cair Cr⁶⁺ dengan menggunakan rumus (2) oleh Suganda *et al.* (2016) dibawah ini.

$$IK = \frac{\sum(nv)}{ZN} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

IK : Intensitas kerusakan (%)

n : Jumlah tanaman dalam setiap kategori skala kategori kerusakan

v : Nilai skala kategori kerusakan

Z : Nilai skala tertinggi dari kategori kerusakan

N : Jumlah tanaman contoh yang diamati

Tabel 1. Skala kategori kerusakan

Skala	Deskripsi
0	Tidak ada gejala
1	Daun muda menguning
2	Daun tua menguning
3	Daun muda mencoklat
4	Daun tua mencoklat
5	Tanaman mati

Penentuan Pertumbuhan Tanaman Eceng Gondok

Melingkupi berat tanaman, panjang akar dan tinggi tanaman. Mengukur berat tanaman eceng gondok menggunakan rumus (3) dibawah ini.

$$m = \frac{mt - m0}{m0} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan :

- m : Total penambahan berat tanaman (%)
- mt : Berat tanaman tanaman hari ke-15 (gr)
- m0 : Berat tanaman tanaman hari ke-0 (gr)

Mengukur panjang akar eceng gondok menggunakan rumus (4) di bawah ini.

$$PA = \frac{At-A0}{A0} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan :

- PA : Total panjang akar (%)
- At : Panjang akar tanaman hari ke-15 (cm)
- A0 : Panjang akar tanaman hari ke-0 (cm)

Mengukur tinggi tanaman eceng gondok menggunakan persamaan (5) dibawah ini.

$$TT = \frac{Tt-T0}{T0} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan :

- TT : total tinggi tanaman (%)
- Tt : tinggi tanaman tanaman hari ke-15 (cm)
- T0 : tinggi tanaman hari ke-0 (cm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektivitas Metode Fitoremediasi Cr⁶⁺

Efektivitas metode fitoremediasi jika konsentrasi Cr⁶⁺ telah mencapai baku mutu peraturan menteri lingkungan hidup nomor 09 tahun 2006 tentang air limbah bijih nikel yang yaitu 0.1 ppm atau 87%. Setelah dilakukan penelitian, didapatkan hasil yang berbeda-beda pada tanaman eceng gondok yang berbeda jenis ditunjukkan tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Absorpsi konsentrasi Cr⁶⁺

Nama	Konsentrasi Cr ⁶⁺ (ppm)					
	Hari					
	0	3	6	9	12	15
Lc	0.78	0.67	0.55	0.41	0.33	0.28
La	0.78	0.54	0.5	0.27	0.17	0.1
Lx	0.78	0.68	0.61	0.49	0.33	0.28

Keterangan :

- Lc : E.g *E. crassipes*
- La : E.g *E. azurea*
- Lx : Kombinasi e.g *E. crassipes* dan *E. Azurea*

Konsentrasi awal Cr⁶⁺ pada eceng gondok 0.78 ppm setelah diaplikasikan metode fitoremediasi selama 15 hari, konsentrasi Cr⁶⁺ pada eceng gondok *E. crassipes* dan kombinasi eceng gondok *E. crassipes* dan eceng gondok *E. azurea* menjadi 0.28 ppm belum mencapai baku mutu, sedangkan eceng gondok *E. azurea* telah mencapai baku mutu yaitu 0.1 ppm

Perbedaan jenis tanaman eceng gondok yaitu *E. crassipes*, *E. azurea* dan kombinasi *E. crassipes* dan eceng gondok *E. azurea* dapat mempengaruhi absorpsi konsentrasi Cr⁶⁺. Eceng gondok *E. azurea* lebih banyak mengabsorpsi konsentrasi Cr⁶⁺ karena eceng gondok *E. azurea* lebih banyak menyerap air sehingga Cr⁶⁺ yang terakumulasi pada air kemudian terabsorpsi di bagian akar tanaman eceng gondok. Volume awal air adalah 10 L dan setelah 15 hari, eceng gondok *E. crassipes* menjadi 3.8 L, eceng gondok *E. azurea* menjadi 3.5 L dan kombinasi eceng

gondok *E. crassipes* dan eceng gondok *E. azurea* menjadi 3.9 L.

Proses absorpsi logam berat pada tanaman eceng gondok pertama kali terjadi di akar eceng gondok yang mempunyai asam amino, terletak di peptide dan gugus tanaman, kemudian menghasilkan senyawa fitokelatin. Menurut Kamriantiramli (2011), senyawa fitokelatin berfungsi mengikat logam berat yang terabsorpsi bersama air keseluruhan tubuh eceng gondok kemudian Cr⁶⁺ terlokasi melalui xylem dan floem. Xylem dan floem merupakan jaringan pengangkut dan dibantu mikroba rhizofera yang berfungsi efisiensi pengangkutan sehingga tidak merusak tanaman kemudian logam berat bersama air masuk ke jaringan stomata yaitu jalur masuknya polutan selama proses fotosintesis berlangsung dan logam berat berpindah ke bagian-bagian tubuh tanaman yaitu akar, batang dan daun (Saha dkk 2017).

Efektivitas metode fitoremediasi menunjukkan tingkat keberhasilan metode fitoremediasi mengabsorpsi limbah cair Cr⁶⁺ pengolahan bijih nikel yang ditunjukkan tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Tingkat keberhasilan absorpsi limbah cair cr⁶⁺ metode fitoremediasi

Eceng Gondok	Tingkat Keberhasilan
<i>E. crassipes</i>	64%
<i>E. azurea</i>	87%
Kombinasi <i>E. crassipes</i> dan <i>E. azurea</i>	64%

Tabel 3 menunjukkan eceng gondok *E. Crassipes* dan kombinasi eceng gondok *E. crassipes* dan *E. azurea* belum mencapai tingkat keberhasilan karena nilai yang dihasilkan 64%. Faktor tidak tercapainya tingkat keberhasilan karena mikroba rhizofera pada akar yang berfungsi menyerap limbah berat ke sel tubuh tanaman tidak dapat beradaptasi (Ni'ma, 2014).

Eceng gondok *E. azurea* telah mencapai tingkat keberhasilan yang diharapkan yaitu 87%. Eceng gondok *E. azurea* dapat mentolerir limbah berat Cr⁶⁺ yang terakumulasi dalam air percobaan kemudian terabsorpsi kedalam tubuh eceng gondok. Semakin banyak konsentrasi Cr⁶⁺ yang terserap berbanding lurus kenaikan tingkat keberhasilan fitoremediasi.

Kombinasi eceng gondok *E. crassipes* dan *E. azurea* tidak mencapai tingkat keberhasilan yang diharapkan yaitu 64%.

Tingkat Kerusakan Eceng Gondok

Tingkat kerusakan eceng gondok akibat limbah cair Cr⁶⁺ berfungsi mengetahui perubahan fisik eceng gondok *E. crassipes*, *E. azurea* dan kombinasi *E. crassipes* dan *E. azurea* setelah mengaplikasikan metode fotoremediasi selama 15 hari menggunakan limbah cair Cr⁶⁺ pertambangan bijih nikel yang mempunyai konsentrasi yaitu 0.78 ppm dan air sumur sebagai pembanding. Hasil penelitian diketahui bahwa eceng gondok merespon logam berat Cr⁶⁺ dengan adanya perubahan yang berbeda-beda pada eceng gondok, seperti yang disajikan tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Tingkat Kerusakan Eceng Gondok Akibat Limbah Cair Cr⁶⁺

Sampel	Hari ke					
	0	3	6	9	12	15
Lc	0%	0%	13%	13%	13%	27%
La	0%	20%	20%	40%	40%	40%
Lx	0%	0%	0%	13%	13%	13%
Sc	0%	0%	0%	0%	13%	13%
Sa	0%	0%	0%	0%	0%	20%
Sx	0%	0%	0%	0%	13%	13%

Keterangan :

L : Limbah cair Cr⁶⁺

S : Air sumur

c : Eceng gondok *E. crassipes*

a : Eceng gondok *E. azurea*

x : Kombinasi eceng gondok *E. crassipes* dan *E. azurea*

Tabel 4 dapat diketahui bahwa eceng gondok *E. crassipes* pada limbah cair Cr⁶⁺ mengalami kerusakan pada hari ke-6 sampai hari ke-12 ditandai daun tua menguning dan hari ke-15 terdapat daun tua mencoklat, sedangkan pada air sumur pada hari ke-12 sampai ke-15 terdapat daun tua yang menguning.

Eceng gondok *E. azurea* terhadap limbah cair Cr⁶⁺ lebih cepat mengalami kerusakan eceng gondok akibat limbah cair Cr⁶⁺ dibandingkan air sumur. Pada hari ke-3 sampai hari ke-12 ditandai daun tua menguning dan hari ke-15 terdapat daun tua mencoklat. Berbeda dengan air sumur, mulai mengalami perubahan terhadap tanaman eceng gondok pada hari ke-12 dimana daun tua menguning.

Kombinasi eceng gondok *E. crassipes* dan *E. azurea* pada limbah cair Cr⁶⁺ mengalami kerusakan pada hari ke-9 sampai hari ke-15 ditandai daun tua menguning, sedangkan pada air sumur pada hari ke-12 sampai ke-15 terdapat daun tua yang menguning.

Perubahan pada daun yang menguning merupakan gejala klorosis dimana keadaan jaringan tumbuhan, khususnya pada bagian daun yang mengalami perubahan warna akibat kekurangan klorofil (Palgunadi, S & Almandatya, Y. 2014). Klorofil adalah zat hijau daun yang ditemukan dalam kloroplas, tetapi adanya proses penyerapan dan penyimpanan logam berat mempengaruhi

masuknya nutrisi yang dibutuhkan tanaman tergantikan dengan logam berat yang lebih banyak terserap sehingga terjadinya perubahan produksi klorofil dalam kloroplas sebagai bahan wana hijau pada daun dan batang tidak terbentuk (Mariwy dkk, 2020).

Pertumbuhan Eceng Gondok

Pertumbuhan eceng gondok ditandai bertambahnya berat tanaman, panjang akar dan tinggi tanaman setelah diaplikasikan metode fitoremediasi selama 15 hari untuk mengabsorpsi limbah cair Cr⁶⁺ hasil pengolahan pertambangan bijih nikel. Hasil pertumbuhan eceng gondok isajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 menunjukkan bahwa berat tanaman eceng gondok yang awalnya mempunyai berat tanaman yaitu 385 gram kemudian mengalami perubahan signifikan yang menggunakan limbah cair Cr⁶⁺ dan air sumur sebagai pembanding. Eceng gondok *E. crassipes* yang mengabsorpsi limbah cair Cr⁶⁺ menjadi 560 gram sedangkan pada air sumur 610 gram. Eceng gondok *E. azurea* yang mengabsorpsi limbah cair Cr⁶⁺ menjadi 510 gram sedangkan pada air sumur 600 gram. Kombinasi Eceng gondok *E. crassipes* dan *E. azurea* yang mengabsorpsi limbah cair Cr⁶⁺ menjadi 500 gram sedangkan pada air sumur 560 gram.

Perubahan pertumbuhan pada panjang akar eceng gondok mengalami perbedaan antara eceng gondok yang menggunakan limbah cair Cr⁶⁺ dan air sumur. Panjang akar eceng gondok *E. crassipes* yang mengabsorpsi limbah cair Cr⁶⁺ awalnya 21 cm menjadi 29 gram sedangkan pada air sumur awalnya 20 cm menjadi 29 cm. Eceng gondok *E. azurea* yang mengabsorpsi limbah cair Cr⁶⁺ awalnya panjang akar 19 cm menjadi 25 gram sedangkan pada air sumur awalnya 23 cm menjadi 33 cm. Kombinasi eceng gondok *E. crassipes* dan *E. azurea* yang mengabsorpsi limbah cair Cr⁶⁺ awalnya 19 cm menjadi 24 gram sedangkan pada air sumur awalnya 21 cm menjadi 29 cm setelah 15 hari inkubasi.

Tabel 5. Tingkat pertumbuhan eceng gondok

Nama	Berat (gr)		m	Panjang Akar (cm)		PA	Tinggi Tanaman (cm)		TT
	0	15		0	15		0	15	
Lc	385	560	45%	21	29	38%	28	30	7%
Sc	385	610	58%	20	29	45%	37	41	11%
La	385	520	35%	19	25	32%	36	42	17%
Sy	385	600	56%	23	33	43%	41	54	32%
Lx	385	500	30%	19	24	26%	48	55	15%
Sx	385	560	45%	21	29	38%	53	65	23%

Keterangan :

L : Limbah cair Cr⁶⁺

S : Air sumur

c : E.g *E. crassipes*

a : E.g *E. azurea*

x : Kombinasi e.g *E. crassipes* dan *E. Azurea*

m : berat tanaman eceng gondok

PA : Panjang akar eceng gondok

TT : Tinggi tanaman eceng gondok

Perubahan pertumbuhan juga terjadi pada tinggi tanaman eceng gondok mengalami. Tinggi tanaman eceng gondok *E. crassipes* awalnya 28 cm menjadi 30 gram sedangkan pada air sumur awalnya 37 cm menjadi 41 cm. Eceng gondok *E. azurea* yang mengabsorpsi limbah cair Cr^{6+} awalnya tinggi tanaman 36 cm menjadi 42 gram sedangkan pada air sumur awalnya 41 cm menjadi 54 cm. Kombinasi eceng gondok *E. crassipes* dan *E. azurea* yang mengabsorpsi limbah cair Cr^{6+} awalnya tinggi tanaman 48 cm menjadi 55 gram sedangkan pada air sumur awalnya 53 cm menjadi 65 cm setelah 15 hari inkubasi.

Hambatan pertumbuhan berupa berat tanaman, panjang akar dan tinggi tanaman yang dibandingkan dengan eceng gondok air sumur. Menurut Paiva dkk (2009), penurunan pertumbuhan diakibatkan penurunan fotosintesis yang didorong oleh peningkatan penyerapan konsentrasi Cr^{6+} dan tersimpan pada jaringan tumbuhan sehingga menyebabkan terhambatnya proses fotosintesis yang ditandai berkurangnya klorofil pada tanaman eceng gondok.

SIMPULAN

Metode fitoremediasi menggunakan eceng gondok *E. azurea* adalah metode paling efektif dengan tingkat absorpsi Cr^{6+} paling tinggi yaitu adalah 87%, dibandingkan dengan eceng gondok *E. crassipes* dan kombinasi *E. crassipes* dan *E. azurea* tingkat absorpsi Cr^{6+} yaitu 64%.

Tingkat kerusakan eceng gondok pada limbah cair Cr^{6+} lebih cepat pada *E. azurea* yaitu 40%, dibandingkan *E. crassipes* adalah 27% dan kombinasi *E. crassipes* dan *E. azurea* adalah 13%.

Pertumbuhan eceng gondok pada limbah cair Cr^{6+} lebih cepat pada kombinasi *E. crassipes* dan *E. azurea* yaitu berat tanaman 45%, panjang akar 38%, tinggi tanaman 23%, dibandingkan *E. azurea* yaitu berat tanaman 35%, panjang akar 32%, tinggi tanaman 17%, dan *E. crassipes* yaitu berat tanaman 45%, panjang akar 38%, tinggi tanaman 7%.

DAFTAR PUSTAKA

Herdina, S.P., B. Budiyo dan S. Suhartono. 2018. Efektivitas Variasi Lama Kontak Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Dalam Menurunkan Logam Berat Kromium Heksavalen (Cr^{6+}) Pada Limbah Industri Pelapisan Logam. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(6): 315-324.

Kamriantiramli. 23 Mei 2011. Fitokelatin. (<https://kamriantiramli.wordpress.com/2011/05/23/fitokelatin/>, diakses 2 Mei 2021)

Mariwy, A., Y.H. Dulanlebit dan F. Yulianti. 2020. Studi Akumulasi Logam Berat Merkuri Menggunakan Tanaman Awar-Awar (*Ficus Septica* Burm F).

Indonesian Journal of Chemical Research, 7(2): 159-169.

- [MNLH] Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2006. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 09 Tahun 2006 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Pertambangan Bijih Nikel. Jakarta. Deputi Menlh Bidang Penataan Lingkungan
- Paiva, L.B., J.G. de Oliveira, R.A. Azevedo, D.R. Ribeiro, M.G. da Silva and A.P. Vitoria. 2009. Ecophysiological responses of water hyacinth exposed to Cr^{3+} and Cr^{6+} . *J. Environmental and Experimental Botany*, 65(2-3): 403-409.
- Palgunadi, S. dan Y. Almandatya. 2014. Klasifikasi Kualitas Kesehatan Daun Mangga Berdasarkan Warna Citra Daun. Prosiding SNST Fakultas Teknik. Hal 56-61.
- Pawestri, D.S., Z. Budiono dan S. Abdullah. 2020. Efisiensi Multi Soil Layering (Msl) Dalam Menurunkan Kadar Chromium Heksavalen (Cr^{6+}) Pada Limbah Cair Sablon Di Kaos Ngapak Kabupaten Banyumas. *Buletin Keslingmas*, 39(3): 131-137.
- Ratnani, R.D., I. Hartati dan L. Kurniasari. 2010. Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Untuk Menurunkan Kandungan COD (*Chemical Oxygen Demand*), pH, Bau, dan Warna Pada Limbah Cair Tahu. *Jurnal Ilmiah Unhawas*, 7(1): 41-47.
- Saha, P., O. Shinde and S. Sarkar. 2017. Phytoremediation of Industrial Mines Wastewater Using Water Hyacinth. *International Journal of Phytoremediation*, 19(1): 87-96.
- Said, N.I., 2017. *Teknologi Pengolahan Air Limbah : Teori dan Aplikasi*. Penerbit Erlangga. Hal 141.
- Suganda, T., E. Yulia, F. Widiyanti dan H. Hersanti. 2016. Intensitas penyakit blas (*Pyricularia oryzae* Cav.) pada padi varietas Ciharang di lokasi endemik dan pengaruhnya terhadap kehilangan hasil. *Jurnal Agrikultura*, 27(3): 54-59
- Suryati, T. 2003. Eliminasi logam berat kadmium dalam air limbah menggunakan tanaman air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 4(3): 143- 147
- Widodo, S., D. Safitri., N. Asmiani., A. Nawir dan A. Bechtel., 2019. Treatment of Cr^{6+} Using Phytoremediation Method in Rante Pond of PT. Vale Indonesia Tbk. *International Journal of Engineering and Science Applications*, 5(2): 93-100