



Fitoremediasi Memanfaatkan Tanaman Coontail untuk Menurunkan Kadar Timbal (Pb) menggunakan Sistem Batch

Phytoremediation Utilizing Coontail Plants to Reduce Lead (Pb) Levels using a Batch System

Achmad Sulaiman^{1*}, Widya Nilandita², dan Dedy Suprayogi³

1,2,3 Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Ampel Surabaya, Jalan Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, 60294..

Article Info:

Received: 09-08-2022

Accepted: 28-09-2022

Kata kunci:

Fitoremediasi,
Ceratophyllum demersum,
Timbal (Pb), Sistem batch

Keywords:

Phytoremediation,
Ceratophyllum demersum,
Lead (Pb), batch system

Abstrak: Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah semakin banyak adanya seiring dengan banyaknya industri yang ada di Indonesia. Perlu adanya pengolahan limbah alternatif yang digunakan untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Fitoremediasi merupakan alternatif pengolahan yang dapat digunakan untuk mengolah limbah yang mengandung logam berat karena pada pengolahan ini memanfaatkan tanaman untuk menyerap logam berat yang ada pada limbah. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui efisiensi penyerapan tanaman Coontail (*Ceratophyllum demersum*) dalam melakukan proses fitoremediasi air limbah yang mengandung timbal (Pb) dan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang dipengaruhi oleh variasi jumlah tanaman yang digunakan dalam menurunkan kadar Pb. Dalam penelitian eksperimental ini menggunakan variasi jumlah tanaman sebanyak 5 dan 10 tanaman yang digunakan dalam fitoremediasi dengan sistem batch, sedangkan untuk waktu fitoremediasi selama 10 hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada masing-masing reaktor memiliki penyerapan yang berbeda-beda yaitu pada reaktor limbah logam Pb dengan 5 tanaman dengan hasil rata-rata sebesar 83,7% sedangkan hasil pada reaktor dengan 10 tanaman dengan hasil rata-rata sebesar 86,8%. Berdasarkan hasil uji Kruskal Wallis nilai Asymp.sig tidak melebihi 0,05 yang berarti tidak ada perbedaan variasi jumlah tanaman terhadap penurunan kadar Pb.

Abstract: Environmental pollution due to waste and the number of industries in Indonesia are increasing. There needs to be an alternative waste treatment that is used to reduce environmental pollution. Phytoremediation is an alternative treatment that can treat waste containing heavy metals because this treatment utilizes plants to absorb heavy metals in the waste. This study aimed to determine the absorption efficiency of the Coontail plant (*Ceratophyllum demersum*) in carrying out the phytoremediation process of lead-containing wastewater (Pb). In this experimental study, 5 and 10 plants were used in the batch system for phytoremediation, while the phytoremediation time was ten days. The results of this study indicate that each reactor has different absorption, namely in the waste metal Pb reactor with five plants with an average yield of 83.7%, while the gain in the reactor with ten plants with an average result of 86.8%. Based on the results of the Kruskal Wallis test, the Asymp.sig value does not exceed 0.05, which means there is no difference in the variation in the number of plants to decrease Pb levels.

Pendahuluan

Pesatnya perkembangan industri di Indonesia menjadi salah satu penyebab meningkatnya masalah lingkungan akibat limbah industri, hal ini menyebabkan peningkatan pencemaran lingkungan akibat meningkatnya produksi limbah (Ajeng & Wesen, 2013). Limbah industri yang tidak diolah berpotensi merusak ekosistem setempat dan berdampak negatif terhadap pencemaran lingkungan. Dengan pesatnya peningkatan kegiatan industri seperti kegiatan pertambangan, industri kertas, fasilitas pelapisan logam, industri pupuk, difusi logam berat ke lingkungan terus meningkat (Dogan dkk., 2018).

Setiap pelaku usaha/atau industri wajib mengolah limbah sebelum dibuang ke badan air supaya tidak mencemari lingkungan sekitar. Jika kadar bahan kimia dalam limbah melebihi baku mutu yang ditentukan, maka dapat mencemari lingkungan dan berdampak negatif bagi makhluk hidup. Untuk mengatasi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah dapat dilakukan dengan menggunakan metode fitoremediasi. Teknik fitoremediasi adalah cabang dari bioremediasi yang menggunakan aplikasi tanaman untuk remediasi air limbah. Ini memanfaatkan potensi akar tanaman untuk menyerap nutrisi dari air limbah. Spesies tanaman yang dipilih untuk fitoremediasi memiliki kemampuan untuk mengakumulasi polutan yang spesifik atau luas (Mustafa & Hayder, 2021).

Fitoremediasi adalah metode yang dapat digunakan untuk membersihkan/mengangkut polutan dengan menggunakan tanaman yang memiliki kemampuan sangat tinggi untuk mengangkut berbagai polutan yang ada. Melalui membran selnya, tanaman dapat mengambil ion dari lingkungannya (Ghassani & Titah, 2022). Tanaman yang dapat digunakan untuk proses fitoremediasi salah satunya adalah tanaman Coontail (*Ceratophyllum demersum*) atau rumput bawah air yang tampak lebat dengan lingkaran daun kaku bercabang di sepanjang batang yang bercabang rapat. Tanaman Coontail (*Ceratophyllum demersum*) merupakan tanaman yang mampu menyerap nitrat, amoniak serta tanaman Coontail sangat menjanjikan sebagai tanaman fitoremediasi karena tumbuh dengan cepat dan dapat memfiksasi nitrogen untuk memungkinkan produksi berbagai macam metabolit sekunder (Lupitasari & Kusumaningtyas, 2020).

Hal yang mendasari pemilihan tanaman coontail ini karena tanaman ini mampu mengurangi logam dari air, menghasilkan konsentrasi internal beberapa kali lebih besar dari lingkungannya dan menunjukkan kapasitas akumulasi logam yang jauh lebih tinggi. Selain itu pada penelitian terdahulu tanaman ini mampu menjadi akumulator yang baik untuk logam berat dengan hasil uji laboratorium yang menunjukkan kapasitas tinggi pada logam Cd, Ni, dan Pb (Polechońska dkk, 2018).

Metode Penelitian

A. Fitoremediasi

Fitoremediasi adalah praktik penggunaan tanaman dan komponen tanaman untuk membersihkan limbah dan masalah pencemaran lingkungan dengan dua cara berbeda, *ex-situ*, di kolam atau reaktor buatan manusia, dan *in-situ*, di tanah atau tempat yang tercemar limbah (Dzakwan & Ni'am, 2021). Sehubungan dengan ini, fitoremediasi sebagai proses pemanfaatan langsung tanaman hidup untuk mendegradasi dan memperbaiki tanah, lumpur, sedimen, dan saluran air yang tercemar di lingkungan secara insitu (Ajeng & Wesen, 2013).

Teknik fitoremediasi adalah salah satu cabang bioremediasi yang memanfaatkan aplikasi tanaman untuk remediasi air limbah. Tanaman air memiliki kapasitas untuk menyerap kontaminan berlebih seperti polutan organik dan anorganik, logam berat, dan farmasi yang terdapat dalam air limbah pertanian, domestik, dan industri (Mustafa & Hayder, 2021).

B. Mekanisme Fitoremediasi

Mekanisme fitoremediasi dan efisiensi fitoremediasi bergantung pada jenis kontaminan, sifat tanah dan ketersediaan hayatinya. Terdapat beberapa cara tanaman membersihkan maupun memulihkan area yang terkena kontaminan. Penyerapan kontaminan pada tanaman terjadi terutama melalui sistem akar, di mana merupakan mekanisme utama untuk mencegah toksisitas. Sistem akar menyediakan luas permukaan yang sangat besar yang menyerap dan mengakumulasi air dan nutrisi penting untuk pertumbuhan bersama dengan kontaminan non-esensial lainnya (Sukono dkk, 2020).

Ada beberapa macam mekanisme fitoremediasi yaitu sebagai berikut:

1. Fitoekstraksi

Fitoekstraksi dikenal sebagai akumulasi tanaman adalah nama lain untuk phytoextraction. Polutan diambil oleh akar tanaman dan kemudian dipindahkan ke bagian tanaman yang lain. Metode ini bekerja dengan baik untuk membersihkan kontaminan anorganik. Pakis, bunga matahari, dan jagung adalah contoh hiperakumulator yang

digunakan. (Pranoto, 2013).

2. Rhizofiltrasi

Akar tumbuhan mengadsorpsi atau presipitasi pada zone akar atau mengabsorpsi larutan polutan sekitar akar ke dalam akar, polutan yang berada di dalam tanah di serap akar tanaman diambil oleh akar atau menempel pada akar. Prosedur ini digunakan untuk bahan larutan sehingga proses rizofiltrasi tidak diperlukan untuk kompos. Tapi rhizofiltrasi bekerja dengan baik untuk lindi dari langkah pengomposan pertama (Pranoto, 2013).

Metode ini dapat menyerap zat berbahaya dalam cairan atau pada akar tanaman di zona akar. Sebagian besar waktu, logam atau senyawa organik dari air tanah ((in situ atau diekstraksi), air permukaan, atau air limbah digunakan dalam rhizofiltrasi. Rhizofiltrasi dapat digunakan untuk menghilangkan Pb, Cd, Cu, Ni, Zn, dan Cr dari akar (Sukono dkk., 2020).

3. Fitodegradasi

Fitodegradasi adalah saat tanaman menghilangkan logam berat dari tanah dan menggunakan enzim, seperti oksigenase dan dehalogenase, untuk menghilangkan polutan (Tampubolon dkk., 2020).

Bakteri memecah polutan di tanah, yang dibantu oleh ragi, jamur, gula, asam, dan alkohol dari akar tanaman. Eksudat memberi makan mikroorganisme yang memecah kontaminan dan organisme lain di dalam tanah. Cara yang tepat untuk membersihkan sampah organik adalah dengan metode ini. Berbagai jenis rumput dapat digunakan (Pranoto, 2013).

4. Fitostabilisasi

Fitostabilisasi (phytostabilization) adalah proses di mana senyawa kimia tertentu dibuat untuk mencegah polutan bergerak di rizosfer (Tampubolon dkk., 2020).

Akar tanaman menahan kontaminan di tempatnya, yang mengumpulkan, menyerap, dan mengendapkan kontaminan di zona akar. Metode ini biasanya digunakan untuk membersihkan bahan anorganik (Pranoto, 2013).

5. Fitovolatilisasi

Fitovolatilisasi (phytovolatilization). Tumbuhan mengambil polutan, melepaskannya ke udara sebagai uap air. Ketika polutan dimasukkan ke udara, polutan mungkin berubah. Teknik ini bekerja dengan baik dengan polutan organik. Tumbuhan kapas dan paku-pakuan merupakan contoh tumbuhan yang dapat dimanfaatkan. (Pranoto, 2013).

Fitovolatilisasi juga melibatkan kontaminan yang dibawa ke dalam tubuh tumbuhan. Namun, dalam fitovolatilisasi, kontaminan dengan bentuk yang mudah menguap atau produk penguraian yang mudah menguap dibawa ke dalam tubuh tumbuhan oleh uap air dari daun. Fitovolatilisasi juga dapat menyebarkan polutan dari batang atau bagian lain tanaman yang dilalui polutan sebelum mencapai daun (Sukono dkk., 2020)

A. Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah proses pemindahan tanaman ke berbagai ke berbagai kondisi di sekitarnya, seperti kelembaban, cahaya, dan suhu, yang biasanya tidak mereka alami dalam lingkungan yang terkendali (aseptik dan heterotrofik) termasuk tahap terakhir dalam proses pertumbuhan jaringan dalam suatu kultur (Permadi, 2019).

Aklimatisasi juga disebut sebagai proses penyesuaian tanaman hasil kultur jaringan ke lingkungan baru sebelum ditanam dan digunakan sebagai tanaman induk untuk produksi. Aklimatisasi juga dilakukan untuk mengetahui mampu atau tidaknya tanaman beradaptasi pada lingkungan tumbuh yang kurang aseptik (Permadi, 2019).

Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. 5 buah reaktor batch yang memiliki ukuran panjang 30 cm x lebar 20 cm x tinggi 20 cm
2. pH meter
3. Neraca analitik
4. Spatula
5. Labu ukur 500 ml
6. Batang pengaduk
7. Kaca arloji
8. Botol sampel 100 ml
9. Alat menulis
10. Aquades
11. Tanaman Coontail
12. Logam Timbal (Pb (NO₃)₂)

Pada penelitian ini merupakan studi penelitian eksperimental skala laboratorium untuk

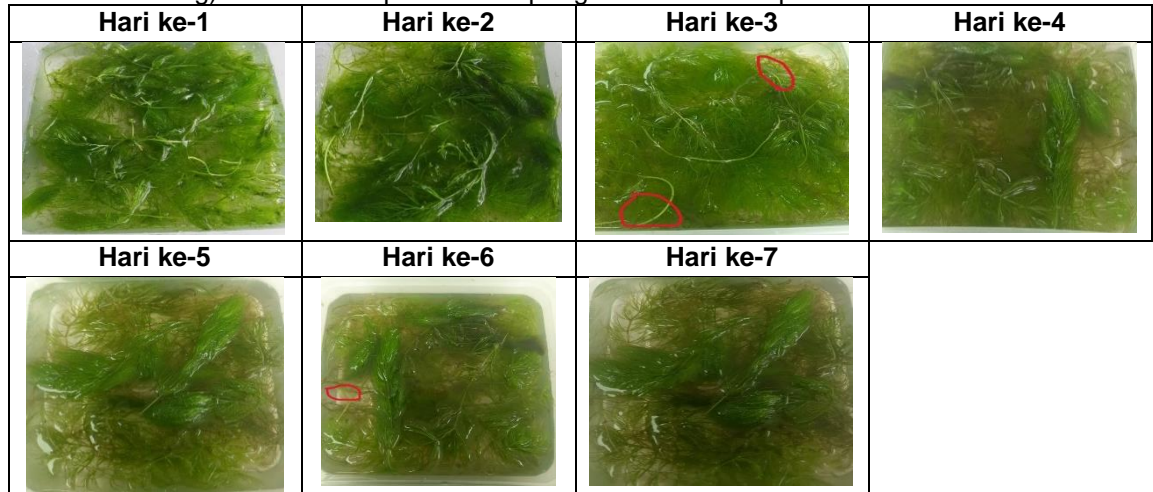
menurunkan kadar kadmium (Cd) dan timbal (Pb) menggunakan sistem batch. Penelitian ini menggunakan pendekatan secara deskriptif-kuantitatif dimana penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi penurunan logam berat berdasarkan variasi jumlah tanaman dan kondisi tanaman selama masa uji fitoremediasi.

Tempat dan waktu penelitian ini yaitu dilakukan di laboratorium Uinsa untuk tempat aklimatisasi sampai dengan proses aklimatisasi. Sedangkan untuk waktu penelitian ini dilakukan selama 17 hari (aklimatisasi tanaman 7 hari dan fitoremediasi 10 hari).

Hasil dan Pembahasan

A. Aklimatisasi Tanaman Coontail

Pada tahap awal sebelum dilakukannya fitoremediasi ini tanaman terlebih dahulu dilakukan aklimatisasi air laut pada tanaman. Pada penelitian ini aklimatisasi dilakukan selama 7 hari, selama 7 hari tersebut dilakukan pengamatan harian terhadap perubahan fisik tanaman (warna daun dan batang). Berikut merupakan tabel pengamatan selama proses aklimatisasi.







Gambar 1. Aklimatisasi Tanaman Coontail

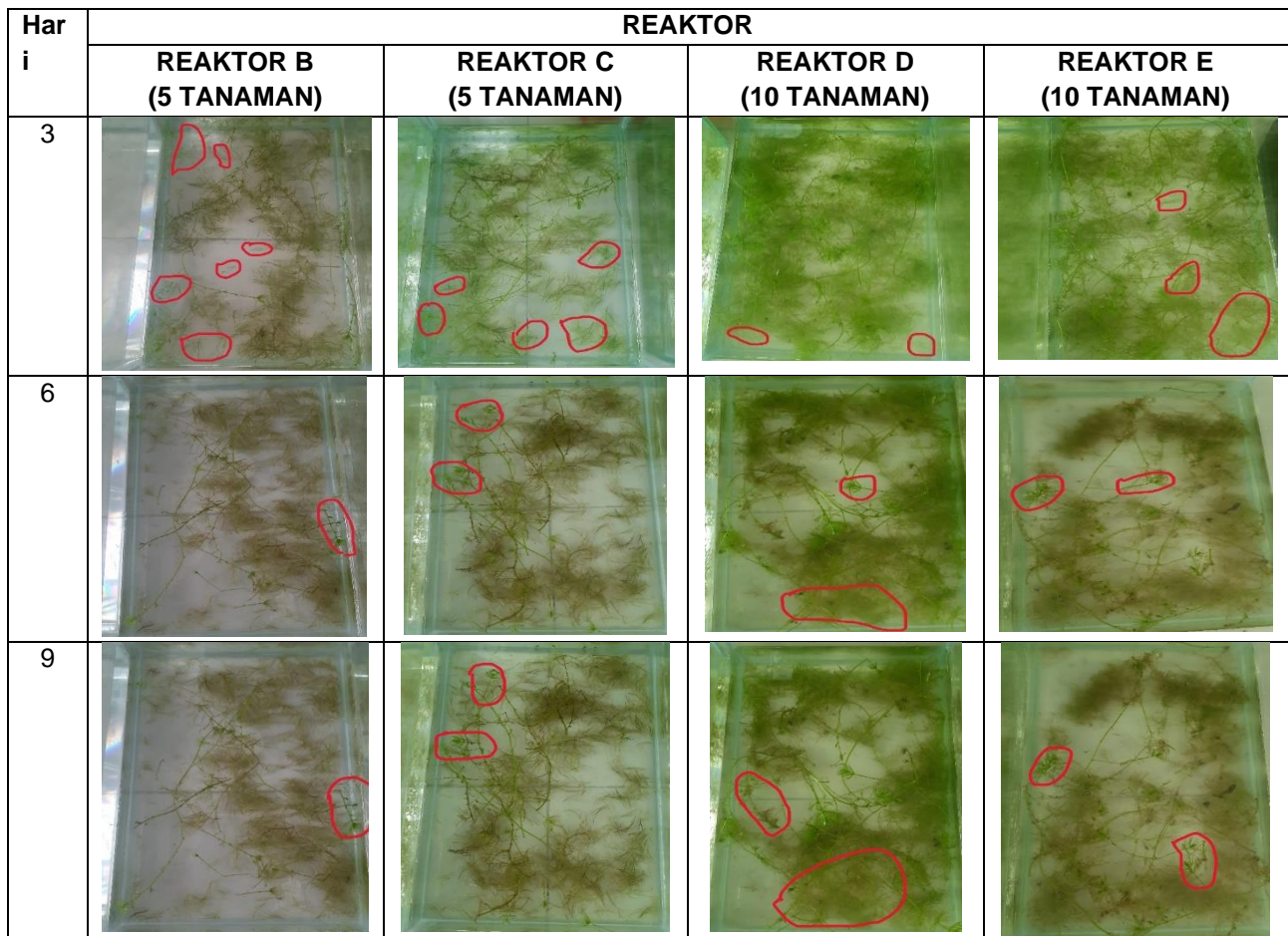
(Sumber: Data Primer, 2023)

Berdasarkan tabel diatas pada saat tahap aklimatisasi tanaman mengalami perubahan warna pada hari yang ke-3 dimana pada tanda bulat merah menunjukkan adanya perubahan warna pada beberapa tanaman menjadi sedikit memudar pada batang tanaman tersebut. Perubahan juga terjadi pada hari ke-6 dimana ada daun dari salah satu tanaman yang gugur dari batang, sedangkan untuk kondisi batang masih segar dan juga mulai berubah warna menjadi hijau muda.

B. Fitoremediasi Tanaman Coontail

Pada penelitian ini proses fitoremediasi dilakukan selama 10 hari, selama proses fitoremediasi tanaman dilakukan pengamatan harian yang meliputi kondisi fisik pada tanaman (warna daun dan batang), pH air, dan suhu air pada tiap-tiap reaktor. Fitoremediasi pada penelitian ini menggunakan 5 reaktor, pada masing-masing reaktor diisi air limbah artifisial Pb dengan konsentrasi 10 mg/l dan juga tanaman Coontail. Pada dua reaktor diisi dengan jumlah 5 tanaman dan ada dua reaktor dengan 10 tanaman, sedangkan ada satu reaktor yang digunakan sebagai kontrol. Pada hari ke-0, 3, 6, 9 dilakukan pengambilan sampel untuk diuji kandungan logam berat yang ada pada tiap reaktor. Berikut merupakan tabel pengamatan selama proses fitoremediasi.

Har i	REAKTOR			
	REAKTOR B (5 TANAMAN)	REAKTOR C (5 TANAMAN)	REAKTOR D (10 TANAMAN)	REAKTOR E (10 TANAMAN)
0				



Gambar 2. Fitoremediasi Tanaman Coontail

(Sumber: Data Primer, 2023)

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan perubahan pada kondisi tanaman selama proses fitoremediasi berlangsung. Terjadi perubahan fisik pada batang maupun daun tanaman yang ditunjukkan pada tanda merah yang ada pada gambar. Perubahan fisik tanaman terjadi mulai pada hari ke-3 fitoremediasi, tanaman mulai terdapat daun yang rontok dari batang tanaman dan kondisi batang tanaman juga mulai berubah menjadi kekuningan. Puncaknya pada hari ke-9, tanaman semakin banyak daun yang rontok dari batang tanaman hingga kondisi batang yang mulai banyak yang patah pada masing-masing reaktor. Sedangkan untuk pengamatan pH didapatkan hasil pH berkisar 6,26-7,17.

Nilai pH selama proses fitoremediasi dapat berubah dikarenakan adanya mekanisme air limbah yang bereaksi dengan ion OH⁻ dan juga bisa karena dipengaruhi oleh suhu (Munandar dkk., 2018). Suhu yang mengalami penurunan dapat menyebabkan kenaikan kelarutan oksigen air dan meningkatkan nilai pH menjadi basa (Munandar dkk., 2018). Nilai pH secara tidak langsung dapat mempengaruhi perkembangan dan pertumbuhan tanaman, pada nilai pH yang kurang dari 4 untuk sebagian jenis tumbuhan air akan mengalami kematian karena tidak dapat mentoleransi pH yang terlalu rendah (Suryadi dkk., 2017).

Berikut merupakan hasil pengujian terhadap kandungan logam berat Pb selama proses fitoremediasi berlangsung. Pengujian dilakukan pada hari ke-0, 3, 6, dan 9 pada tiap reaktor fitoremediasi.

Tabel 3. Hasil Uji Logam Berat Timbal (Pb)

Reaktor	Hasil Uji Logam Berat Pb (mg/l)			
	Hari Ke-0	Hari Ke-3	Hari Ke-6	Hari Ke-9
A	9,40	9,38	9,32	9,32
B	9,71	7,89	4,8	1,77

C	9,98	7,6	4,82	1,35
Rata-rata Reaktor (B dan C)	9,85	7,75	4,81	1,56
D	9,60	7,23	4,86	1,28
E	9,16	7,55	4,3	1,16
Rata-rata Reaktor (D dan E)	9,38	7,39	4,58	1,22

(Sumber: Data Primer, 2023)

Berdasarkan data tabel hasil uji kandungan logam berat diatas menunjukkan bahwa adanya penurunan selama proses fitoremediasi yang berlangsung selama 10 hari. Hasil pengujian kadar logam berat pada hari ke 9 menunjukkan adanya penurunan selama proses fitoremediasi. Pada tiap reaktor mengalami penurunan yang berbeda-beda, hasil penurunan yang paling tinggi terjadi pada reaktor yang didalamnya terdapat lebih banyak jumlah tanaman yaitu pada reaktor D dan E dengan 10 tanaman yang ada pada reaktor tersebut.

Penyerapan yang terjadi pada tanaman Coontail mungkin disebabkan oleh ligan seperti glutathione dan phytochelatin synthase, protein pengikat logam dll dalam strukturnya dan pada studi struktural menunjukkan bahwa logam berat terutama disimpan di dinding sel, vakuola, dan ruang antar sel (Dogan dkk., 2018).

Ada beberapa mekanisme fitoremediasi dari tanaman Coontail menurut (Furze dkk., 2022) yaitu sebagai berikut:

1. *Phytoextraction*: Penyerapan kontaminan dari lingkungan yang terkontaminasi oleh organ/bagian tanaman penyerap dan translokasinya menjadi organ/bagian yang dapat dipanen/dipindahkan. *C. demersum* tidak memiliki akar aktif yang relatif besar, meskipun menyerap unsur-unsur dengan seluruh tubuhnya (Furze dkk., 2022).
2. Fitodegradasi: Proses degradasi kontaminan oleh tanaman sebagai hasil dari metabolisme tanaman. Penghapusan nitrat dan remediasi badan air yang terkontaminasi menggunakan *C. demersum* mencontohkan proses degradasi (Furze dkk., 2022)

C. Hasil Efisiensi Tanaman Coontail

Berikut merupakan hasil dari perhitungan efisiensi penurunan logam berat Pb berdasarkan dari perhitungan dengan menggunakan rumus efisiensi.

1. Reaktor Kontrol

Hasil penurunan pada reaktor A pada hari ke-9 dengan hasil 9,32 dari konsentrasi awal pada hari ke-0 yaitu 9,40. Dari hasil tersebut dapat dihitung nilai efisiensi removal pada logam berat sebagai berikut:

$$\%E = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\%$$

$$\%E = \frac{9,40 - 9,32}{9,40} \times 100\%$$

$$\%E = 0,85\%$$

Dari perhitungan diatas efisiensi removal pada reaktor A yaitu sebanyak 0,85%. Reaktor A merupakan reaktor kontrol tanpa adanya tanaman. Adanya penurunan konsentrasi logam berat pada reaktor kontrol bisa terjadi karena sifat logam berat yang mudah mengendap di dasar air pada reaktor (Munandar dkk., 2018).

2. Reaktor dengan 5 tanaman

Hasil penurunan pada reaktor B pada hari ke-9 dengan hasil 1,77 dari konsentrasi awal pada hari ke-0 yaitu 9,71. Dari hasil tersebut dapat dihitung nilai efisiensi removal pada logam berat sebagai berikut:

$$\%E = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\%$$

$$\%E = \frac{9,71 - 1,77}{9,71} \times 100\%$$

$$\%E = 81\%$$

Dari perhitungan diatas efisiensi removal pada reaktor B yaitu sebanyak 81%. Reaktor B merupakan reaktor dengan 5 tanaman Coontail didalamnya. Sedangkan hasil penurunan pada reaktor C pada hari ke-9 dengan hasil 1,35 dari konsentrasi awal pada hari ke-0 yaitu 9,98. Dari hasil tersebut dapat dihitung nilai efisiensi removal pada logam berat sebagai berikut:

$$\%E = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\%$$

$$\%E = \frac{9,98 - 1,35}{9,98} \times 100\%$$

$$\%E = 86,4\%$$

Dari perhitungan diatas efisiensi removal pada reaktor C yaitu sebanyak 86%. Reaktor C merupakan reaktor duplo dengan 5 tanaman Coontail didalamnya. Pada 2 reaktor tersebut diisi 5 tanaman dimana reaktor C merupakan duplo dari reaktor B sehingga hasil efisiensi tersebut dapat dirata-rata dan didapatkan hasil sebesar 83,7%. Jadi untuk efisiensi yang didapatkan dari reaktor dengan jumlah 5 tanaman yaitu sebesar 83,7%

3. Reaktor dengan 10 tanaman

Hasil penurunan pada reaktor Hasil penurunan pada reaktor D pada hari ke-9 dengan hasil 1,28 dari konsentrasi awal pada hari ke-0 yaitu 9,6. Dari hasil tersebut dapat dihitung nilai efisiensi removal pada logam berat sebagai berikut:

$$\%E = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\%$$

$$\%E = \frac{9,6 - 1,28}{9,6} \times 100\%$$

$$\%E = 86,6\%$$

Dari perhitungan diatas efisiensi removal pada reaktor D yaitu sebanyak 87%. Reaktor D merupakan reaktor dengan 10 tanaman Coontail didalamnya. Sedangkan pada reaktor E yaitu pada hari ke-9 dengan hasil 1,16 dari konsentrasi awal pada hari ke-0 yaitu 9,16. Dari hasil tersebut dapat dihitung nilai efisiensi removal pada logam berat sebagai berikut:

$$\%E = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\%$$

$$\%E = \frac{9,16 - 1,16}{9,16} \times 100\%$$

$$\%E = 87\%$$

Dari perhitungan efisiensi diatas dari reaktor E yaitu sebanyak 87% penurunan konsentrasi pada logam berat selama proses fitoremediasi mulai dari hari ke-0 sampai dengan hari ke-9 pengujian. Pada reaktor D dan E tanaman Coontail yang dipakai yaitu sebanyak 10 tanaman sedangkan untuk reaktor E merupakan duplo dari reaktor D, dapat dirata-rata dari dua hasil tersebut menjadi sebesar 86,8%. Jadi untuk hasil dari efisiensi tanaman pada reaktor dengan 10 tanaman yaitu sebesar 86,8%.

Perbedaan penyerapan yang terjadi pada tiap-tiap reaktor dapat disebabkan karena pH. Semakin netral pH air yang ada pada reaktor maka nilai serapan akumulasi pada tanaman air juga tinggi (Munandar dkk., 2018). Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Munandar dkk., (2018), pada penelitian tersebut tanaman Coontail mampu menurunkan kandungan logam berat Pb hingga 81,1%.

4. Hasil Uji Statistik Terhadap Variasi Jumlah Tanaman

Pada penelitian ini dilakukan uji statistik untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan pada variasi jumlah tanaman Coontail dalam menurunkan kadar logam berat Pb. Uji statistik yang digunakan yaitu One Way Anova, akan tetapi apabila data tidak berdistribusi normal dan tidak homogen maka uji statistik yang akan dipakai yaitu uji Kruskal Wallis. Sebelum melakukan uji One Way Anova terlebih dahulu melakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal. Berikut merupakan hasil dari uji normalitas dari data penurunan logam

berat Pb.

Tests of Normality

	Jumlah tanaman	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil uji	0	,302	4	.	,827	4	,161
	5	,185	8	,200*	,910	8	,357
	10	,185	8	,200*	,910	8	,355

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 1. Hasil Uji Normalitas
(Sumber: Data Primer, 2023)

Berdasarkan hasil uji normalitas diatas, didapatkan hasil signifikansi yang melebihi 0,05 yang berarti data berdistribusi normal. Selanjutnya setelah mengetahui data berdistribusi normal maka dilanjutkan dengan melakukan uji homogenitas pada data. Berikut merupakan hasil dari uji homogenitas dari data penurunan logam berat Pb.

Test of Homogeneity of Variances

Hasil uji		Levene	df1	df2	Sig.
		Statistic			
Hasil uji	Based on Mean	6,650	2	17	,007
	Based on Median	6,304	2	17	,009
	Based on Median and with adjusted df	6,304	2	13,977	,011
	Based on trimmed mean	6,646	2	17	,007

Tabel 2. Hasil Uji Homogen
(Sumber: Data Primer, 2023)

Berdasarkan hasil uji homogenitas didapatkan hasil signifikansi yang tidak melebihi 0,05 yang berarti data tersebut tidak homogen. Untuk melakukan uji One Way Anova tidak dapat dilakukan karena data tidak homogen. Maka untuk uji statistik yang akan digunakan yaitu uji Kruskal Wallis. Berikut merupakan hasil dari uji Kruskal Wallis dari data penurunan logam berat Pb.

Test Statistics^{a,b}

Hasil uji	
Kruskal-Wallis H	,397
df	1
Asymp. Sig.	,529

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
Jumlah tanaman

Tabel 3. Hasil Uji Kruskal Wallis
(Sumber: Data Primer, 2023)

Berdasarkan hasil uji Kruskal Wallis diatas didapatkan hasil Asymp.sig 0,529. Dari hasil tersebut melebihi 0,05 yang berarti H0 diterima atau hipotesa yang didapatkan dimana tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap penurunan kadar logam Pb. Hal tersebut dapat disebabkan oleh beda variasi jumlah tanaman yang hanya memakai 2 variasi saja yaitu 5 dan 10 tanaman, seharusnya memakai variasi jumlah tanaman yang lebih beragam supaya dapat terlihat perbedaannya.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Lidiana, 2022), pada penelitian tersebut hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan nilai *Asymp.Sig* yang melebihi 0,05 yang berarti tidak terdapat perbedaan. Hal tersebut dapat disebabkan tidak ada perbedaan nyata pada uji karena

penggunaan variasi jumlah tanaman dan waktu paparan dalam penelitian tersebut yang terlalu sedikit.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa efisiensi rata-rata tanaman Coontail dengan 5 tanaman sebesar 83,7%. Sedangkan untuk efisiensi rata-rata tanaman Coontail dengan jumlah 10 tanaman sebesar 86,8%. Berdasarkan hasil uji statistik Kruskal Wallis bahwa tidak ada perbedaan terhadap variasi jumlah tanaman yang digunakan dalam menurunkan kadar logam berat Pb.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak dan ibu dosen prodi Teknik Lingkungan Uinsa atas bimbingannya dalam membantu dan mengoreksi laporan penelitian, serta penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penelitian ini hingga selesai.

Daftar Pustaka

- Ajeng, A. B., & Wesen, P. (2013). Penyisihan Logam Berat Timbal (Pb) dengan Proses Fitoremediasi. *Envirotek : Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 5(2), 17–23.
- Dogan, M., Karatas, M., & Aasim, M. (2018). Cadmium and lead bioaccumulation potentials of an aquatic macrophyte *Ceratophyllum demersum* L.: A laboratory study. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 148(August 2017), 431–440. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.10.058>
- Dzakwan, M. A., & Ni'am, A. C. (2021). Kajian Jenis Tanaman Rumput Untuk Teknologi Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat. *Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, dan Infrastruktur II*, 413–421. <http://disbun.jabarprov.go.id/akarwangi>,
- Furze, J. N., Eslamian, S., Raafat, S. M., & Swing, K. (2022). *Competitive Bioaccumulation by Ceratophyllum demersum* L. (Vol. 2). https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-98584-4_1.
- Lidiana, R. (2022). *Efektivitas dan Efisiensi Tanaman Genjer (Limnocharis flava) Dalam Menurunkan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Menggunakan Sistem Batch*. 1–83.
- Lupitasari, D., & Kusumaningtyas, V. A. (2020). Pengaruh Cahaya dan Suhu Berdasarkan Karakter Fotosintesis *Ceratophyllum demersum* sebagai Agen Fitoremediasi. *Jurnal Kartika Kimia*, 3(1), 33–38. <https://doi.org/10.26874/jkk.v3i1.53>
- Munandar, A. A., Kusuma, Z., Prijono, S., & Irawanto, R. (2018). Fitoremediasi air tercemar timbal (Pb) dengan *Semna minor* dan *Ceratophyllum demersum* serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan *Lactuca sativa*. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(2), 867–874. <http://jtsl.uib.ac.id>
- Mustafa, H. M., & Hayder, G. (2021). Recent studies on applications of aquatic weed plants in phytoremediation of wastewater: A review article. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 355–365. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.05.009>
- Permadi, M. I. (2019). Pemanfaatan Bambu Air (*Equisetum* sp.) Untuk Menurunkan Kadar Timbal (Pb) Menggunakan Fitoremediasi Sistem Batch. In *digilib.uinsa.ac.id* (Vol. 8, Nomor 5).
- Polechońska, L., Klink, A., Dambiec, M., & Rudecki, A. (2018). Evaluation of *Ceratophyllum demersum* as the accumulative bioindicator for trace metals. *Ecological Indicators*, 93, 274–281. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2018.05.020>
- Pranoto. (2013). Fitoteknologi Dan Ekotoksikologi Dalam Pengolahan Sampah Menjadi Kompos. *Indonesian Journal of Conservation*, 2(1), 66–73.
- Sukono, G. A. B., Hikmawan, F. R., Evitasari, E., & Satriawan, D. (2020). Mekanisme Fitoremediasi: Review. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 2(2), 40–47. <https://doi.org/10.35970/jppl.v2i2.360>
- Suryadi, Isna Apriani, U. K. (2017). Uji Tanaman Coontail (*Ceratophyllum Demersum*) Sebagai Agen Fitoremediasi Limbah Cair Kopi. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 5(1). <https://doi.org/10.26418/jtllb.v5i1.18541>
- Tampubolon, K., Zulkifli, T. B. H., & Alridiwersah. (2020). Kajian Gulma *Eleusine indica* Sebagai

Fitoremediator Logam Berat. *Jurnal Agroteknologi dan Perkebunan*, 3(1), 1–9.