



BIOAKUMULASI LOGAM BERAT (Pb) PADA VEGETASI MANGROVE FAMILI RHIZOPHORACEAE DI TELUK LEMBAR KABUPATEN LOMBOK BARAT

Firman Ali Rahman^{1*}, Nening Listari², dan Siti Wardatul Jannah³

¹Program Studi Tadris IPA Biologi, FTK, Universitas Islam Negeri Mataram,
Indonesia

^{2&3}Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Nahdlatul Wathan
Mataram, Indonesia

*E-Mail : firmanalirahman@uinmataram.ac.id

DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i2.5956>

Submit: 05-09-2022; Revised: 06-10-2022; Accepted: 13-10-2022; Published: 30-12-2022

ABSTRAK: Mangrove merupakan salah satu vegetasi pesisir yang memiliki peran dan manfaat ekologi sebagai mitigasi bencana, salah satunya adalah bioakumulasi cemaran logam berat timbal (Pb). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kemampuan serapan logam berat timbal (Pb), oleh jaringan daun dan akar mangrove, dan potensi kemampuan simpanan logam berat timbal (Pb), pada substrat ekosistem mangrove yang terdapat di bawah tegakan setiap jenis mangrove famili rhizophoraceae. Penelitian dilakukan pada ekosistem mangrove teluk Lembar Kabupaten Lombok Barat. Penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif dengan metode pengambilan sampel *purposive random sampling*, yaitu dimulai dengan pengambilan sampel daun dan akar pada setiap jenis berbeda dan pengambilan sampel substrat yang terdapat di bawah tegakan jenis-jenis mangrove famili rhizophoraceae. Pengujian sampel dilakukan dengan metode *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam berat (Pb), yang terdapat pada jaringan akar lebih besar dari pada hasil uji pada sampel daun, yaitu pada akar *Bruguiera gymnorrhiza* sebesar 7,23 ppm, akar *Rhizophora stylosa* sebesar 2,84 ppm, dan akar *Ceriops decandra* sebesar 2,84 ppm, sedangkan pada daun *Rhizophora stylosa* sebesar 4,23 ppm, daun *Bruguiera gymnorrhiza* sebesar 2,92 ppm, dan daun *Ceriops decandra* sebesar 2,91 ppm. Selain itu, kandungan simpanan logam berat yang terdapat di bawah tegakan jenis mangrove *Bruguiera gymnorrhiza* sebesar 19,64 ppm, substrat *Rhizophora stylosa* sebesar 16,94 ppm, dan substrat *Ceriops decandra* sebesar 12,94 ppm. Sedangkan berdasarkan kemampuan fitoremediasi jenis mangrove pada famili rhizophoraceae ekosistem mangrove teluk Lembar didapatkan bahwa daun jenis *Rhizophora stylosa* (- 1,24), lebih tinggi dibandingkan dengan *Bruguiera gymnorrhiza* (- 0,26), dan *Ceriops decandra* (0,20). Sama halnya dengan kemampuan jaringan akar sebagai agen fitoremediasi ditemukan paling besar pada jenis *Rhizophora stylosa* (- 1,32).

Kata Kunci: Bioakumulasi, Fitoremediasi, Logam Berat, Mangrove, Timbal.

ABSTRACT: Mangroves are one of the coastal vegetations that have ecological roles and benefits as disaster mitigation, one of which is the bioaccumulation of lead (Pb) heavy metal contamination. The purpose of this study was to determine the uptake ability of the heavy metal lead (Pb) by mangrove leaf and root tissues, and the potential storage capacity of the heavy metal lead (Pb) in the substrate of the mangrove ecosystem found under stands of each type of mangrove in the Rhizophoraceae family. The research was conducted on the mangrove ecosystem of the Lembar Bay of West Lombok Regency. This research is a quantitative descriptive research using *purposive random sampling method*, which starts with taking samples of leaves and roots of each different species and taking samples of the substrate found under stands of mangrove species in the Rhizophoraceae family. Sample testing was carried out using the *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) method. The results showed that the heavy metal (Pb) content in the root tissue was greater than the test results on the leaf samples, namely the roots of *Bruguiera gymnorrhiza* of 7.23 ppm, the roots of *Rhizophora stylosa* of 2.84 ppm, and the roots of *Ceriops decandra* of 2.84 ppm, while for *Rhizophora stylosa* leaves it was 4.23 ppm, for *Bruguiera gymnorrhiza* leaves it was 2.92 ppm, and for *Ceriops decandra* leaves it was 2.91 ppm. In





addition, the content of heavy metal deposits found under the *Bruguiera gymnorrhiza* mangrove stands was 19.64 ppm, *rhizophora stylosa* substrate was 16.94 ppm, and 12.94 ppm *ceriops decandra* substrate. Meanwhile, based on the phytoremediation ability of mangrove species in the *Rhizophoraceae* family of the Sheet Bay mangrove ecosystem, it was found that the leaves of the type *Rhizophora stylosa* (- 1.24), were higher than those of *Bruguiera gymnorrhiza* (- 0.26), and *Ceriops decandra* (0.20). Similarly, the ability of root tissue as a phytoremediation agent was found to be greatest in *Rhizophora stylosa* (- 1.32).

Keywords: Bioaccumulation, Phytoremediation, Heavy Metals, Mangroves, Lead.



Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Kerusakan lingkungan pada umumnya dimulai dari pembangunan fisik suatu kawasan, yang berorientasi pada sektor bisnis dan peningkatan ekonomi. Salah satunya adalah pembangunan pelabuhan yang merupakan roda transportasi antar pulau, pengiriman barang dan bongkar muat barang dalam skala besar. Berbagai dampak yang ditimbulkan dari aktifitas pelabuhan dan pengelolaan yang tidak baik, mulai dari pencemaran lingkungan, hingga terganggunya ekosistem biota pesisir seperti: mangrove, nekton, moluska, terumbu karang dan padang lamun. Disamping itu dapat menurunkan kualitas kesehatan masyarakat pesisir, salah satunya adalah buruknya pengelolaan limbah air balas kapal yang mengandung logam berat, sedangkan menurut (Basuki *et al.*, 2018; Malison, 2017; Syarifuddin & Zulhamran, 2012), bahwa lebih dari 10 milyar ton air balas kapal yang berpotensi mencemari laut di seluruh dunia.

Salah satu pelabuhan aktif di Pulau Lombok dan telah beroperasi sejak tahun 1977 adalah pelabuhan Lembar yang terdapat di Kabupaten Lombok Barat. Aktivitas pelabuhan Lembar sangat berpotensi mencemari lingkungan dengan kapasitas kapal feri sebanyak ± 37 setiap harinya untuk kegiatan penyeberangan antara provinsi, pengiriman dan bongkar muat barang sebesar ± 685 ton/hari, atau setara $\pm 25,0000$ ton/tahun, dan *Dead Weight Tonage* (DWT) kapal rata-rata ukuran 1,000 - 1,500 ton. (Khosiah & Purnawan, 2018; Suara NTB, 2021). Dampak negatif dari aktivitas pelabuhan Lembar hingga saat ini dapat dilihat dari mulai terganggunya biota yang terdapat disekitar pelabuhan seperti ekosistem mangrove. Selama kurun waktu 6 (enam) tahun sejak 2006 hingga 2012 telah bekurang seluas 254,91 ha, menjadi 183,63 ha, yang sebelumnya seluas 438,54 ha, pada tahun 2006. Sedangkan menurut Syarifuddin & Zulhamran (2012), melaporkan bahwa hanya tersisa $\pm 27,29\%$ luasan ekosistem mangrove yang terdapat di Kabupaten Lombok Barat dalam kondisi baik.

Terjadinya pengurangan jumlah luasan ekosistem mangrove tentunya berdampak pada terjadinya penurunan kualitas kesehatan perairan pelabuhan Lembar dan sekitarnya, sedangkan mangrove sangat berperan penting dalam menopang kehidupan ekonomi dan kesehatan masyarakat pesisir, terutama terhadap cemaran logam berat yang berasal dari aktivitas pelabuhan Lembar. Hal



ini didukung oleh berbagai studi terdahulu yang membuktikan bahwa mangrove merupakan salah satu bioakumulator logam berat berbahaya (Nur, 2013; Setiawan, 2013; Analuddin *et al.*, 2017; Nilasari & Wibowo, 2018; Sasnita *et al.*, 2017; Supriyantini *et al.*, 2017; Warni *et al.*, 2017; Khairuddin *et al.*, 2018; Nurhamidin & Ibrahim, 2018; Rahman *et al.*, 2018; Sanadi *et al.*, 2018; Utami *et al.*, 2018; Lubis *et al.*, 2019; Falah *et al.*, 2020; Lestari *et al.*, 2020; Nawawi *et al.*, 2020; Rahman *et al.*, 2020; Wilda *et al.*, 2020; Hadi *et al.*, 2021; Nursagita & Sulistyning, 2021; Rahman & Hadi, 2021; Hilyana *et al.*, 2022). Berdasarkan pemaparan di atas, salah satu alternatif sederhana dalam mendeteksi kontaminasi cemaran limbah logam berat non esensial dari aktivitas pelabuhan Lembar dapat dimulai dengan analisis uji coba kandungan kontaminasi logam berat pada substrat ekosistem mangrove.

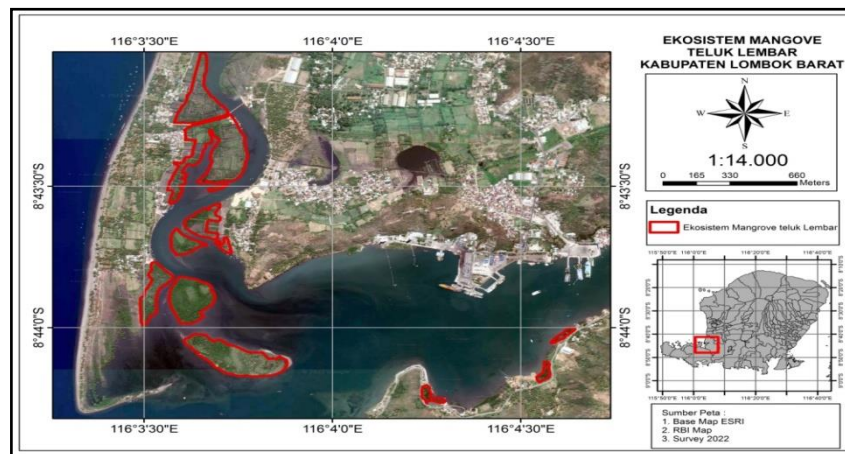
METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini bersifat kuantitatif deskriptif dengan metode pengambilan sampel *purposive random sampling*.

Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel mangrove dan data kualitas air akan dilakukan pada bulan Juli - Agustus 2022. Lokasi pengambilan sampel mangrove dilakukan pada vegetasi mangrove yang berdekatan dengan pelabuhan Lembar Kecamatan Lembar Kabupaten Lombok Barat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ekosistem Mangrove Pelabuhan Lembar.

Alat dan Bahan

Alat-alat lapangan yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah, *general positioning system* (GPS), timbangan analitik, oven, plastik sampel, pipa substrat, gunting pohon. Bahan-bahan yang merupakan sampel uji berupa substrat, daun, dan akar mangrove pada famili Rhizophoraceae (*Bruguiera gymnorrhiza*, *Rhizophora stylosa*, dan *Ceriops decandra*).

Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel yang dijadikan sebagai bahan pengujian kandungan logam berat yang terdiri dari daun dan akar pada famili rhizophoraceae dan



sampel substrat ekosistem mangrove yang terdapat pada bawah tegakan jenis mangrove berbeda pada famili rhizophoraceae (*Bruguiera gymnorrhiza*, *Rhizophora stylosa*, dan *Ceriops decandra*).

Uji Logam Berat Non Esensial

Pengujian kandungan logam berat timbal (Pb), dilakukan dengan metode *Atomic Absorbtion Spectrofotometer* (AAS). Proses dimulai dengan proses pemisahan sampel substrat dari campuran serasah dan partikel-partikel bebatuan atau kerang. Kemudian seluruh sampel dikering-anginkan, sampel daun dan akar mangrove *Bruguiera gymnorrhiza*, *Rhizophora stylosa*, dan *Ceriops decandra*. Sedangkan sampel substrat mangrove yang sudah melalui proses pengayakan kemudian diisi pada labu leher panjang 100 ml, dan diberi label masing-masing pengujian logam berat timbal (Pb), sampel daun, akar, dan substrat. Kemudian sampel disimpan pada suhu kamar, kemudian dilanjutkan dengan pengecekan kadar logam berat menggunakan spektrofotometer. Hasil kandungan logam berat setiap organ mangrove kemudian dibandingkan dengan baku mutu ambang batas cemaran logam berat berdasarkan standar SNI 7387:2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Tanaman.

Analisis Faktor *Biological Transfer Coefficient* (BTC), *Biological Accumulation Coefficient* (BAC), dan *Biological Concentration Factor* (BCF)

Menurut Khan *et al.* (2013), menyatakan bahwa untuk mengetahui seberapa besar perpindahan logam dari satu jaringan ke jaringan yang lain, bisa diketahui dari faktor bioakumulasi/enrichment (BAC/EC), biokonsentrasi (*Bioconcentration Factor*/BCF) dan biotranslokasi (BTC/TF). Akumulasi logam berat dihitung dengan Faktor Biokonsentrasi (BCF), yang digunakan untuk menghitung kemampuan daun dalam mengakumulasi logam berat (Pb). Analisis perhitungan sebagai berikut. (Supriyantini *et al.*, 2017; Manikasari & Mahayani, 2018; Rachmawati *et al.*, 2018).

Translocation Factor (TF)

$$TF = \frac{\text{Logam Berat Pb di Daun}}{\text{Logam Berat Pb di Akar}}$$

Kriteria:

TF < 1: Fitostabilisasi; dan

TF > 1: Fitoekstraksi.

Bio Concentration Factor (BCF)

$$BCF \text{ Daun} = \frac{\text{Logam Berat Pb di Daun}}{\text{Logam Berat Pb di Substrat}}$$

$$BCF \text{ Akar} = \frac{\text{Logam Berat Pb di Akar}}{\text{Logam Berat Pb di Substrat}}$$

Kriteria:

BCF > 1 : Akumulator;

BCF = 1 : Indikator; dan

BCF < 1 : *Excluder*.

BCF dan BTC bisa digunakan untuk mengetahui potensi tumbuhan untuk tujuan fitoremediasi (Hamzah & Pancawati, 2013), dengan rumus berikut ini.





Fitoremediasi (FTD)

$$\text{FTD Daun} = \text{BCF Daun} - \text{TF}$$

$$\text{FTD Akar} = \text{BCF Akar} - \text{TF}$$

BAC/EC merupakan rasio kandungan logam berat dalam daun dengan kandungan logam berat pada sedimen, BCF merupakan rasio kandungan logam berat dalam akar dengan kandungan logam berat di sedimen, sedangkan BTC/TF merupakan rasio konsentrasi logam berat dalam daun dan akar. BAC, BCF dan BTC bisa mengetahui seberapa besar konsentrasi kandungan logam berat dari lingkungan yang diserap oleh jaringan akar, kemudian disebar dan diakumulasikan ke jaringan lainnya (daun dan kulit batang). Selain itu, BCF dan BTC bisa digunakan untuk mengetahui potensi tumbuhan untuk tujuan fitoremediasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Logam Berat (Pb) Mangrove Teluk Lembar

Logam berat non esensial merupakan salah satu cemaran yang dapat bersumber dari aktivitas industri, salah satunya adalah aktivitas pelabuhan yang terdapat di Kabupaten Lombok Barat yaitu pelabuhan Lembar. Salah satu pertahanan alami dalam menjaga kondisi lingkungan pesisir tetap dalam kondisi sehat dapat dilakukan melalui pemanfaatan vegetasi mangrove sebagai agen bioremediasi logam berat. Hal ini mengacu pada berbagai sumber terdahulu bahwa secara fisiologis, mangrove mampu berperan dalam mekanisme rizodegradasi, fitoekstraksi, fitoakumulasi, dan fitovolatilisasi logam berat (Hastuti *et al.*, 2013; Keymer-Gausset *et al.*, 2018; Utami *et al.*, 2018; Jeevanantham *et al.*, 2019; Al-Thani & Yasseen, 2020; Falah *et al.*, 2020, Jannah *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil analisis kemampuan serapan logam berat timbal (Pb), pada daun dan akar mangrove famili rhizophoraceae serta potensi kemampuan penenggelaman logam berat pada substrat yang berada dibawah tegakan mangrove didapat hasil bahwa kemampuan serapan logam berat (Pb), pada jaringan daun paling besar ditemukan pada jenis *Rhizophora stylosa* (4,23 ppm), dibandingkan dengan jenis *Bruguiera gymnorrhiza* (2,92 ppm), dan *Ceriops decandra* (2,91 ppm), dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Cemaran Logam Berat pada Daun Mangrove Famili Rhizophoraceae.

No.	Sampel	Berat Cawan	Cawan + Sampel	Oven Cawan + Sampel	KL	FK	Abs	ppm (Pb)
1	<i>Rhizophora Stylosa</i>	8.76	13.82	13.07	17.49	1.17	0.04	4.23
2	<i>Bruguiera Gymnorrhiza</i>	8.91	12.84	12.35	14.03	1.14	0.03	2.92
3	<i>Ceriops Decandra</i>	8.84	15.93	15.04	14.45	1.14	0.03	2.91
	Rata-rata							3.35
	Standar Deviasi							0.759





Tabel 2. Kandungan Cemar Logam Berat pada Akar Mangrove Famili Rhizophoraceae.

No. Sampel	Berat Cawan	Cawan + Sampel	Oven Cawan + Sampel	KL	FK	Abs	ppm (Pb)
1 <i>Rhizophora Stylosa</i>	8.80	11.75	11.46	11.04	1.11	0.03	2.84
2 <i>Bruguiera Gymnorrhiza</i>	8.78	12.57	12.04	16.40	1.16	0.06	7.23
3 <i>Ceriops Decandra</i>	8.80	11.75	11.46	11.04	1.11	0.03	2.84
Rata-rata							5.63
Standar Deviasi							2.425

Tabel 3. Kandungan Cemar Logam Berat pada Substrat Mangrove Famili Rhizophoraceae.

No. Sampel	Berat Cawan	Cawan + Sampel	Oven Cawan + Sampel	KL	FK	Abs	ppm (Pb)
1 <i>Rhizophora Stylosa</i>	4.11	30.66	29.36	5.15	1.05	0.16	16.94
2 <i>Bruguiera Gymnorrhiza</i>	4.19	24.19	23.54	3.36	1.03	0.19	19.64
3 <i>Ceriops Decandra</i>	4.15	21.89	21.24	3.84	1.04	0.12	12.94
Rata-rata							14.04
Standar Deviasi							2.673

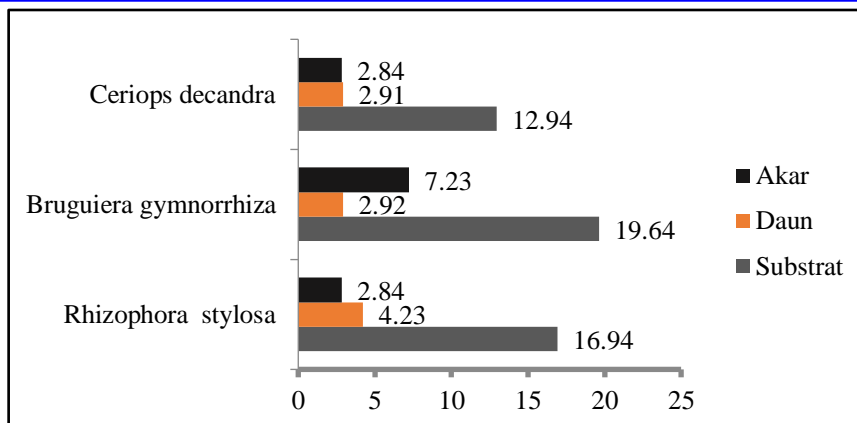
Berbeda halnya dengan kemampuan serapan pada jaringan akar mangrove yang didapatkan paling besar pada jenis *Bruguiera gymnorrhiza* (7,23 ppm), dibandingkan dengan jenis *Rhizophora stylosa* (2,84 ppm), dan *Ceriops decandra* (2,84 ppm), pada Tabel 2. Kemampuan serapan logam berat (Pb), pada akar memiliki pengaruh terhadap potensi kemampuan penenggelaman logam berat (Pb), pada substrat yang berada dibawah tegakan jenis mangrove.

Berdasarkan hasil analisis laboratorium ditemukan bahwa kandungan logam berat (Pb), yang terdapat dibawah substrat tegakan *Bruguiera gymnorrhiza* (19,64 ppm), lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan logam berat (Pb), pada substrat jenis *Rhizophora stylosa* (16,94 ppm), dan *Ceriops decandra* (12,94 ppm), pada Tabel 3. Hal ini diperkuat berdasarkan laporan Putra *et al.* (2019), bahwa *Bruguiera gymnorrhiza* memiliki sifat sebagai akumulator dan fungsi akar banier dapat mengalangi partikel sedimen (*nutrient trap*).

Selain itu menurut (Arisandy *et al.*, 2012; Rachmawati *et al.*, 2018; Aljahdali & Alhassan, 2020), menambahkan bahwa mangrove memiliki kemampuan sebagai *excluder* yaitu, membatasi logam berat yang bersumber dari lingkungan, tetapi apabila sudah diserap maka dapat ditranslokasikan ke seluruh jaringan tumbuhan, dan dapat dikeluarkan melalui mekanisme detoksifikasi, salah satunya menuju substrat ekosistem pesisir.

Berdasarkan kemampuan serapan logam berat (Pb), pada ekosistem mangrove teluk Lembar didapatkan bahwa substrat dapat menjadi bagian penting sebagai media penyimpanan logam berat (Pb), dengan rata-rata paling besar dibandingkan dengan kemampuan daun dan akar pada *famili rizophoraceae* yaitu: 14,04 ± 2,673 ppm, sedangkan potensi akar pada rata-rata 5,63 ± 2,425 ppm, dan daun pada rata-rata 3,35 ± 0,759 ppm. Besarnya kemampuan simpanan logam berat pada substrat dapat dipengaruhi oleh kondisi ekosistem mangrove yang tergenangi dan mudah larut didalam air sehingga terkakumulasi didalam substrat (Wulan *et al.*, 2013).





Gambar 2. Perbandingan Kemampuan Serapan Logam Berat (Pb), pada Mangrove Famili Rizophoraceae Teluk Lembar.

Lebih lanjut, berdasarkan baku mutu ambang batas cemaran logam berat SNI nomor 7387:2009, tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam tanaman didapatkan bahwa seluruh sampel jaringan mangrove *famili rizhophora* teluk Lembar melebihi ambang batas normal (> 0,25 mg/kg) pada Gambar 2.

Nilai Translocation Factor (TF), Biological Accumulation Coefficient (BAC), dan Biological Concentration Factor (BCF) Mangrove Teluk Lembar

Nilai *Translocation Factor* (TF) yang dapat menggambarkan kemampuan fisiologi tanaman dalam pemindahan akumulasi logam berat dari hasil bioakumulasi pada jaringan tanaman. Berdasarkan katagori penilaian kemampuan *Translocation Factor* (TF) bahwa tanaman dengan nilai TF > 1, dapat digunakan sebagai agen fitoremediasi (Utami *et al.*, 2018). Berdasarkan hasil analisis data didapatkan hasil bahwa *Rhizophora stylosa* (1,49), memiliki kemampuan biotranslokasi logam berat paling tinggi diantara 2 (dua) jenis mangrove lainnya yaitu: *Bruguiera gymnorrhiza* (0,40); dan *Ceriops decandra* (0,43), atau dengan rata-rata pada ketiga jenis mangrove dengan nilai $0,77 \pm 0,620$ ppm, pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Koefisien BCF Akar, Daun dan Substrat pada Mangrove Famili Rizophoraceae Teluk Lembar.

No.	Sampel	TF	BAC Daun	BCF Akar
1	<i>Rhizophora Stylosa</i>	1.49	0.25	0.17
2	<i>Bruguiera Gymnorrhiza</i>	0.40	0.15	0.37
3	<i>Ceriops Decandra</i>	0.43	0.22	0.53
	Rata-rata	0.77	0.21	0.35
	Standar Deviasi	0.620	0.053	0.180

Keterangan:

BCT/TF : *Biological Transfer Coefficient*;

BAC : *Biological Accumulation Coefficient*; dan

BCF : *Biological Concentration Factor*.

Nilai berbeda dari hasil analisis data kemampuan biotranslokasi mangrove famili rhizophoraceae teluk Lembar dapat menggambarkan adanya peran berbeda dari setiap jenis dalam mengatasi cemaran logam berat perairan, yaitu dapat sebagai fitostabilisasi dan fitoekstraksi. Fitoekstraksi adalah kemampuan jaringan



akar tanaman dalam mengakumulasi logam berat dan menyebarkannya ke bagian-bagian tanaman seperti akar, batang dan daun melalui fungsi floem, dan dalam hal ini didapatkan bahwa *Rhizophora stylosa* sebesar 1,49 ppm, sedangkan 2 (dua) jenis lainnya seperti, *Bruguiera gymnorrhiza* (0,40 ppm), dan *Ceriops decandra* (0,43 ppm), lebih berperan sebagai fitostabilisasi yang merupakan peran tanaman dalam mengeksresikan (mengeluarkan) logam berat tertentu untuk memobilisasi logam berat di daerah rizosfer (perakaran).

Peran *Bruguiera gymnorrhiza* sebagai fitostabilisasi pada ekosistem mangrove teluk Lembar selaras dengan hasil kandungan logam berat yang tersimpan didalam substrat bawah tegakan paling tinggi diantara jenis lainnya, sehingga *Bruguiera gymnorrhiza* dapat menjadi salah satu solusi dalam pemanfaatan vegetasi mangrove sebagai mitigasi bencana cemaran logam berat di kawasan pesisir terutama pada lokasi yang dimanfaatkan sebagai pelabuhan dan berpotensi mencemari lingkungan.

Selain itu, hasil yang didapatkan pada analisis biokonsentrasi (BCF) pada 3 (tiga) jenis mangrove kurang dari 1 (< 1), dengan rata-rata $0,35 \pm 0,18$, hal ini dapat diartikan bahwa famili rhizophoraceae, lebih berperan sebagai tanaman *excluder* yaitu tanaman yang secara efektif mencegah logam berat memasuki area bagian atas tanaman, namun konsentrasi logam di sekitar area perakaran masih tinggi (Santana *et al.*, 2018). Kondisi ini selaras temuan lebih tingginya kandungan logam berat yang tersimpan pada jaringan substrat daripada logam berat yang tersimpan pada daun.

Potensi Fitoremediasi (FTD) Logam Berat (Pb) Mangrove Teluk Lembar.

Berdasarkan hasil analisis data didapatkan bahwa kemampuan setiap jenis mangrove pada famili rizophoraceae sebagai agen fitoremediasi di kawasan pelabuhan Lembar berbeda-beda yaitu pada daun jenis *Rhizophora stylosa* (-1,24), lebih tinggi dibandingkan dengan 2 (dua) jenis lainnya yaitu: *Bruguiera gymnorrhiza* (-0,26); dan *Ceriops decandra* (0,20). Sama halnya dengan kemampuan jaringan akar sebagai agen fitoremediasi ditemukan paling besar pada jenis *Rhizophora stylosa* (-1,32) pada Tabel 5.

Tabel 5. Fitoremediasi (FTD) Logam Berat (Pb) pada Mangrove Famili Rizophoraceae Teluk Lembar.

No.	Sampel	FTD Daun	FTD Akar
1	<i>Rhizophora Stylosa</i>	-1.24	-1.32
2	<i>Bruguiera Gymnorrhiza</i>	-0.26	-0.04
3	<i>Ceriops Decandra</i>	-0.20	0.10
	Rata-rata	-0.57	-0.42
	Standar Deviasi	0.584	0.785

Kemampuan jenis *Rhizophora stylosa* sebagai agen fitoremediasi dalam meminimalisir cemaran limbah logam berat yang bersumber dari limbah aktivitas pelabuhan, hal ini mengacu pada jumlah komposisi dan struktur jenis *Rhizophora stylosa* yang paling banyak ditemukan di kawasan pelabuhan Lembar maupun ekosistem mangrove pantai Cemare yang berdekatan dengan pelabuhan Lembar dan pemukiman masyarakat. Selain itu, jenis *Rhizophora stylosa* banyak tumbuh pada zona depan yang berhadapan langsung dengan pelabuhan Lembar, dapat





menjadi salah satu keuntungan untuk tetap menjaga ekosistem dari cemaran limbah logam berat non esensial terutama cemaran timbal (Pb).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data dapat disimpulkan bahwa kemampuan serapan logam berat (Pb), pada akar mangrove lebih besar dibandingkan dengan jaringan daun pada *famili rizophoraceae*, sehingga berpengaruh terhadap kemampuan penenggelaman logam berat yang terdapat dibawah substrat ekosistem mangrove teluk Lembar.

SARAN

Diperlukan penelitian lanjutan berkaitan dengan gambaran histologi anatomi sel pada jaringan akar, daun, dan batang mangrove terkait dengan lokasi dan mekanisme penyimpanan logam berat diberbagai lokasi habitat mangrove, terutama pada lokasi yang berpotensi sebagai kawasan mitigasi bencana cemaran logam berat non esensial di Pulau Lombok dan sekitarnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Pemerintah Republik Indonesia yang telah mendukung penelitian ini melalui Kementerian Riset dan Teknologi/ Badan Riset dan Inovasi Nasional dengan skema pendanaan penelitian Perguruan Tinggi Non Badan Hukum Tahun Anggaran 2022, berdasarkan Surat Keputusan Nomor: 0267/E5/AK.04/2022, dan Perjanjian/Kontrak Induk Nomor: 160/E5/PG.02.00.PT/2022 dan Nomor Kontrak Turunan Nomor: 0967/LL8/Ak.04/2022, 001/PDP/LPPM/UNW/VII/2022.

DAFTAR RUJUKAN

- Aljahdali, M.O., and Alhassan, A.B. (2020). Ecological Risk Assessment of Heavy Metal Contamination in Mangrove Habitats, Using Biochemical Markers and Pollution Indices: A Case Study of *Avicennia marina* L. in the Rabigh Lagoon, Red Sea. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(4), 1174-1184.
- Al-Thani, R.F., and Yasseen, B.T. (2020). Phytoremediation of Polluted Soils and Waters by Native Qatari Plants: Future Perspectives. *Environmental Pollution*, 259(1), 1-20.
- Analuddin, K., Sharma, S., Jamili, Septiana, A., Sahidin, I., Rianse, U., and Nadaoka K. (2017). Heavy Metal Bioaccumulation in Mangrove Ecosystem at the Coral Triangle Ecoregion, Southeast Sulawesi, Indonesia. *Mar Pollut Bull*, 125(1-2), 472-480.
- Arisandy, K.R., Herawati, E.Y., dan Suprayitno, E. (2012). Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Gambaran Histologi pada Jaringan *Avicennia Marina* (Forsk.) Vierh di Perairan Pantai Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan*, 1(1), 15-25.
- Basuki, M., Lukmandono, dan Margareta, M.Z.B. (2018). Pengelolaan Air Balas Kapal Berbasis *Environmental Risk Assessment* di Pelabuhan Tanjung





- Perak Surabaya sebagai Upaya Pencegahan *Marine Pollution*. In *Seminar Nasional Sekolah Pasca Sarjana USU* (pp.243-265). Medan, Indonesia; Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman RI.
- Falah, F., Suryono, C.A., and Riniatsih, I. (2020). Logam Berat (Pb) pada Lamun *Enhalus Acoroides (Linnaeus F.) Royle 1839 (magnoliopsida: hydrocharitaceae)* di Pulau Panjang dan Pulau Lima Teluk Banten. *Journal of Marine Research*, 9(2), 193-200.
- Hadi, A.P., Lestari, D.P., Rochayati, N., Mas'ad, dan Rahman, F.A. (2021). Kajian Daya Dukung Fungsi Lindung dan Lahan Berbasis Spasial di Kabupaten Sumbawa. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(2), 455-464.
- Hamzah, F., and Pancawati, Y. (2013). *Fitoremediasi* Logam Berat dengan Menggunakan Mangrove. *Indonesian Journal of Marine Sciences*, 18(4), 203-212.
- Hastuti, E.D., Anggoro, S., dan Pribadi, R. (2013). Pengaruh Jenis dan Kerapatan Vegetasi Mangrove terhadap Kandungan (Cd) dan (Cr) Sedimen di Wilayah Pesisir Semarang dan Demak. In *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumber daya Alam dan Lingkungan* (pp. 331-336). Semarang, Indonesia: Universitas Diponegoro.
- Hilyana, S., Rahman, F.A., dan Hadi, A.P. (2022). Penyerapan Karbon pada Ekosistem Lamun di Kawasan Perairan Gili Maringkik Lombok, Provinsi Nusa Tenggara Barat, Indonesia. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 8(1), 102-112.
- Jannah, S.W., Rahman, F.A., dan Hadi, A.P. (2021). Analisis Kandungan Karbon pada Vegetasi Mangrove di Desa Lembar Kabupaten Lombok Barat. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(2), 588-598.
- Jeevanantham, S., Saravanan, A., Hemavathy, R.V., Kumar, P.S., Yaashikaa, P.R., and Yuvaraj, D. (2019). Removal of Toxic Pollutants from Water Environment by Phytoremediation: A Survey on Application and Future Prospects. *Environmental Technology & Innovation*, 13(1), 264-276.
- Khairuddin, Yamin, M., dan Syukur, A. (2018). Analisis Kandungan Logam Berat pada Tumbuhan Mangrove sebagai Bioindikator di Teluk Bima. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(1), 69-79.
- Khan, M.U., Ahmed, M., Shaukat, S.S., Nazim, K., and Ali, Q.M. (2013). Effect of Industrial Waste on Early Growth and Phytoremediation Potential of *Avicennia Marina* (Forsk.) Vierh. *Pakistan Journal Botany*, 45(1), 17-27.
- Keymer-Gausset, A., Solis, A.A., Corripio, I., Quetcuti, R.B.S., Clotet, E.P., Rodriguez, E.J.C., Bello, E.G., Alvarez, E., and Portella, M.J. (2018). Gray and White Matter Changes and Their Relation to Illness Trajectory in First Episode Psychosis. *European: Neuropsychopharmacology*, 28(3), 392-400.
- Khosiah, dan Purnawan, P. (2018). Dampak Pelabuhan Lembar dalam Mendukung Peluang Usaha untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat. *JUPE : Jurnal Pendidikan Mandala*, 3(3), 71-91.
- Lestari, D.P., Hadi, A.P., dan Rahman, F.A. (2020). Penerapan Teknologi Panel Surya pada Bagan Tancap untuk Peningkatan Tangkapan Ikan di Teluk





- Jor, Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Abdi Insani Universitas Mataram*, 7(2), 104-112.
- Lubis R.R., Karina S., dan Ulfah M. (2019). Analisis Logam (Pb) pada Sedimen di Kawasan Kolam Labuh Pelabuhan Ulee Lheue Kota Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 4(2), 9-14.
- Malison, J. (2017). Kajian Pencemaran Laut dari Kapal dalam Rangka Penerapan PP Nomor 21 Tahun 2010 tentang Perlindungan Lingkungan Laut. *Jurnal Teknologi*, 16(2), 2114-2121.
- Manikasari, G.P., dan Mahayani, N.P.D. (2018). Peran Hutan Mangrove sebagai Biofilter dalam Pengendalian Polutan (Pb) dan (Cu) di Hutan Mangrove Sungai Donan, Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Nasional Teknologi Terapan*, 2(2), 105-117.
- Nawawi, A., Rahman, F.A., Ekaningtias, M., Hadi, A.P., dan Fadli, A. (2020). Composition and Structure Vegetation of Lowang Gali Tourism Forest, East Lombok Regency. *PENBIOS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 5(2), 51-58.
- Nilasari, F., Wibowo, Y.M. (2018). Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) pada Ikan Bandeng di Sekitar Pelabuhan Tanjung Mas. *Jurnal Biomedika*, 11(2), 109-112.
- Nur, F. (2013). Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd). *Biogenesis : Jurnal Ilmiah Biologi*, 1(1), 74-83.
- Nurhamidin, F., dan Ibrahim, M.H. (2018). Studi Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Sedimen Laut di Pelabuhan Bastiong Kota Ternate Propinsi Maluku Utara. *Jurnal Dintek*, 11(1), 41-55.
- Nursagita, Y.S., dan Sulistyning, H. (2021). Kajian Fitoremediasi untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Berat di Wilayah Pesisir Menggunakan Tumbuhan Mangrove (Studi Kasus: Pencemaran Merkuri di Teluk Jakarta). *Jurnal Teknik ITS*, 10(1), 22-28.
- Putra, B.A., Santoso, A., and Riniatsih, I. (2019). Kandungan Logam Berat Seng pada *Enhalus acoroides* di Perairan Jepara. *BULOMA : Buletin Oseanografi Marina*, 8(1), 9-16.
- Rachmawati, Yona, D., dan Kasitowati, R.D. (2018). Potensi Mangrove *Avicennia alba* sebagai Agen Fitoremediasi Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) di Perairan Wonorejo, Surabaya. *DEPIK : Jurnal Ilmu-ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 7(3), 227-236.
- Rahman, F.A., Qayim, I., and Wardiatno, Y. (2018). Carbon Storage Variability in Seagrass Meadows of Marine Poton Bako, East Lombok, West Nusa Tenggara, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 19(5), 1626-1631.
- Rahman, F.A., Rohyani, I.S., Surtpto, Hadi, A.P., dan Lestari, D.P. (2020). Komposisi Vegetasi Mangrove Berdasarkan Strata Pertumbuhan di Teluk Seriwe, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. *PENBIOS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 4(2), 53-61.



- Rahman, F.A., dan Hadi, A.P. (2021). Kandungan C-Organik Substrat Ekosistem Mangrove di Danau Air Asin Gili Meno Kabupaten Lombok Utara. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(2), 516-526.
- Sanadi, T.H., Schaduw, J.N.W., Tilaar, S.O., Mantiri, D., Bara, R., dan Pelle, W. (2018). Analisis Logam Berat Timbal (Pb) pada Akar Mangrove di Desa Bahowo dan Desa Talawaan Bajo Kecamatan Tongkaina. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 2(1), 9-18.
- Santana, I.K.Y.T., Julyantoro, P.G.S., dan Wijayanti, N.P.P. (2018). Akumulasi Logam Berat Seng (Zn) pada Akar dan Daun Lamun *Enhalus Acoroides* di Perairan Pantai Sanur, Bali. *CTAS : Current Trends in Aquatic Science*, 1(1), 47-56.
- Sasnita, Karina, S., dan Nurfadillah. (2017). Analisis Logam (Pb) pada Kerang *Anadara granosa* dan Air Laut di Kawasan Pelabuhan Nelayan Gampong Deah Glumpang Kota Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 2(1), 74-79.
- Setiawan, H. (2013). Akumulasi dan Distribusi Logam Berat pada Vegetasi Mangrove di Pesisir Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 7(1), 12-24.
- Suara NTB. (2021). Retrieved April 17, 2021, from Jumlah Kapal di Pelabuhan Lembar Menyusut. Interactwebsite: <https://www.suarantb.com/2021/04/27/jumlah-kapal-di-pelabuhan-lembar-menyusut/>.
- Supriyantini, E., Nuraini, R.A.T., dan Dewi, C.P. (2017). Daya Serap Mangrove *Rhizophora* sp. terhadap Logam Berat Timbal (Pb) di Perairan Mangrove Park, Pekalongan. *Jurnal Kelautan Tropis*, 20(1), 16-24.
- Syaifuddin, A., dan Zulharman. (2012). Analisa Vegetasi Hutan Mangrove Pelabuhan Lembar Kabupaten Lombok Barat Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Gamma*, 7(2), 1-13.
- Utami, R., Rismawati, W., dan Sapanli, K. (2018). Pemanfaatan Mangrove untuk Mengurangi Logam Berat di Perairan. In *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia* (pp. 141-153). Palembang, Indonesia: Hari Akhir Dunia 2018.
- Warni, D., Karina, S., dan Nurfadillah. (2017). Analisis Logam (Pb), (Mn), (Cu), dan (Cd) pada Sedimen di Pelabuhan Jetty Meulaboh, Aceh Barat. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 2(2), 246-253.
- Wilda, R., Hamdan, A.M., and Rahmi, R. (2020). A Review: the Use of Mangrove for Biomonitoring on Aquatic Environment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 980(1), 1-10.
- Wulan, S.P., Thamrin, dan Amin, B. (2013). Konsentrasi, Distribusi dan Korelasi Logam Berat (Pb), (Cr) dan (Zn) pada Air dan Sedimen di Perairan Sungai Siak Sekitar Dermaga PT. Indah Kiat Pulp and Paper Perawang-Provinsi Riau. *Jurnal Kajian Lingkungan*, 1(1), 72-92.