

Analisis Serapan Logam Pb, Cu dan Zn pada Tumbuhan *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Rhizophora apiculata* di Hutan Mangrove Kuala Langsa

Elfrida¹, Setyoko^{2*}, Indriaty³
*e-mail Korespondensi: setyoko@unsam.ac.id

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas FKIP - Universitas Samudra
Meurandeh, Kota Langsa - Aceh - 24416

ABSTRACT

Mangrove forest has a role in maintaining ecological functions and the stability buffer of coastal ecosystems. Public activities on coastal such as ports, transportation routes, settlements and tourism give impacts on providing types of pollutants that get into the waters. Variety of Mangrove plant naturally has the potential to minimize the presence of heavy metal absorption such as *Bruguiera gymnorrhiza* and *Rhizophora apiculata* types. This research was conducted from May to June 2018. The location of research was on the coast of the mangrove forest in Kuala Langsa, Aceh. This research used descriptive explorative method by describing the absorption units of heavy metal Pb, Cu and Zn in mangrove plant and phytoremediation of mangrove plant variety. Data analysis used Atomic Absorption Spectrophotometer (ASS) and Phytoremediation (FTD), based on samples of roots, leaves and sediment. The research results of the metal absorption in *Bruguiera gymnorrhiza* variety on roots, leaves and sediments sequentially were Zn (zinc) 5,833 ppm; 0.598 ppm; 6,775 ppm. Cu (copper) 0.0008 ppm. Pb (lead) 0.0001 ppm. Metal absorption in *Rhizophora apiculata* on roots, leaves and sediments sequentially were Zn (zinc) 8.36 ppm 2.936; ppm; 32,987 ppm. Cu (copper) 0.0008 ppm. Pb (lead) 0.0001 ppm. Phytoremediation (FTD) in *Bruguiera gymnorrhiza* mangrove variety was on roots 5,273 and leaves 0.073. Phytoremediation in *Rhizophora apiculata* mangrove variety was on roots 0.16 and leaves -0.26. The *Bruguiera gymnorrhiza* variety is more potentially as natural bio phytoremediation than the *Rhizophora apiculata* variety in the form of Zn metal absorption.

Keywords: Metal Absorption, Phytoremediation, Mangrove Plant.

ABSTRAK

Hutan mangrove memiliki peran dalam mempertahankan fungsi ekologis dan penyangga kestabilan ekosistem daerah pesisir. Aktivitas kegiatan masyarakat dipesisir perairan seperti pelabuhan, jalur transportasi, pemukiman dan pariwisata memberikan dampak terhadap sumbangan jenis-jenis polutan yang masuk kedalam perairan. Jenis tumbuhan mangrove secara alami berpotensi dapat meminimalisir adanya serapan logam berat seperti jenis *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Rhizophora apiculata*. Penelitian ini dilakukan bulan Mei sampai dengan Juni 2018. Lokasi penelitian di pesisir hutan mangrove Kuala Langsa, Aceh. Metode penelitian ini deskriptif eksploratif dengan mendeskripsikan satuan serapan logam berat Pb, Cu dan Zn pada jenis tumbuhan mangrove dan Fitoremediasi jenis tumbuhan mangrove. Analisis data dengan Atomic Absorption Spectrophotometer (ASS) dan Fitoremediasi (FTD), berdasarkan sampel bagian akar, daun dan sedimen. Hasil penelitian serapan logam pada jenis *Bruguiera gymnorrhiza* pada akar, daun dan sedimen secara berurutan pada Zn (seng) 5,833 ppm; 0,598 ppm; 6,775 ppm. Cu (tembaga) 0,0008 ppm. Pb (timbal) 0,0001 ppm. serapan logam pada jenis *Rhizophora apiculata* pada akar, daun dan sedimen secara berurutan pada Zn (seng) 8,36 ppm 2,936; ppm; 32,987 ppm. Cu (tembaga) 0,0008 ppm. Pb (timbal) 0,0001 ppm.

Fitoremediasi (FTD) Tumbuhan Mangrove jenis *Bruguiera gymnorrhiza* pada Akar 5,273 dan Daun 0,073. Fitoremediasi pada mangrove *Rhizophora apiculata* pada Akar 0,16 dan Daun -0,26. Jenis *Bruguiera gymnorrhiza* lebih berpotensi sebagai biofitoremediasi alami dibanding jenis *Rhizophora apiculata* dalam penyerapan logam Zn.

Kata Kunci: Serapan Logam, Fitoremediasi, Tumbuhan Mangrove

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki hutan mangrove dengan keanekaragaman hayati terbesar (megabiodiversity). Perkiraan luas hutan mangrove di Indonesia 3,5 juta ha, sehingga Indonesia merupakan wilayah mangrove terbesar di dunia yaitu 18-23%. Hutan mangrove ditemukan diseluruh kepulauan Indonesia 673.000 ha. 19% berada di Sumatera, salah satunya di pesisir Kuala Langsa, propinsi Aceh dengan luas mangrove 7000 ha.

Hutan mangrove menyajikan sumber daya alam hayati yang harus dilestarikan. Hutan mangrove berperan mempertahankan fungsi ekologis dan penyangga kestabilan ekosistem wilayah pesisir. Hutan mangrove dapat menyerap berbagai polutan yang masuk kedalam perairan. Mangrove memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi dalam habitat sehingga dapat bertahan hidup dengan kondisi yang tercemar. Sistem perakaran tumbuhan mangrove dapat menyerap akumulasi logam berat dilingkungan perairan, sehingga polutan di hutan mangrove dapat berkurang (Heriyanto & Subiandono, 2011).

Kondisi pesisir dikawasan hutan mangrove kuala langsa terdapat aktivitas kegiatan masyarakat seperti pelabuhan kapal barang dan penumpang, jalur utama transportasi nelayan, dan pemukiman masyarakat padat penduduk dan kegiatan pariwisata domestik. Dampak dari aktivitas masyarakat dipesisir Kuala Langsa secara langsung ataupun tidak langsung dapat menyumbang limbah logam berat seperti Pb (timbal), Cu (tembaga) dan Zn (seng). Logam berat yang masuk kedalam perairan, akan

terakumulasi menjadi polutan yang menyebabkan pencemaran lingkungan, yang cepat atau lambat dapat merusak kelestarian ekosistem hutan mangrove Kuala Langsa. Khairuddin & Syukur (2018) menjelaskan pencemaran air laut oleh logam berat logam timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) juga berasal dari sampah, limbah cair, pupuk pestisida, detergen bahan pembersih.

Mangrove dapat mengakumulasi logam dan memiliki daya toleransi yang tinggi sehingga tumbuhan dapat dijadikan sebagai tanaman fitoremediasi (fitostabilitas) (Hamzah & Pancawati, 2013). Jenis tumbuhan mangrove yang memiliki kemampuan fitoremediasi dilingkungan, akan menjaga kestabilan ekosistem dimasa mendatang. Fitoremediasi merupakan teknologi meminimalisir polutan logam berat dilingkungan, menggunakan tanaman yang memiliki kemampuan menyerap logam berat (Kumar *et al.*, 2008 dalam Harmesa, 2020).

Hutan mangrove Kuala Langsa memiliki keanekaragaman tumbuhan yang tinggi, hal ini dapat dilihat dari jenis yang ditemukan antara lain *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Avicenia apiculata*, *Avicenia alba*, *Avicenia oficalis*, dan *Sonneratia alba* (Zurba., *et al.*, 2017). Tumbuhan mangrove berpotensi menyerap polutan logam berat dilingkungan. Tanaman mangrove banyak digunakan dalam remediasi logam berat diantaranya famili *Rhizophoraceae* jenis; *Bruguiera gymnorrhiza*, *Rhizophora apiculata*. yang biasa tumbuh pada tanah substrat berlumpur (Harmesa, 2020; Baderan, D *et al.*, 2018).

Jenis tumbuhan mangrove seperti *Rhizophora appiculata* *Aviecenia marina*, da logam berat Cu, Pb dan Hg pada akar, batang dan daun (Heriyanto & Subiandono, 2011). Kemampuan mangrove sebagai biolofilter ditunjukkan jenis *Ryzophora apiculata* dapat menyerap logam Pb dan Cu di organ tanaman (Khairuddin *et al.*, 2018; Manikasari, G & Mahayani, N., 2018).

Tujuan penelitian ini mengetahui kemampuan serapan logam berat pada jenis tumbuhan mangrove *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Rhizopora apiculata*. Hasil penelitian ini dapat dijadikan upaya pengembangan dan pengelolaan konservasi hutan mangrove melalui fitoremidiasi, berdasarkan karakteristik tumbuhan yang ada di habitat alami hutan mangrove Kuala Langsa.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan bulan Mei sampai dengan Juli 2018. Lokasi penelitian di pesisir hutan mangrove Kuala Langsa, Aceh. Pengambilan sampel berdasarkan penetapan lokasi Stasiun penelitian yaitu stasiun 3 pada koordinat 4° 30' 55'' N – 97° 59' 22'' E dan stasiun 4 pada koordinat 4° 31' 25,5'' N – 98° 00' 58,4'' E, dapat dilihat pada Gambar 1.

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini Deskriptif Eksploratif dengan mendeskripsikan satuan serapan logam berat Pb (timbal), Cu (tembaga) dan Zn (seng) pada jenis tumbuhan mangrove dan Fitoremidiasi jenis tumbuhan mangrove. Pengambilan sampel tumbuhan mangrove dilakukan *purposive sampling* berdasarkan pemilihan lokasi di hutan mangrove Kuala Langsa yang diduga mengalami pencemaran.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan penelitian meliputi; (a) sampel tumbuhan mangrove pada bagian bunga, buah, daun, batang dan akar untuk indentifikasi jenis mangrove (b) Sampel akar, daun dan sedimen dianalisis serapan logam berat Pb, Cu dan Zn menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometric* (ASS). Alat yang digunakan meliputi; DO meter, pH meter, Refraktometer, Termometer, GPS, Kamera, Gunting, Sekop, Plastik, dan Kertas Label. Identifikasi jenis mangrove dilakukan di Laboratorium Lanjut FKIP Universitas Samudra. Analisis sampel untuk serapan logam berat Pb, Cu dan Zn dilakukan di Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri (Baristand) di Banda Aceh.

Analisis Data

Analisis data serapan logam Pb, Cu dan Zn pada tumbuhan mangrove dan sedimen menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometric* (ASS), berdasarkan sampel bagian akar, daun dan sedimen. Analisis perhitungan sebagai berikut (Rachmawati, *et al.*, 2018; Manikasari, G & Mahayani, N., 2018; Supriyantini, Nuraini, & Dewi, 2017):

(a) *Translocation Factor (TF)*.....(1)

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

Kriteria:

TF<1: fitostabilisasi

TF>1: fitoekstraksi

(b) *Bio Concentration Factor (BCF)*...(2)

$$BCF = \frac{\text{Logam berat di Akar}}{\text{Logam berat Sedimen}}$$

Kriteria:

BCF > 1: Akumulator

BCF = 1 : Indikator

BCF < 1 : Excluder



HASIL DAN PEMBAHASAN

Serapan Logam

Hasil penelitian ini dari dua jenis tumbuhan mangrove yang dianalisis berdasarkan serapan logam Pb, Cu dan Zn yaitu; (a) *Bruguiera gymnorrhiza* dan (b) *Rhizophora apiculata*. Berdasarkan hasil analisis serapan logam berat di stasiun 3 yaitu tumbuhan mangrove *Bruguiera gymnorrhiza* pada akar, daun dan sedimen substrat. Serapan logam berat Zn (seng) pada akar yaitu 35,833 ppm, daun 0,598 ppm dan sedimen 6,775 ppm. Serapan logam Cu (tembaga) pada akar, daun dan sedimen yaitu 0,0008 ppm. Serapan logam Pb (timbal) pada akar, daun dan sedimen yaitu 0,0001 ppm. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa serapan logam berat pada tumbuhan *Bruguiera gymnorrhiza*, yang paling besar pada logam Zn, dapat dilihat pada Gambar 2.

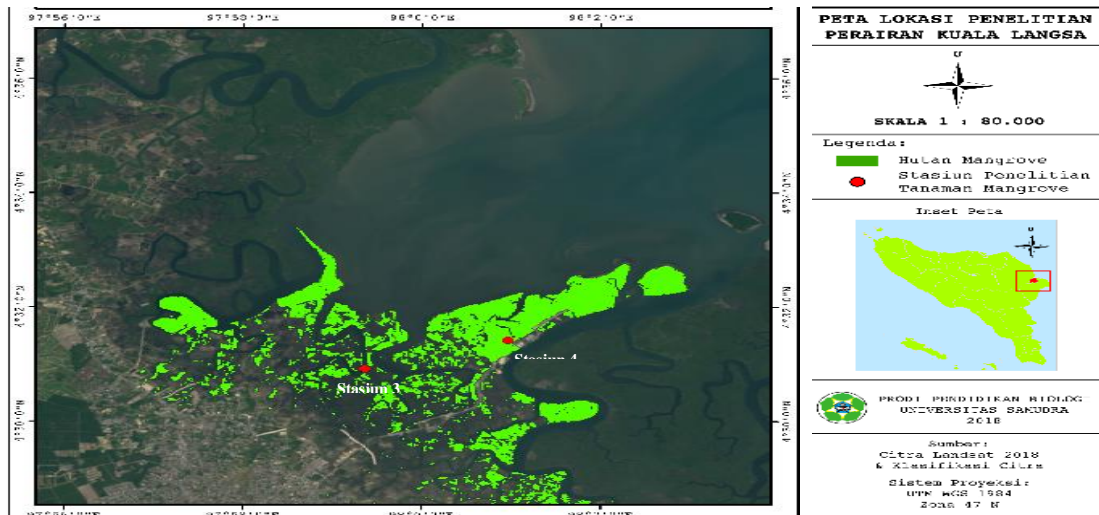
Hasil analisis serapan logam berat di stasiun 4 yaitu tumbuhan mangrove *Rhizophora apiculata* pada akar, daun dan sedimen substrat. Serapan logam berat Zn (seng) pada akar yaitu 8,36 ppm, daun 2,936 ppm dan sedimen 32,987 ppm. Serapan logam Cu (tembaga) pada akar, daun dan sedimen yaitu 0,0008 ppm. Serapan logam Pb (timbal) pada akar, daun dan sedimen yaitu 0,0001 ppm. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa serapan logam berat pada tumbuhan *Rhizophora apiculata* yang paling besar pada logam Zn, dapat dilihat pada Gambar 3.

Fitoremediasi

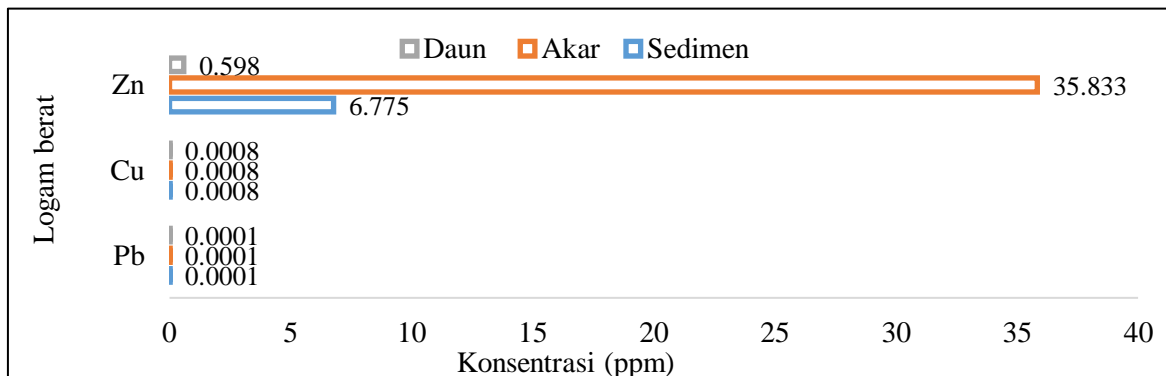
Fitoremediasi pada jenis tumbuhan mangrove *Bruguiera gymnorrhiza* dan

Rhizophora apiculata yang dapat dianalisis pada serapan logam Zn (seng), hal ini disebabkan konsentrasi logam Pb (timbal) <0,0001 ppm dan Cu (tembaga) <0,0008 ppm, koefisien konsentrasi logam yang sangat kecil sehingga tidak dapat terdeteksi. Serapan logam Zn pada jenis *Bruguiera gymnorrhiza* pada bagian daun 0,598, akar 35,833 dan sedimen 6,77. Sedangkan pada jenis *Rhizophora apiculata* pada bagian daun 2,936, akar 8,36 dan sedimen 32,987. Serapan logam Zn pada kedua jenis mangrove dapat dilihat pada Gambar 4.

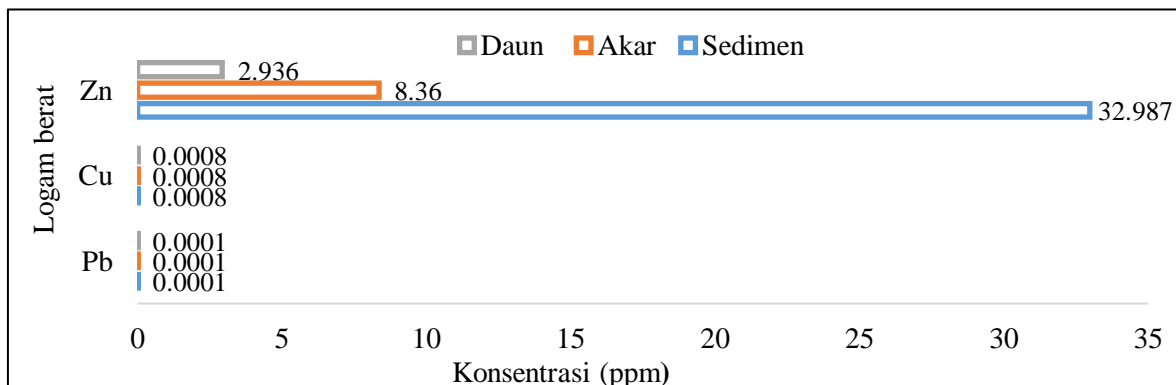
Nilai koefisien *Bio Concentration Factor* (BCF) pada *Bruguiera gymnorrhiza* pada Logam Zn yaitu BCF akar 5,29 ; BCF daun 0,09 ; *Translocation Factor* (TF) 0,017. Nilai Koefisien *Bio Concentration Factor* (BCF) pada *Rhizophora apiculata* pada Logam Zn yaitu BCF akar 0,25 ; BCF daun 0,09 ; *Translocation Factor* (TF) 0,35. Perbandingan nilai Koefisien *Bio Concentration Factor* (BCF), *Translocation Factor* (TF) pada Jenis tumbuhan *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Rhizophora apiculata* dapat dilihat pada Gambar 5. Fitoremediasi Tumbuhan Mangrove jenis *Bruguiera gymnorrhiza* pada Akar 5,273 dan Daun 0,073. Fitoremediasi pada mangrove *Rhizophora apiculata* pada Akar 0,16 dan Daun -0,26. Perbandingan fitoremediasi pada Jenis tumbuhan *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Rhizophora apiculata* dapat dilihat pada Tabel 1.



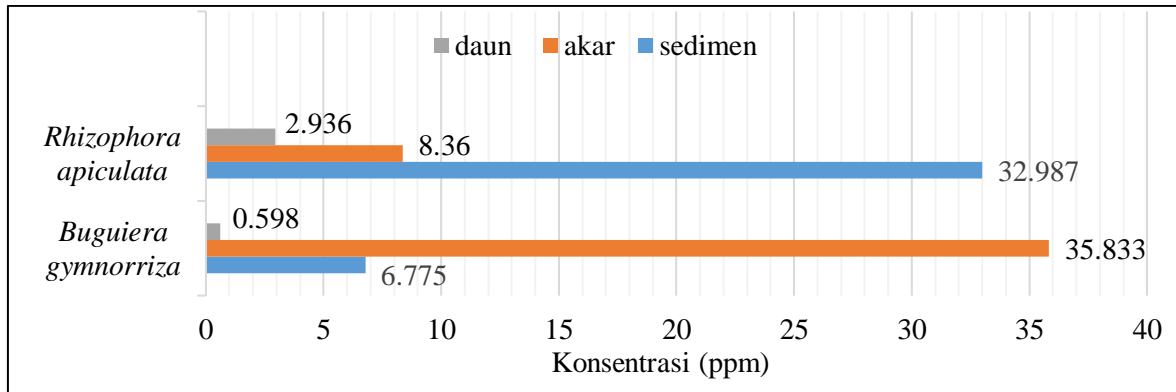
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Hutan Mangrove Kuala Langsa



Gambar 2. Serapan Logam Pb, Cu dan Zn Daun, akar dan Sedimen pada tumbuhan *Bruguiera gymnorrhiza*



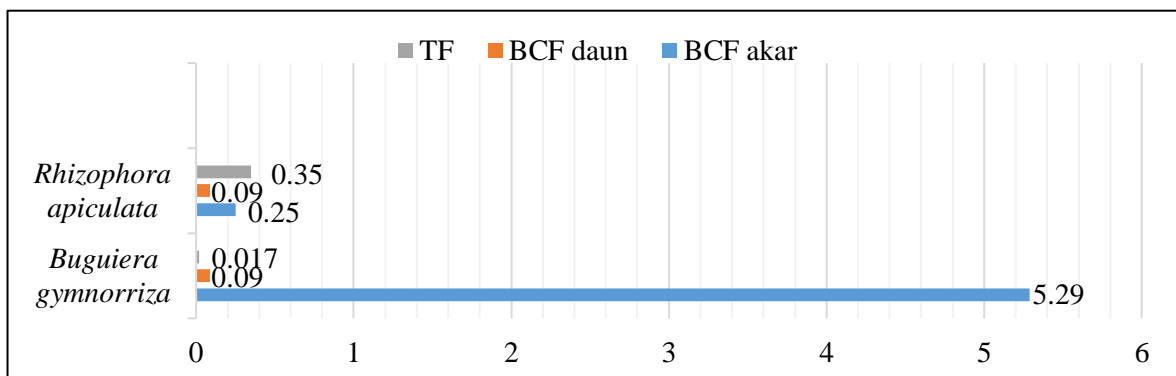
Gambar 3. Serapan Logam Pb, Cu dan Zn Daun, Akar dan Sedimen pada tumbuhan *Rhizophora apiculata*



Gambar 4. Komparasi serapan Logam Zn (seng) pada Daun, Akar dan Sedimen pada *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Rhizophora apiculata*

Tabel 1. Fitoremediasi (FTD) Jenis *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Rhizophora apiculata*

Fitoremediasi	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	<i>Rhizophora apiculata</i>
FTD Akar	5,273	0,16
FTD Daun	0,073	-0,26



Gambar 5. Nilai Koefesien BCF akar, BCF daun dan TF logam Zn pada pada *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Rhizophora apiculata*

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai konsentrasi logam berat secara berurutan $Zn > Pb > Cu$. Logam berat Zn lebih besar dari bahan pencemar logam berat lainnya, hal ini diduga bahan pencemar yang masuk kedalam perairan Kuala Langsa berasal dari aktivitas masyarakat pesisir dan aktivitas wisatawan membuang sampah yang mengandung bahan logam Zn. Putra, *et al.*, (2019); Rahmadani, *et al.*, (2015) logam Zn bersumber dari akumulasi polutan dasar

yang berasal dari buangan limbah rumah tangga yang mengandung seperti korosi pipa-pipa air dan produk formula detergen. Selain itu, tingginya kadar logam berat Zn diperairan disebabkan aktivitas manusia seperti industri biji besi dan logam (Rochyatun, E., *et al.*, 2006).

Jenis *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Rhizophora apiculata* memiliki perbedaan dalam menyerap logam berat Zn. Jenis *Bruguiera gymnorrhiza* diketahui serapan Logam Zn lebih tinggi pada bagian akar tanaman 35,833 ppm > Jenis *Rhizophora apiculata* 8,36 ppm. Hal ini diduga, jenis

Bruguiera gymnorrhiza merupakan tanaman akumulator yang dapat menyerap logam pada konsentrasi tinggi. Akar merupakan jaringan pada mangrove yang langsung terpapar oleh polutan. Mangrove berperan sebagai akumulator logam di pesisir laut (Alzahrani, *et al.*, 2018). Mangrove dapat menyerap logam berat diperairan, proses penyerapan logam berat Zn pada jaringan akar mangrove disebut rhizofiltrasi dan kemampuan penyerapan konsentrasi logam berbeda pada setiap jenis mangrove (Farhan, I & Razif, M., 2017).

Serapan konsentrasi logam berat Zn akar *Bruguiera gymnorrhiza* 35,833 ppm > dibandingkan sedimen; 6,775 ppm, hal ini menunjukkan bahwa pada akar *Bruguiera gymnorrhiza* memiliki sifat akumulator dalam menyerap logam. Menurut Putra, *et al.*, (2019) hasil analisis kandungan logam berat Zn di akar lebih tinggi daripada di sedimen karena jenis tanaman memiliki sifat hiperakumulator. Berdasarkan titik pengambilan sampel di stasiun 3, jenis logam paling banyak terserap pada sedimen yaitu titik sampel 1 logam Zn: 32,987 ppm > titik sampel 2 logam Zn: 8,36 ppm. Diasumsikan bahwa logam Zn yang masuk kedalam perairan tersedimentasi ke substrat dasar dan melekat dengan partikel lumpur. Menurut Putra, *et al.*, (2019), kadar logam Zn dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan di air, karena logam mudah terperangkap pada partikel sedimen (*nutrient trap*). Sedimen terdiri dari partikel halus dan sebagai tujuan akhir limbah diperairan, sehingga sedimen lebih banyak kandungan logam berat.

Nilai koefisien TF jenis *Bruguiera gymnorrhiza* 0,0017 dan *Rhizophora apiculata* 0,35. Kedua jenis mangrove masih memiliki nilai TF < 1 dengan kriteria fitostabilisasi terhadap logam berat Zn. Menurut Hifni, H., (2016); Malik *et al.*, (2017) bahwa mekanisme fitostabilisasi tanaman merupakan kemampuan

mengakumulasi logam berat pada jaringan akar (rizhosfer), sehingga logam tidak masuk kedalam bagian batang tumbuhan lainnya. Asumsinya kedua jenis tumbuhan *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Rhizophora apiculata* ini belum mentranslokasi logam berat dari akar menuju jaringan lain seperti daun dan batang dalam jumlah besar, sehingga serapan terhadap logam Zn sangat rendah. Rachmawati, *et al.*, (2018) menjelaskan rendahnya nilai TF < 1 bahwa tumbuhan mangrove menggunakan logam esensial seperti Logam Zn untuk aktivitas metabolisme dan pertumbuhan. Lebih lanjut menjelaskan Utami, *et al.*, (2018) mangrove mampu menyerap dan menyimpan logam berat kedalam jaringan daun, batang dan akar yang terbawa disedimen, dari sebagian sumber hara dipergunakan untuk metabolisme.

Nilai BCF *Bruguiera gymnorrhiza* 5,29, maka kriteria BCF > 1 dapat dinyatakan bahwa kategori jenis mangrove sebagai tumbuhan Akumulator logam Zn. Jenis *Bruguiera gymnorrhiza* dapat menyimpan logam Zn pada bagian akar. Nilai BCF *Rhizophora apiculata* 0,25, maka kriteria BCF < 1 dapat dinyatakan kategori jenis mangrove sebagai tumbuhan *excluder* untuk logam berat Zn. Menurut Rachmawati, *et al.*, (2018) menjelaskan sifat tumbuhan *excluder* membatasi penyerapan logam yang masuk ke bagian jaringan tumbuhan, tetapi saat sudah masuk kedalam bagian jaringan tumbuhan akan ditranslokasi ke bagian jaringan tumbuhan yang lain. Hasil penelitian Aljahdali & Alhassan, (2020), bahwa tumbuhan mangrove dari Jenis lainnya dapat mengeluarkan kadar logam melalui mekanisme detoksifikasi.

FTD (fitoremediasi) akar jenis *Bruguiera gymnorrhiza* 5,273 lebih besar dari > *Rhizophora apiculata* 0,16. Hal ini menunjukkan bahwa potensi yang lebih baik digunakan sebagai tumbuhan fitoremediasi pada habitat asli di Kuala Langsa terhadap polutan logam berat Zn

adalah jenis *Bruguiera gymnorrhiza*. Utami, *et al.*, (2018); T.M. Nana & Irsadi, (2014), menjelaskan peran mangrove dapat menjadi biofilter untuk menyaring polutan logam berat di sedimen tempat ekosistem tumbuhnya. Sehingga, mangrove dapat dijadikan tumbuhan penyerap logam berat (fitoremediasi). Hasil penelitian Hamzah & Setiawan, (2010) jenis tumbuhan mangrove dengan spesies berbeda bahwa dapat digunakan sebagai tumbuhan fitoremediasi dengan nilai TF > 1.

Pengelolaan konservasi di Kuala Langsa dapat dilakukan dengan penanaman jenis *Bruguiera gymnorrhiza* sebagai tumbuhan habitat alami yang berpotensi sebagai tumbuhan akumulator logam, dimana jenis ini mampu menyerap polutan logam Zn yang masuk kedalam badan perairan Kuala Langsa. Farhan & Razif, (2017) hutan mangrove memiliki peran yang sangat penting dalam mengikat polutan logam berat, sehingga lingkungan perairan tetap terjaga dan seimbang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan serapan logam pada tumbuhan mangrove jenis *Bruguiera gymnorrhiza* pada akar, daun dan sedimen secara berurutan pada Zn (seng) 5,833 ppm; 0,598 ppm; 6,775 ppm. Cu (tembaga) 0,0008 ppm. Pb (timbal) 0,0001 ppm. Serapan logam tumbuhan mangrove pada jenis *Rhizophora apiculata* pada akar, daun dan sedimen secara berurutan pada Zn (seng) 8,36 ppm 2,936; ppm; 32,987 ppm. Cu (tembaga) 0,0008 ppm. Pb (timbal) 0,0001 ppm. Potensi Fitoremediasi (FTD) Tumbuhan mangrove jenis *Bruguiera gymnorrhiza* pada Akar 5,273 dan Daun 0,073. Fitoremediasi pada mangrove *Rhizophora apiculata* pada Akar 0,16 dan Daun -0,26. Fitoremediasi (FTD) tumbuhan mangrove jenis *Bruguiera gymnorrhiza* lebih baik dalam

menyerap logam berat Zn dibandingkan *Rhizophora apiculata*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis haturkan kepada LPPM dan PM Universitas Samudra yang telah memberikan Pendanaan riset ini pada Program Hibah Penelitian Dosen Muda (PDM) Tahun 2018, dan seluruh pihak terkait yang telah membantu dalam penyelesaian riset.

DAFTAR PUSTAKA

- Aljahdali, M.O & Alhassan A, B. (2020). Ecological Risk Assesment of Heavy Metal Contamination in Mangrove Habitat, Using Biochemical Marker and Pollution Indices: A case Study of *Avicennia marina L.* In The Rabigh Lagoon, Red Sea. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 27. 1174-1184. DOI:<https://doi.org/10.1011016/j.sjbs.2020.02.004>
- Alzahrani, D. A., Selim El metwally, M & El Sherbiny M, M. (2018). Ecological Assessment of Heavy Metal In The Grey Mangrove (*Avicennia marina*) and Associated Sediment Along the Red Coast of Saudi Arabia. *Oceanologia* 60. 513-526. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oceano.2018.04.002>
- Badera, D., W., Lamangandjo, C & Salim, A. 2018. Komposisi, Struktur vegetasi, Dan kepadatan udang dikawasan mangrove tabulo selatan kabupaten Boalemo., *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 3(1), 26-34. DOI: <https://doi.org/10.20956/bioma.v3i1.5490>
- Hamzah, F & Pancawati, Y. (2013). Fitoremediasi Logam Berat dengan Menggunakan Mangrove. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 18 (4). 203-212. DOI: <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.18.4.203-212>
- Hamzah, F & Setiawan, A. (2010). Akumulasi Logam Berat Pb, Cu dan Zn di Hutang



- Mangrove Muara Angke, Jakarta Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 2 (2). 41-52. DOI: <https://doi.org/10.29244/jitkt.v2i2.7851>
- Harmesa.2020. Teknik-Teknik Remediasi Sedimen Terkontaminasi Logam Berat. *Oseana*, 45 (1), 1-16. DOI: <https://doi.org/10.14203/oseana.2020.Vol.45No.1.50>
- Heriyanto, N.M & Subiandono, E. (2011). Penyerapan Polutan Logam Berat (Hg, Pb dan Cu) Oleh Jenis Jenis Mangrove. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 8 (2). 177-188. DOI: [10.20886/jphka.2011.8.2.177-188](https://doi.org/10.20886/jphka.2011.8.2.177-188)
- Hifnim H. M. 2016. *Penyerapan Pb, dan Cd Menggunakan Jerami Padi dan Aspergillus Niger yang di Radiasu Gamma pada Rumput Gajah dan Kembang Bulan*. Skripsi. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Farhan, I & Razif, M. (2017). Penyisihan Konsentrasi Logam Zn Menggunakan Mangrove *Avicennia marina*. *Jurnal Teknik ITS*. 6 (2). 223-227. DOI: <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.23898>
- Khairuddin., Yamin, M & Syukur, A. (2018). Analisis Kandungan Logam Berat pada Tumbuhan Mangrove sebagai Bioindikator di Teluk Bima. *Jurnal Biologi Tropis*. 18 (1). 69-79. DOI: <https://doi.org/10.29303/jbt.v18i1.731>
- Malik, Z.H., Ravindran, K,C & Sathiyaraj, G. 2017. Phytoremeditoan: a Novel Strategy and Eco Friendly Green Techonlogy For Removal of Toxic Metal. *International Journal of Agricultural and Enviromental Research*, 3 (1), 1-18:
- Manikasari, G. S & Mahayani, N. 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. DOI:[10.22146/jntt.42721](https://doi.org/10.22146/jntt.42721)
- Putra, B. A., Santoso, A & Riniatsih, I. 2019. Kandungan Logam Berat Seng pada Enhalus acoroides di Perairan Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, 8 (1), 9-1. DOI:[10.14710/buloma.v8i1.21378](https://doi.org/10.14710/buloma.v8i1.21378)
- Rachmawati, Yona, D & Kasitiwati, R. 2018. Potensi Mangrove *Avicennia alba* Sebagai Agen Fitoremediasi Logam Berat Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu) Di Perairan Wonorejo, Kota Surabaya. *Jurnal Kelautan*, 11 (1), 80-87. DOI:<https://doi.org/10.21107/jk.v11i1.3341>
- Rahmadani, T., Sabang, S. M & Said Irwan. 2015. Analisis Kandungan Logam Zink (Zn) Dan Timbal (Pb) Dalam Air Laut Pesisir Pantai Mamboro Kecamatan Palu Utara. *Jurnal Akademika Kimia*, 4 (4), 197-203.
- Rochyatun, E., Kaisupy, M & Rozak, A. 2006. Distribusi Logam Berat Dalam Air Dan Sedimen Di Perairan Muara Sungai Cisadane. *Makara Sains*, 10 (1), 35-40. DOI: <https://doi.org/10.7454/mss.v10i1.151>
- Supriyantini, E., Nuraini, R, A, T & 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. DOI: <https://doi.org/10.14710/jkt.v20i1.1349>
- T.M. Nana, K & Irsadi, A. (2014). Peranan Mangrove sebagai Biofilter Pencemar Air Wilayah Tambak Bandeng Tapak Semarang. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 21 (2). 188-194. DOI: <https://doi.org/10.22146/jml.18543>
- Utami, R., Rismawati, W & Sapanli, K. (2018). Pemanfaatn Mangrove untuk Mengurangi Logam Berat di Perairan. *Prosiding Seminar Nasional Hari Air dunia, Palembang 20 Maret 2018*. (pp. 141-158).
- Zurba, N., Effendi, H & Yonvitner. (2017) Pengelolaan Potensi Ekosistem Mangrove di Kuala Langsa, Aceh. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Tropis*. 9 (1). 281-300. DOI: <https://doi.org/10.29244/jitkt.v9i1.17942>