

**POTENSI DAN MEKANISME *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh
DALAM FITOREMEDIASI LOGAM BERAT Cu DAN Pb
DI PULAU PAYUNG, SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapat Gelar Sarjana Sains pada
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya

OLEH :

WIDYA YULYANDARI

08041381722096



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

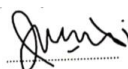
Judul Skripsi : Potensi dan Mekanisme *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh
dalam Fitoremediasi Logam Cu dan Pb di Pulau Payung,
Sumatera Selatan
Nama mahasiswa : Widya Yulyandari
NIM : 08041381722096
Jurusan : Biologi

Telah disetujui untuk disidangkan pada tanggal

Indralaya, Oktober 2021

Pembimbing :

1. Drs. Juswardi, M.Si
(NIP. 196309241990021001)


(.....)

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal Penelitian : Potensi dan Mekanisme *Avicennia marina*
(Forssk.) Vierh dalam Fitoremediasi Logam Cu dan
Pb di Pulau Payung, Sumatera Selatan

Nama Mahasiswa : Widya Yulyandari

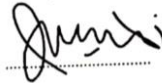
NIM : 08041381722096

Jurusan : Biologi

Telah dipertahankan dihadapan Pembimbing dan Pembahas pada Sidang di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya 10 November 2021 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan yang diberikan

Indralaya, Desember 2021

Pembimbing :



1. Drs. Juswardi, M.Si :
NIP. 196309241990021001

Anggota :

1. Dra. Harmida, M.Si :
196704171994012001

2. Dr. Sarno, M.Si :
196507151992031004

3. Dr. Moh. Rasyid Ridho, S.Si. M.Si :
NIP. 19690501199503102

Indralaya, Desember 2021

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya



HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan :

Nama : Widya Yulyandari

NIM : 08041381722096

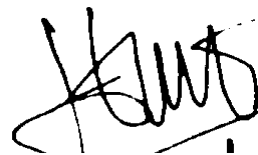
Fakultas/Jurusan : MIPA/Biologi

Menyatakan bahwa skripsi saya belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua Informasi yang dimuat dalam skripsi yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, Oktober 2021



Widya Yulyandari
08041381722096

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Sriwijaya, Yang bertanda tangan

Nama : Widya Yulyandari
NIM : 08041381722096
Fakultas/Jurusan : MIPA/Biologi
Jenis Karya : Skripsi

Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Potensi dan Mekanisme *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh dalam Fitoremediasi Logam Berat Cu dan Pb di Pulau Payung, Sumatera Selatan”.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti noneklusif Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/mengformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasi tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.



Indralaya, Oktober 2021

Widya Yulyandari
08041381722096

**Potential and Mechanism of *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh in
Phytoremediation of Cu and Pb Heavy Metals in Payung Island, South Sumatra**

Widya Yulyandari

Id : 08041381722096

SUMMARY

The position of Pulau Payung which is in the middle of the Musi River estuary causes this island to have the potential to experience environmental pollution in the form of copper (Cu) and Lead (Pb) pollution originating from industrial activities in the upstream and downstream parts of the river. One of the efforts that can be done to overcome the pollution of mangrove areas is to use *Avicennia marina* as a phytoremediation agent. This study aims to determine the potential and phytoremediation mechanism of *Avicennia marina* against heavy metals Cu and Pb in the mangrove area of Pulau Payung, South Sumatra. The research was carried out from April to June 2021. The sampling process was carried out in the mangrove area of Payung Island, South Sumatra Province with the convenience sampling method. Heavy metal analysis was carried out using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) at the Environmental Laboratory, South Sumatra DLHP. The calculation of the Translocation Factor (TF) aims to determine the phytoremediation mechanism in *A.marina* and the Bioconcentration Factor (BCF) to determine the levels of heavy metals Cu and Pb in the mangrove *A marina* in Pulau Payung, South Sumatra. The results of this study showed that the accumulation of lead in the sediment, roots, and leaves were 6.628 mg/kg, 1.033 mg/kg and 1.583 mg/kg, respectively. Cu metal accumulation in sediment, roots and leaves were 7.246 mg/kg, 1.098 mg/kg and 0.908 mg/kg, respectively. *A.marina* in Payung Island is included as an excluder plant which is characterized by a BCF value < 1 so that its potential as a phytoremediator plant is low. *Avicennia marina* in absorbing Pb uses a phytoextraction mechanism which is characterized by a TF value > 1 which is 1.53. Meanwhile, Cu metal uses a phytostabilization mechanism which is characterized by a TF value < 1 , which is 0.68.

Keywords: *Avicennia marina*, Phytoremediation, Heavy Metals, Pulau Payung.

**Potensi dan Mekanisme *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh dalam Fitoremediasi
Logam Berat Cu dan Pb Di Pulau Payung, Sumatera Selatan**

Widya Yulyandari

NIM : 08041381722096

RINGKASAN

Posisi Pulau payung yang berada di tengah aliran muara sungai musi menyebabkan pulau ini berpotensi mengalami pencemaran lingkungan berupa pencemaran Tembaga (Cu) maupun Timbal (Pb) yang berasal dari aktivitas industri di bagian hulu dan hilir sungai. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi pencemaran kawasan mangrove adalah dengan memanfaatkan *Avicennia marina* sebagai agen fitoremediasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi dan mekanisme fitoremediasi *Avicennia marina* terhadap logam berat Cu dan Pb di kawasan mangrove Pulau Payung, Sumatera Selatan. Penelitian telah dilaksanakan pada April sampai Juni 2021. Proses pengambilan sampel dilakukan di kawasan mangrove Pulau Payung, Provinsi Sumatera Selatan dengan metode *convince sampling*. Analisis logam berat dilakukan dengan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) di Laboratorium Lingkungan, DLHP Sumatera Selatan. Perhitungan Faktor Translokasi (TF) bertujuan untuk mengetahui mekanisme fitoremediasi pada *A.marina* dan Faktor Biokonsentrasi (BCF) untuk mengetahui kadar logam berat Cu dan Pb pada mangrove *A marina* yang ada di Pulau Payung, Sumatera Selatan. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa akumulasi Pb pada sedimen, akar, dan daun berturut-turut adalah 6,628 mg/kg, 1,033 mg/kg dan 1,583 mg/kg. Akumulasi logam Cu pada sedimen, akar dan daun berturut-turut yaitu 7,246 mg/kg, 1,098 mg/kg dan 0,908 mg/kg. *A .marina* di Pulau Payung termasuk kedalam tumbuhan *excluder* yang ditandai dengan nilai BCF < 1 sehingga potensi sebagai tumbuhan fitoremediator rendah. *Avicennia marina* dalam menyerap logam Pb menggunakan mekanisme fitoekstraksi yang ditandai dengan nilai TF > 1 yaitu 1,53. Sedangkan pada logam Cu menggunakan mekanisme fitostabilisasi yang ditandai dengan nilai TF < 1 yaitu 0,68.

Kata Kunci : *Avicennia marina*, Fitoremediasi, Logam Berat, Pulau Payung.

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya” (QS. Al-Baqarah : 286)

“Masa depan adalah milik mereka yang percaya akan keindahan dari mimpi-mimpi mereka” (Eleanor Roosevelt)

Karya Ilmiah saya persembahkan untuk:

- Allah SWT
- Kedua orang tua Bapak Sukadi dan ibu Umi Rosita yang selalu mendoakan dan memberi support
- Saudara kandung, sahabat dan teman seperjuangan
- Almamater

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, atas karunia dan rahmat Allah SWT berkat karuniadan izin-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada nabi agung Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan umatnya hingga akhir zaman.

Ucapan terimakasih dan penghargaan yang tulus penulis sampaikan kepada Bapak Drs. Juswardi, M.Si selaku pembimbing pertama dan Ibu Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si selaku pembimbing kedua. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada :

1. Hermansyah, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
2. Dr. Arum Setiawan, S.Si., M.Si selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
3. Dr. Moh. Rasyid Ridho, S.Si. M.Si. selaku pembimbing akademik.
4. Dra. Harmida, M.Si dan Dr. Sarno, M.Si sebagai Dosen Pembahas yang telah memberi tanggapan dan saran.
5. Seluruh dosen Jurusan Biologi beserta *staff* dan karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
6. Kedua orang tua Bapak Sukadi dan Ibu Rosita dan adik Rizka Rhamadani, Nanda Novita Mega Nurhanna serta teman-teman tim fitoremediasi dan biologi 2017 yang sudah banyak membantu dalam pengerjaan skripsi.

Wassalamualaikum Warahmatuallahi Wabarakatuh,

Indralaya, Oktober 2021



Widya Yulyandari

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAM PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS DAFTAR ISI.....	v
RESUME	vi
RINGKASAN.....	vii
HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pencemaran Logam Berat.....	6
2.2 Logam Berat Cu.....	7
2.3 Logam Berat Pb.....	9
2.4 Fitoremediasi.....	9
2.4.1 Mekanisme Fitoremediasi.....	10
2.5 Proses Fisiologi Tanaman.....	12
2.6 Ekosistem Mangrove.....	13
2.7 <i>Avicennia marina</i>	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1 Waktu dan Tempat.....	17
3.2 Alat dan Bahan.....	17
3.3 Metode Penelitian.....	18
3.4 Cara Kerja.....	18
3.4.1 Pengambilan Sampel.....	19
3.4.1.1. Pengambilan Akar <i>Avicennia marina</i>	19
3.4.1.2 Pengambilan Daun <i>Avicennia marina</i>	19
3.4.2 Preparasi Sampel	20
3.4.2.1 Preparasi Sampel Sedimen, Akar dan Daun.....	20
3.5 Analisis Data.....	21
3.5.1 Faktor Biokonsentrasi (BCF).....	21

3.5.2 Faktor Translokasi (TF).....	21
3.5.3 Analisis Deskriptif.....	22

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Akumulasi Logam Berat Pada Sedimen, Akar dan Dain <i>Avicennia marina</i>	23
4.2 Faktor Biokonsentrasi (BCF) dan Faktor Translokasi (TF)	29

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran.....	32

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Rata-rata Hasil Pengukuran Parameter Faktor Lingkungan di Pulau Payung, Sumatera Selatan.....	25
Tabel 2 Nilai Biokonsentrasi (BCF) dan Faktor Translokasi (TF)	29

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Morfologi <i>Avicennia marina</i>	15
Gambar 2 Lokasi Penelitian Pulau Payung, Sumatera Selatan.....	18
Gambar 3 Akumulasi Logam Pb dan Cu pada Sedimen, Akar dan Daun <i>Avicennia marina</i>	23

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mangrove merupakan tumbuhan yang dapat berperan dalam menjaga stabilitas pantai dari abrasi, sebagai habitat ikan, udang dan mencari makan berbagai satwa. Mangrove memiliki fungsi sebagai penyerap limbah yang mencemari perairan, mangrove yang tumbuh di ujung sungai besar berperan sebagai penampungan terakhir bagi limbah dari industri di perkotaan dan perkampungan hulu yang terbawa aliran sungai (Mulyadi *et al.*, 2017).

Pulau Payung merupakan pulau dataran rendah dengan substrat berlumpur yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Pulau Payung berada di Muara Sungai Musi, posisi ini menjadikan pulau Payung sebagai perangkap beban masukan dari aktivitas industri, rumah tangga dan pelayaran yang berada di sepanjang aliran sungai (Lyusta *et al.*, 2017).

Pencemaran logam berat terhadap lingkungan air merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam berat tersebut oleh kegiatan industri. Bapedalda Provinsi Sumatera Selatan (2006) mencatat ada kurang lebih 20 industri terdapat di bagian hilir Sungai Musi. Sebagian besar industri tersebut diketahui belum memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang optimal. Berbagai kegiatan ini berpotensi memberikan kontribusi bahan pencemar seperti logam berat (Putri *et al.*, 2015).

Limbah hasil perindustrian berupa Cu dan Pb yang terakumulasi di perairan maupun sedimen dapat menyebabkan kerusakan lingkungan terutama bagi

tumbuhan mangrove. Menurut Monita (2013) kandungan logam berat yang berlebih dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan, penurunan produktivitas tanaman, serta dapat menyebabkan kematian. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengatasi pencemaran kawasan mangrove adalah dengan menggunakan fitoremediasi.

Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang terkontaminasi (Juhaeti *et al.*, 2005). Fitoremediasi pembersihan polutan dapat berupa proses penghancuran, inaktivasi atau immobilisasi polutan ke bentuk yang tidak berbahaya (Kariada *et al.*, 2014).

Mangrove memiliki sifat hiperakumulator hal ini menjadikan mangrove sebagai salah satu tumbuhan yang dapat digunakan atau dikembangkan untuk menangani masalah pencemaran logam berat pada yang terjadi pada lingkungan (Sanadi *et al.*, 2018). Menurut Hidayati (2013) tanaman hiperakumulator mampu mengakumulasi logam dengan konsentrasi lebih dari 100 kali melebihi tanaman normal, dimana tanaman normal mengalami keracunan logam dan penurunan produksi. Penelitian mengenai proses fisiologi pada tumbuhan hiperakumulator penting dilakukan untuk mengetahui perbedaan serangkaian proses fisiologis dan biokimiawi serta ekspresi gen-gen yang mengendalikan penyerapan, akumulasi dan toleransi tanaman terhadap logam.

Salah satu spesies mangrove yang berpotensi dalam proses mengatasi pencemaran logam berat perairan adalah *Avicennia marina*. Dalam jurnal Puspitasari *et al.*, (2018) dijelaskan bahwa terdapat beberapa jenis vegetasi

mangrove yang terdapat di Pesisir Sumatera antara lain *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba*, *Xylocarpus granatum* dan lain-lain.

Pertumbuhan *A. marina* tersebut subur dibandingkan dengan spesies mangrove lainnya, hal ini menunjukkan bahwa tumbuhan ini memiliki kemampuan adaptasi yang baik bahkan dalam kondisi yang tercemar sekalipun (Kumar *et al.*, 2011). Menurut Mulyadi *et al.*, (2017) selain mengakumulasi, diduga *Avicennia marina* ini memiliki kemampuan penanggulangan toksik, diantaranya dengan melemahkan efek racun melalui pengenceran (dilusi), yaitu dengan menyimpan banyak air untuk mengencerkan konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuhnya sehingga dapat mengurangi toksisitas logam tersebut.

Informasi mengenai akumulasi logam berat Cu yang terserap pada tumbuhan mangrove menjadi sangat penting karena dengan adanya data akumulasi logam berat pada tumbuhan mangrove dapat digunakan sebagai pemantauan dan potensi tumbuhan mangrove dalam mengatasi pencemaran lingkungan perairan. Kemampuan akumulasi logam berat pada tumbuhan dapat diketahui dengan menghitung *bio concentration factor* (BCF) dan *translocation factor* (TF). MacFarlen *et al.* (2007) mengungkapkan bahwa BCF pada daun dan akar dihitung untuk mengetahui seberapa besar konsentrasi logam pada daun dan akar yang berasal dari lingkungan. Disamping BCF, dihitung pula TF yang merupakan perbandingan antara konsentrasi logam pada daun dan akar tumbuhan. Nilai TF dihitung untuk mengetahui akumulasi logam dari akar ke daun.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Santi *et al.*, (2017) nilai Cu di perairan pantai Loli Kecamatan Banawa Kabupaten Donggala sudah melebihi ambang

batas. Selain itu pada penelitian Purwiyanto (2013) dilaporkan bahwa akumulasi Cu pada akar mangrove di lebih tinggi dibandingkan pada daun. Penelitian yang dilakukan oleh Rachmawati *et al.*, (2018) disimpulkan bahwa tumbuhan *A. alba* bersifat *excluder* dan mampu menyerap logam berat disekitarnya, sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai nilai BCF dan mekanisme fitoremediasi pada *Avicennia marina* di Pulau Payung, Sumatera Selatan.

1.2. Rumusan Masalah

Logam berat Cu dan Pb yang terakumulasi dapat menyebabkan masalah lingkungan dan membahayakan biota di kawasan mangrove. Upaya untuk mengatasi permasalahan logam berat Cu dan Pb dapat dilakukan dengan memanfaatkan *Avicennia marina* sebagai agen fitoremediasi, sehingga perlu dilakukan penelitian tentang bagaimana potensi dan mekanisme fitoremediasi *Avicennia marina* terhadap logam berat Cu dan Pb di kawasan mangrove Pulau Payung, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi dan mekanisme fitoremediasi *Avicennia marina* terhadap logam berat Cu dan Pb di kawasan mangrove Pulau Payung, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi tentang potensi dan mekanisme fitoremediasi logam berat Cu dan Pb oleh *Avicennia marina* dalam upaya mengatasi pencemaran lingkungan perairan di kawasan hutan mangrove Pulau Payung, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprianto, H. 2016. Konsentrasi Logam Cu di Sedimendan Akar Mangrove Pada Kerapatan Mangrove Yang Berbeda di Kelurahan Ampallas, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat. *Skripsi*. Hal : 1-6.
- Balai Riset Perikanan dan Perairan Umum (BRPPU), 2010. Perikanan perairan Sungai Musi Sumatera Selatan. Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan. Kementrian Kelautan dan Perikanan. 264hlm.
- Barutu, H. L., Amin, B., dan Efriyeldi. 2014. Konsentrasi Logam Berat Pb, Cu, dan Zn Pada *Avicennia marina* Di Pesisir Kota Batam Provinsi Kepulauan Riau. (belum ada jurnal dan volume).
- Cahyani, M. D., TN, R. A. dan Yulianto, B. 2012. Studi Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Air, Sedimen, dan Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Sungai Sayung dan Sungai Gonjol, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Journal Of Marine Research*. 1 (2) : 75-76.
- Caroline, J. dan Moa, G. A. 2015. Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) Pada Limbah Industri Peleburan Tembaga Dan Kuningan. *Semina teknologi dan Terapan sains*.3 (1) : 475.
- Duke, N., K.Kathiresan, S.G.Salmo III, E.S.Fernando, J.R.Peras, S.Sukadjo, dan T.Miyagi. 2010. The IUCN Red List Of Threatened Species.
- Gabbrielli R, Mattioni C, Vergnano O. (1991). Accumulation mechanisms and heavy metal tolerance of a nickel hyperaccumulator. *J Plant Nutr* 14:1067-1080.
- Halidah, 2014. *Avicennia Marina* (Forssk.) Vierh Jenis Mangrove Yang Kaya Manfaat. *Info Teknis Botani*. 11 (1) : 36-38.
- Hidayati, N. 2013. Mekanisme Fisiologis Tumbuhan Hiperakumulator Logam Berat. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 14 (2) : 76.
- Heriyanto, N. M. dan Subiandono, E. 2011. Penyerapan Polutan Logam Berat (Hg, Pb Dan Cu) Oleh Jenis-Jenis Mangrove. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 8 (2) : 180.

- Idrus, A. A. Mertha, I. G. Hadiprayitno, G. dan Ilhamdi, G. M. 2014. Kekhasan Morfologi Spesies Mangrove di Gili Sulat. *Jurnal Biologi Tropis*. 4 (2) : 122.
- Indirawari, S. M. 2017. Pencemaran Logam Berat Pb Dan Cd Dan Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Di Kawasan Pesisir Belawan. *Jurnal Jumantek*. 2 (2) : 54.
- Irawanto, R. 2010. Fitoremediasi Lingkungan Dalam Taman Bali. *Local Wisdom-Jurnal Ilmiah*. 2(4) : 30.
- Irawanto, R. Hendrian. Dan R. Mangkoedihardjo, S. 2015. Konsentrasi Logam Berat (Pb dan Cd) pada Bagian Tumbuhan Akuatik *Acanthus ilicifolius* (Jeruju). *Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*. 2 (1) : 150-154.
- Juhaeti, T., Syarif, F., dan Hidayati, N. 2005. Inventarisasi Tumbuhan Potensial Untuk Fitoremediasi Lahan dan Air Terdegradasi Penambangan Emas. 6 (1): 31.
- Jupriyati, R., Soenardjo, N., dan Suryono, C. A. 2013. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Pengaruhnya Terhadap Histologi Akar Mangrove *Avicennia marina* (Forssk). Vierh. di Perairan Mangunharjo Semarang. *Journal Of Marine Research*. 3 (1) : 63-64.
- Juhria dan Alam, M. 2016. Fitoremediasi Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Tanah Dengan Tanaman *Celosia Plumosa* (Voss) Burv. *Jurnal Biologi Makassar*. 1(1) : 3.
- Kariada, N. 2014. Potensi *Avicennia Marina* Sebagai Fitoremediasi Logam Cu Pada Tambak Bandeng Wilayah Tapak Semarang. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 12 (2): 130-132.
- Komarawidjaja, W. dan Garno, Y. S. 2015. Peran Rumput Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) dalam Fitoremediasi Pencemaran Perairan Sungai. *Jurnal Teknologo Lingkungan*. 17 (1) : 8.
- MacFarlane, G. R., Koller, C. E., & Blomberg, S. P. (2007). Accumulation and partitioning of heavy metals in mangroves: a synthesis of field-based studies. *Chemosphere*. 69(9), 1454-1464.
- Manikasari, G. P. dan Mahayani, M. D. P. 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.

- Margiati, 2006. Anatomi Akar, Batang, dan Daun Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk) di Kali Surabaya. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Mulyadi, E., Laksmono, R., Aprianti, D. 2009. Fungsi Mangrove Sebagai Pengendali Pencemar Logam Berat. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*; 1 (Edisi Khusus) 34-36.
- Nilandita, W. 2016. Studi Literatur Teknologi Fitoremediasi Untuk Pemulihan Ekosistem Laut Terkontaminasi Logam Berat. *Jurnal Teknik Lingkungan* 1(1) : 48.
- Nur, F. 2013. Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd). *Jurnal Ilmiah Biologi Biogenesis*. 1(1): 74-83.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. PT Bhineka Cipta. Jakarta.
- Putri, W. E. K., Bengen, D. G., Prarutono, T., dan Rianty, E. 2015. Konsentrasi Logam Berat (Cu Dan Pb) Di Sungai Musi Bagian Hilir. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 7 (2) : 453-457.
- Purwiyanto, A. I. S. 2013. Daya Serap Akar dan Daun Mangrove Terhadap Logam Tembaga (Cu) di Tanjung Api-Api, Sumatera Selatan. *Maspari Journal* 5 (1) : 2-4.
- Puspita, A. D., Santoso, A., dan Yulianto, B. Studi Akumulasi Logam Timbal (Pb) dan Efeknya Terhadap Kandungan Klorofil Daun Mangrove *Rhizophora mucronata*. *Journal Of Marine Research*. 3 (1) : 44-46.
- Puspayanti, N. M. Tellu, H.A.T. dan Suleman, S.M. 2013. Jenis-Jenis Tumbuhan Mangrove di Desa Lebo Kecamatan Parigi Kabupaten Parigi Moutong dan Pengembangannya sebagai Media Pembelajaran. 1 (1) : 4.
- Putri, Y. D. Holik, H. A. Musfiroh, I. dan Aryanti, A. D. 2014. Pemanfaatan Tanaman Eceng-Ecengan (*Pontederiaceae*) sebagai Agen Fitoremediasi dalam Pengolahan Limbah Krom. 1 (1) : 21.
- Proklamaningsih, E. dan Haryanti. 2010. Rizofiltrasi Logam Pb (Plumbum) pada beberapa Jenis Tumbuhan Air. *Bioesfera*. 27 (1) : 30
- Riyanti, I. Putri, W. A. E. Ulqodry , T. Z. Santeri, T. Akumulasi Logam Berat Zn dan Pb pada Sedimen, Akar dan Daun Mangrove *Avicennia alba* di Pulau Payung, Sumatera Selatan. 8 (2) : 142.

- Robertson., Alongi. 1992. *Avicennia marina*. <http://www.iucnredlist.org>. Diakses pada 2 Agustus 2015.
- Sanadi, T. H. Schadu, J. N.W. Tilaar S. O. Mantiri, D. Bara, R. Pelle, W. Analisis Logam Berat Timbal (Pb) Pada Akar Mangrovebdi Desa Bahowo Dan Desa Talawaan Bajo Kecamatan Tongkaina. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 10-11.
- 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) : 17-18.
- Suryani, A., Nirmala, K., Dan Djokosetyanto, D. 2018. Akumulasi Logam Berat (Timbal Dan Tembaga) Pada Air, Sedimen, Dan Ikan Bandeng (*Chanos Chanos* Forsskal 1775) Di Pertambakan Ikan Bandeng Dukuh Tapak, Kelurahan Rtugurejo, Kota Semarang. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan*. 8 (3) : 271-272.
- Suyanto, A., Kusmiyati, S., dan Retnaningsih, CT. 2010. Residu Logam Berat Ikan Dari Perairan Tercemar Di Pantai Utara Jawa Tengah. *Jurnal Pangan dan Gizi*. 1 (2) : 34.
- Senen, H., Lasut, M. Th., dan Tasirin, J.S. 2013. Deskripsi Vegetasi Hutan Mangrove Di Desa Pungkol, Kecamatan Tatapaan. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan* . 1 (2) : 3-5.
- Setiawan, H. 2013. Akumulasi Dan Distribusi Logam Berat Pada Vegetasi Mangrove Di Perairan Pesisir Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Kehutanan* 7 (1) : 17.
- Supriyantini, E. Nuraini, R.A.T., dan Dewi, C. P. Daya Serap Mangrove *Rhizophora sp.* Terhadap Logam Berat Timbal (Pb) Di Perairan Mangrove Park, Pekalongan. *Jurnal Kelautan Tropis*. 20(1) : 17-20.
- Suryani, A., Nirmala, K., Dan Djokosetyanto, D. 2018. Akumulasi Logam Berat (Timbal Dan Tembaga) Pada Air, Sedimen, Dan Ikan Bandeng (*Chanos Chanos* Forsskal 1775) Di Pertambakan Ikan Bandeng Dukuh Tapak, Kelurahan Rtugurejo, Kota Semarang. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan*. 8 (3) : 271-272.
- Saygideger S, Muhittin D, dan Gonca K, 2004. Effect of Lead and pH on Lead Uptake, Chlorophyll and Nitrogen Content of *Typha latifolia* L. and *Ceratophyllum demersum* L. *International Journal of Agriculture and Biology*.

- Trisnawati, N., Ida, B., dan Iryanti, E. 2016. Fitodegradasi dengan Tumbuhan Pacing (*Speciosus cheo;pcostus*) untu Menurunkan Kandungan Pb, Cd, dan Hg Limbah Cair Laboratotium.Cakra kimia Indonesia E-journal of Applied Chermistry. 4(4): 78-83.Utami, R. Rismawati, W. dan Sapanli, K. Pemanfaatan Mangrove Untuk Mengurangi Logam Berat Di Perairan. *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia 2018*. 142-144.
- Ulqodry, T. Sarno. 2017. *Buku Ajar Konservasi Mangrove*. Palembang : Unsri Press.
- Utami, R. Rismawati, W. dan Sapanli, K. 2018. Pemanfaatan Mangrove Untuk Mengurangi Logam Berat Di Perairan. *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia 2018*. 143.
- 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 – Propinsi Riau. *Jurnal Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Riau*. 2 (1) : 79-80.
- Wawakhi, S., I.Feni dan C. Dan Dwi. 2015. Teknologi Fitoremediasi *Avicennia alba* dalam Upaya Mengurangi Limbah di Kelurahan Wonorejo, Surabaya. *Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan V*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Walker, W. J., Mc Nut, R. P. & Ann, C. (1998). The Potential Contribution of Urban Runoff to Surface Sediment of Passaic River Sources and Chemical Characteristics. Geomega. Chemical Land Holding Inc.
- Wulan, S. P. 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 – Propinsi Riau. *Jurnal Penelitian Lingkungan Hidup*. 2 (3) : 83.
- Yunus, K., N.M. Yusuf, N.A.M. Shazili, O.M. Chuan, S. Saad, A.J.K. Chowdhury and J. Bidai. 2011. Heavy Metal Concentration in the Surface Sediment of Tanjung Lumpur Mangrove Forest, Kuantan, Malaysia. *Sains Malaysiana* 40(2): 89 – 92.
- Zulkoni, A. Rahayuni, D. dan Nasirudin. 2017. Pengaruh Pemangkasan Akar Jati Dan Inokulasi Jamur Mikoriza Arbuskula Terhadap Fitoremediasi Tanah Tercemar Merkuri Di Kokap Kulonprogo Yogyakarta. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 24 (1) : 19.

